

Guide des sols d'Alsace



Petite région naturelle n°2 **Ried Nord**

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



- Septembre 2005 -

Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle n° 2

Ried Nord

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

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Assistance technique à la maîtrise d'ouvrage : Association pour la Relance Agronomique en Alsace
Financement : Région Alsace – Agence de l'eau Rhin-Meuse
Auteurs : SOL CONSEIL (Jean-Paul PARTY et Nicolas MULLER)

Septembre 2005

Edito

Les terres d'Alsace sont multiples, donnant lieu à des types de sols très variés, qualifiés selon les cas de lourds, francs ou légers, humides ou sains, profonds ou superficiels et caillouteux. Pour bien les identifier et définir la façon la plus adaptée de les utiliser et de les valoriser, il est nécessaire de rassembler différentes informations qui étaient, jusqu'à présent, très dispersées, voire insuffisantes et difficilement accessibles.

Les terres alsaciennes constituent, par ailleurs, la couverture la plus superficielle des diverses formations géologiques où siègent, en plaine et en piémont vosgien notamment, les nombreuses nappes d'eaux souterraines, richesses de notre patrimoine naturel jouant un rôle majeur pour le développement régional. Qualité des sols et qualité des ressources en eau sont étroitement liées.

Afin de répondre à un important besoin de connaissances et permettre aux différents utilisateurs ou spécialistes des sols de disposer d'un langage commun, la Région Alsace a souhaité éditer une série de guides techniques donnant les éléments nécessaires pour déterminer, de façon simple, dans chacune des petites régions naturelles d'Alsace, les principales caractéristiques des sols, leurs atouts et leurs contraintes d'utilisation.

Fruit d'un important travail de synthèse et d'interprétation des données, les guides des sols d'Alsace offrent, par une présentation claire des données, une information utile, directement accessible, répondant aussi bien aux besoins des agronomes ou des conseillers et des techniciens agricoles, qu'aux besoins des responsables de projets d'aménagement, des écologues ou des ingénieurs en charge d'élaboration de plans d'épandages de boues d'épuration.

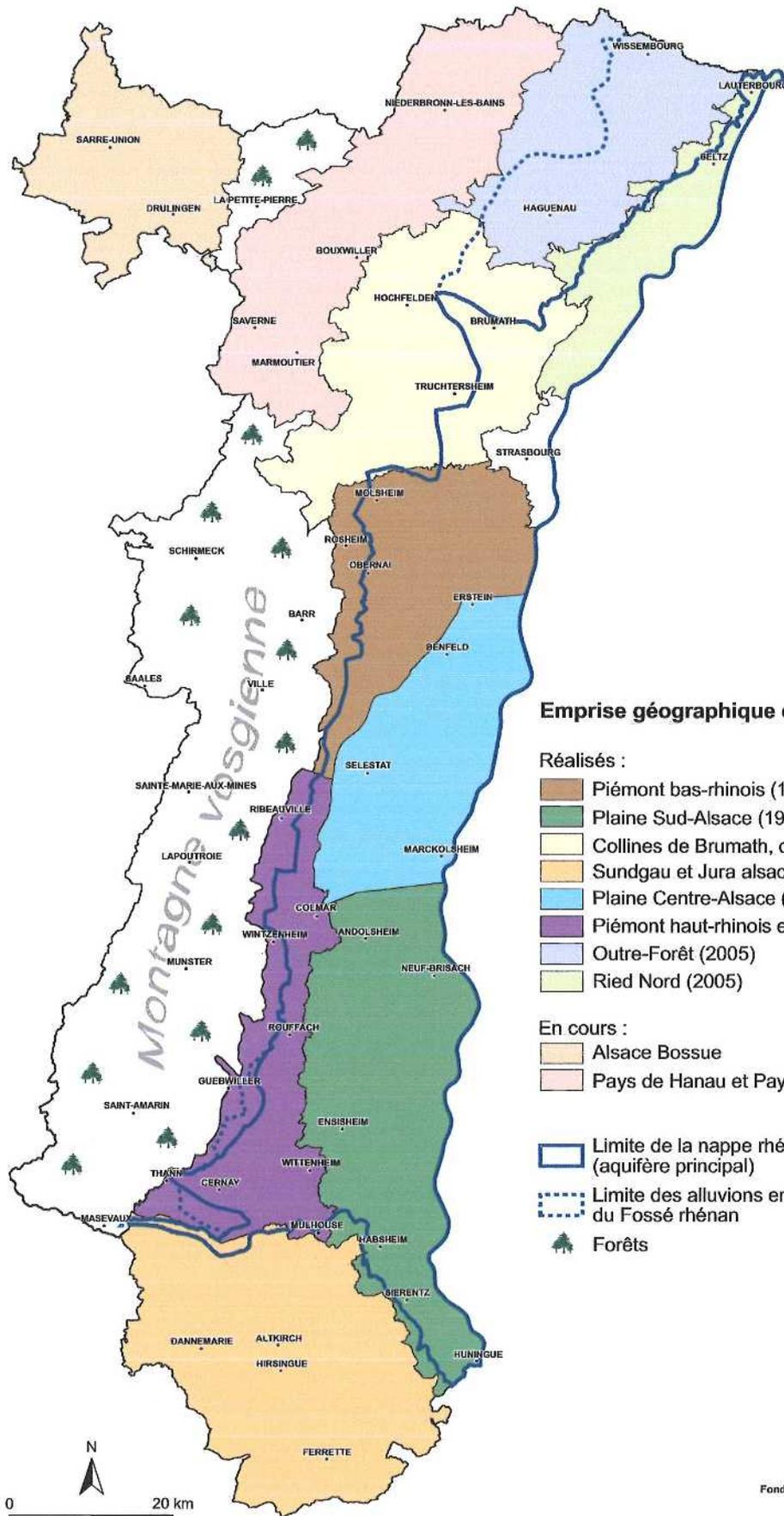
Réalisés en partenariat avec l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, avec le soutien technique de l'Association Régionale pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA), les guides des sols constituent désormais des documents de référence à l'échelle régionale, en matière de connaissance des sols, et un outil de gestion incontournable pour concilier économie et environnement.

Adrien ZELLER



Guides des sols d'Alsace

Etat d'avancement du programme en 2005



Emprise géographique des guides

Réalisés :

- Piémont bas-rhinois (1999)
- Plaine Sud-Alsace (1999)
- Collines de Brumath, du Kochersberg (2001)
- Sundgau et Jura alsacien (2001)
- Plaine Centre-Alsace (réédité en 2004)
- Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld (2004)
- Outre-Forêt (2005)
- Ried Nord (2005)

En cours :

- Alsace Bossue
- Pays de Hanau et Pays de Saverne

- Limite de la nappe rhénane (aquifère principal)
- Limite des alluvions en bordure du Fossé rhénan
- Forêts



SIG-ENV-1702

Réalisation : ARAA, Région Alsace
 Données : ARAA, 2004
 Fond de Carte : ©IGN BD CARTO (éd. 1996)
 Autorisation n° 70 40041
 Décembre 2004

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
3. LA PETITE REGION NATURELLE « Ried Nord ».....	11
3.1. La délimitation de la petite région du Ried Nord.....	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. Les eaux superficielles de la plaine du Rhin.....	14
3.4.1. Régime des eaux de surface et saison climatique	14
3.4.2. La zone de Ried du Nord de l'Alsace.....	15
3.4.3. Qualité des eaux superficielles.....	15
3.5. La nappe alluviale de la Plaine du Rhin.....	17
3.5.1. Quelques caractéristiques de la nappe phréatique	17
3.5.2. Qualité des eaux souterraines, vulnérabilité, accès à l'irrigation.....	18
4. OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER.....	21
Critères simples à retenir	
4.1. La pratique de l'observation pédologique.....	21
4.2. Les critères d'observation importants.....	22
4.2.1. La profondeur du sol : deux approches au sens pédologique et agronomique....	22
4.2.2. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation.....	22
4.2.3. Les cailloux.....	23
4.2.4. L'hydromorphie (gley et pseudogley)	23
4.3. Les éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils.....	26
4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol.....	27
4.5. Lexique.....	29
5. LES TYPES DE SOLS DU RIED NORD.....	33
Guide pour la lecture des fiches et l'identification des sols sur le terrain	
5.1. La clé d'identification des fiches de sols.....	35
5.2. Les fiches de sols.....	36
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000 ^{ème}	39
6. SYNTHESE AGRONOMIQUE PAR THEMES.....	103
6.1. La fertilisation phosphatée et potassique.....	104
6.2. L'entretien calcique et magnésien des sols.....	104
6.3. La praticabilité des terrains.....	105
6.4. Les sols hydromorphes et le drainage.....	106
6.4.1. Généralités.....	106
6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre.....	107
6.4.3. Pas de sols drainables dans le Ried Nord	107

6.5. Les sols et l'irrigation.....	110
6.5.1. Généralités.....	110
6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre.....	110
6.5.3. Quelques besoins d'irrigation pour les cultures du Ried Nord	112
6.6. Les inondations et les risques d'érosion associés aux crues.....	114
6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés.....	114
6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols.....	115
6.7.1.1. <i>Les différents processus de formation du ruissellement.....</i>	115
6.7.1.2. <i>Les états de surface du sol et les croûtes de battance.....</i>	116
6.7.1.3. <i>Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol.....</i>	119
6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement.....	119
6.7.2.1. <i>L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface.....</i>	119
6.7.2.2. <i>Les risques de ruissellement associés aux états de surface.....</i>	122
6.7.3. Les conséquences du ruissellement.....	124
6.7.3.1. <i>Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides)</i>	124
6.7.3.2. <i>Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle.....</i>	126
6.7.3.3. <i>Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires).</i>	127
6.8. Les sols et le risque de lessivage des nitrates.....	129
6.8.1. Le risque de lessivage hivernal.....	129
6.8.1.1. <i>Généralités.....</i>	129
6.8.1.2. <i>Des risques de lessivage hivernal dans le Ried Nord.....</i>	132
6.8.2. Le risque de lessivage printanier.....	136
6.8.2.1. <i>Généralités.....</i>	136
6.8.2.2. <i>Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels.....</i>	136
6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification.....	138
6.9. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires.....	139
6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines.....	140
6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement.....	140
6.10. Le pouvoir épurateur des sols.....	141
6.10.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol?	141
6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle.....	142
6.10.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?	142
6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols.....	146
6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols du Ried Nord.....	148

ANNEXES

1 Données climatiques.....	154
2 Typologie régionale des sols.....	164
3 Bibliographies régionale et thématique.....	169
4 Inventaire des documents pédologiques disponibles.....	179
5 Guide pour la lecture des fiches de sols.....	183
6 Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils.....	191
7 Exploitation des fichiers d'analyses de terre utilisées	195
8 Correspondances entre les fiches du guide « Ried Nord », la classification CPCS, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols.....	199

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CHAPITRE 2

DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS

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

2.1. LES LIMITES D'UTILISATION DU GUIDE DES SOLS

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

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

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

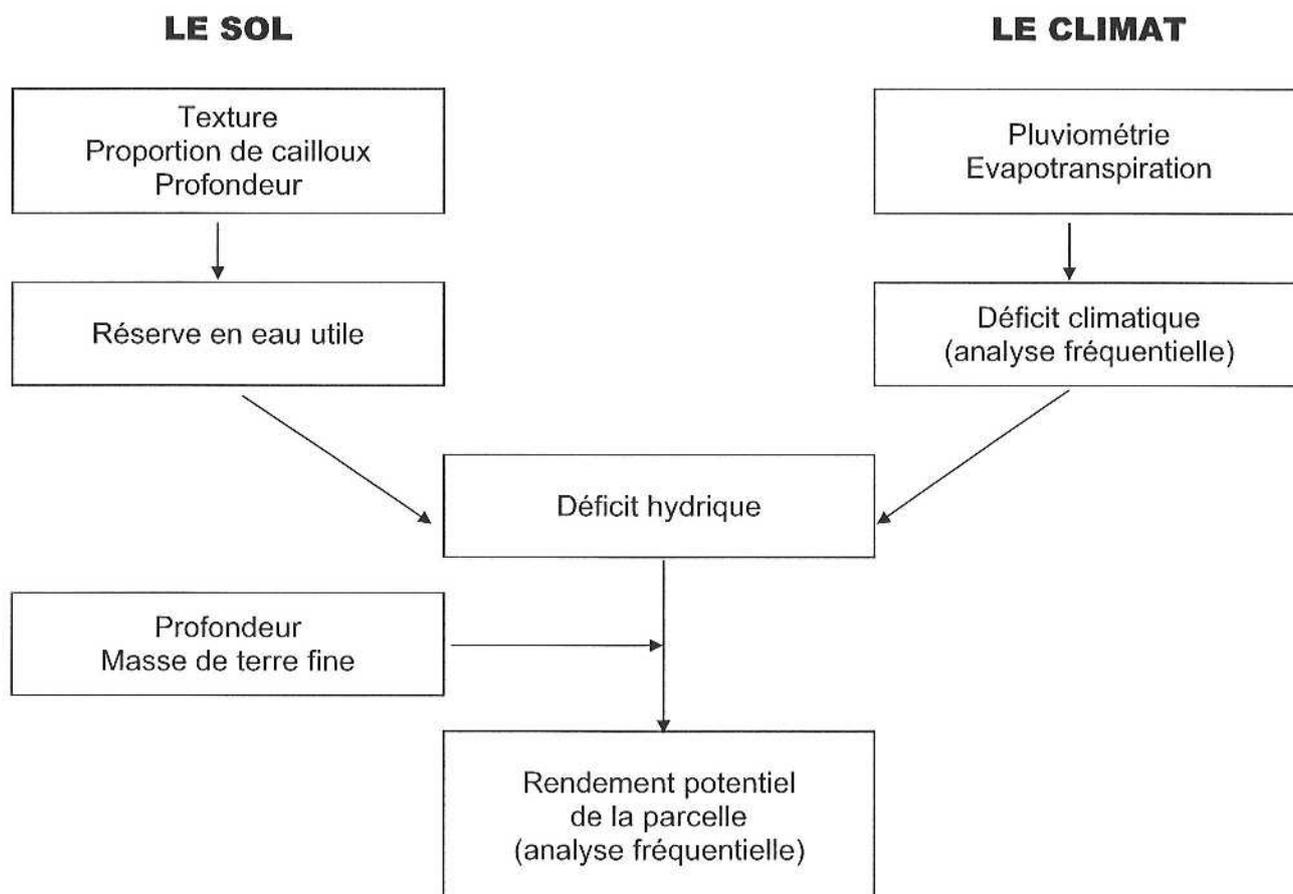
- choisir les cultures et la rotation ;
- décider des itinéraires techniques ;
- évaluer les risques d'exploitation ;
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

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

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

2.2. LA CONNAISSANCE DU POTENTIEL DE RENDEMENT DES PARCELLES

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



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

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

La potentialité de production d'une espèce végétale dans un milieu donné se définit ainsi comme « l'évaluation des niveaux de production et de leur fréquence d'obtention sous un itinéraire technique non limitant, pour un type variétal et un type de sol donné, 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 à la sortie de l'hiver par m²" minimum nécessaire pour prétendre atteindre cet objectif compte tenu de la précocité ou de la tardiveté du semis. Concrètement, ceci se traduit pour l'agriculteur par une dose de semis compte tenu des risques de pertes enregistrés dans les différentes situations de dates de semis et de types de terres.

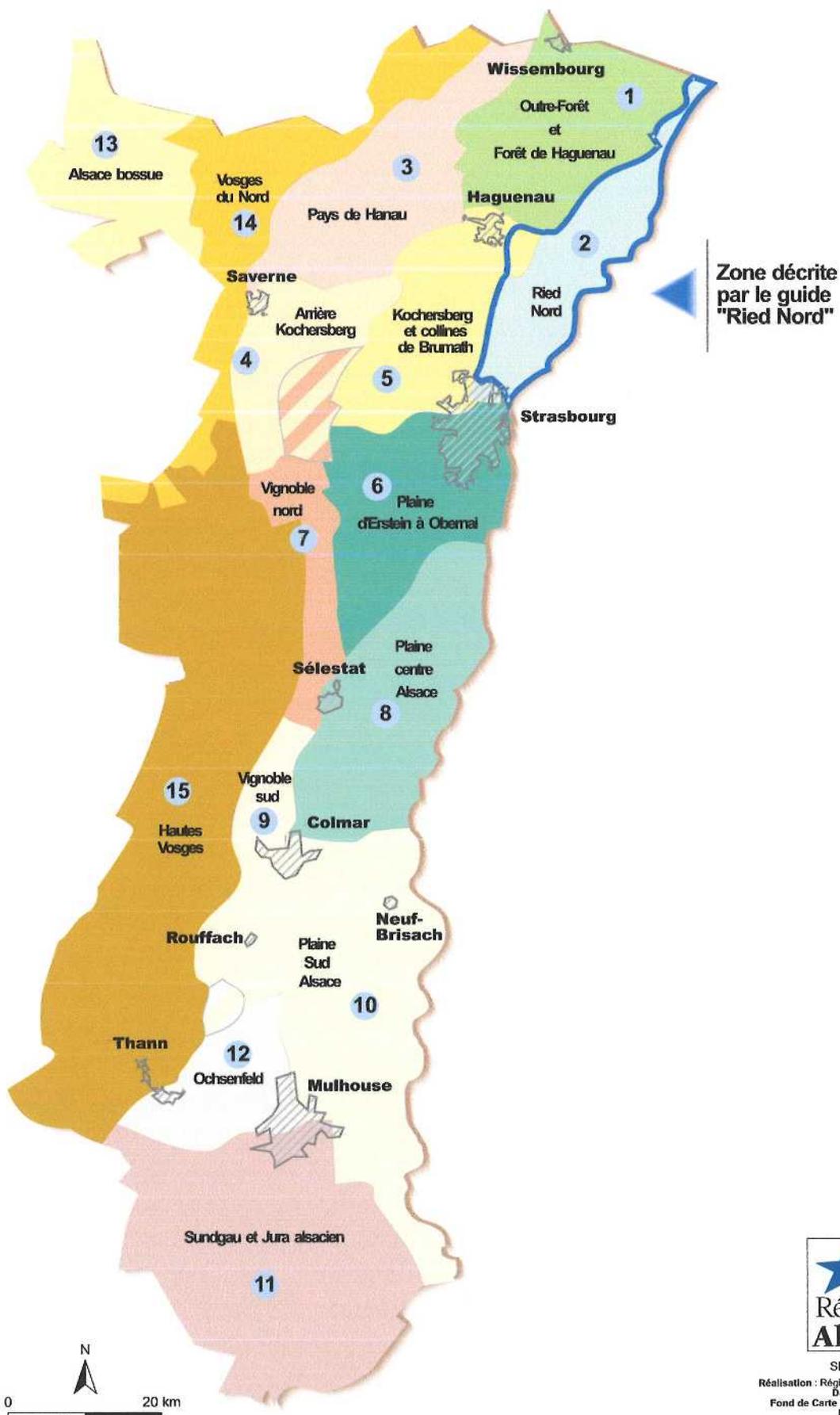
Les niveaux de peuplement requis ayant été déterminés, la dose d'azote et la protection phytosanitaire peuvent être ajustées au mieux.

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.

* Cette définition a été 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



SIG-ENV-1704

Réalisation : Région Alsace / SIG
Données : ARAA
Fond de Carte : Région Alsace
Décembre 2004

CHAPITRE 3

LA PETITE REGION NATURELLE

Ried Nord

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

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

3.1. LA DELIMITATION DE LA PETITE REGION DU "RIED NORD"

L'aire d'utilisation du présent guide correspond à la partie nord de la plaine d'Alsace. Elle s'inscrit d'Ouest en Est entre la Forêt de Haguenau, la D 300 et le Rhin d'une part, et du Nord au Sud entre l'agglomération de Strasbourg et la frontière franco-allemande vers Lauterbourg. Elle représente une surface totale d'environ 30 000 ha pour un peu plus de 11 000 ha de SAU.

Cette portion de l'Alsace est remarquable sur 3 points :

- Presque toute la zone est comprise dans l'aire d'extension de la nappe alluviale du Rhin et de ses affluents. 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.
- L'essentiel des sols décrits dans les fiches se sont constitués à partir de matériaux alluviaux déposés par le Rhin et les rivières vosgiennes. Un effort de synthèse a été réalisé, et toutes les nuances de sols n'ont pu être présentées. Il subsiste de ce fait une certaine variabilité des situations réelles par rapport aux types décrits.

- La topographie et avec elle le réseau hydrographique du Rhin et de ses affluents d'origine vosgienne présentent des caractéristiques favorisant l'engorgement des sols sur une surface de l'ordre de 4 à 5 000 ha. Cette situation a conditionné l'apparition de certains types de sols, et détermine en partie l'évolution de l'agriculture de la zone.

Certains des sols répertoriés dans ce périmètre sont également présents dans les autres petites régions proches du Rhin, à savoir : l'Outre Forêt (région naturelle n°1 décrite dans le guide « Outre-Forêt » édité en 2005) et le Kochersberg pour partie (région naturelle n°5 étudiée dans le guide « Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg »).

Les 3 petites régions de plaine auraient pu en former une seule : la plaine Rhénane. Deux guides sont déjà parus : le guide « Plaine Centre-Alsace » pour la région naturelle n°8 et le guide « Plaine Sud-Alsace » pour la région n°10.

Le découpage en 3 petites régions a été retenu pour **3 raisons** :

- ❶ les milieux naturels de la plaine rhénane présentent des différenciations notables du Sud au Nord :
 - anciennes terrasses alluviales rhénanes et éléments grossiers au Sud (région naturelle n°10, Hardt et plaine rhénane Sud),
 - zone de convergence des alluvions de l'Ille et du Rhin marquée par la présence de la nappe phréatique à très faible profondeur (région naturelle n°8, Plaine Centre-Alsace),
 - zone d'apports sableux vosgiens au Nord de Strasbourg et prédominance des éléments fins (région naturelle n° 2, plaine rhénane Nord décrite dans ce guide),
- ❷ les variations climatiques observées le long de cette bande d'environ 200 kilomètres sont importantes,
- ❸ la profondeur du toit de la nappe alluviale est variable et influe sur la facilité d'exploitation de la ressource en eau pour l'irrigation.

Les correspondances entre les différents guides sont assurées dans tous les cas par l'intermédiaire d'une typologie régionale des sols présentée en annexe 2.

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

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

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

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

La typologie régionale des sols d'Alsace permet de faire le lien entre les différentes petites régions naturelles. Cette typologie inventorie, pour chaque formation superficielle, les différents types de sols connus qui en sont l'expression, et propose pour chacun d'eux une description succincte mais suffisante pour constituer une clef commune à tous les guides des sols. Cette typologie n'a cependant pas encore intégré toutes les données obtenues dans les derniers guides

des sols. Une mise à jour est nécessaire et sera réalisée lorsque la collection des guides des sols sera complète. La typologie est présentée en annexe 2.

Le regroupement de l'ensemble des données pédologiques est également en cours dans le cadre de la constitution d'une **base de données informatique sur les sols 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 (IGCS) initié par le Ministère de l'Agriculture et l'INRA. Outre le stockage des données descriptives des sols, cet outil permet, à des fins de diagnostic et d'aide à la décision, de croiser les données de sols avec d'autres sources de données (topographie, occupation du sol, hydrographie...) et de faire ainsi une exploitation dynamique et spatialisée de ces 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

Géologie des formations superficielles et aperçu général du paysage : domaines alluviaux du Rhin et des rivières vosgiennes

La petite région Ried Nord correspond à une partie de la plaine Rhénane. Celle-ci, installée dans le Fossé rhénan constitué il y a 65 millions d'années après l'effondrement de la zone centrale d'un massif montagneux correspondant en partie aux Vosges et à la Forêt Noire, est aujourd'hui remplie d'alluvions caillouteuses pliocènes et quaternaires sur quelques dizaines à quelques centaines de mètres d'épaisseur.

Les alluvions quaternaires ont été charriées et déposées par le Rhin et ses affluents. Les alluvions rhénanes, sablo-graveleuses à matrice calcaire, sont issues en grande partie de l'érosion progressive des Alpes au Quaternaire. Les alluvions vosgiennes, plus sableuses et argileuses, issues de l'érosion du massif vosgien gréseux et cristallin, ont un caractère plus acide.

Dans le Nord de l'Alsace, des alluvions récentes sablo-argileuses ou argilo-sableuses à teintes rouges, issues de l'érosion des grès, ont été déposées par la Zorn, la Moder et la Sauer, sur les graviers rhénans. Leur épaisseur est relativement faible (quelques mètres), d'autant plus qu'on s'éloigne du cône d'épandage constitué par les rivières à la sortie des vallées vosgiennes.

Les paysages de plaine sont ainsi marqués dans leur topographie par des zones de divagation des rivières (anciens chenaux d'inondation) avec des pentes faibles (quelques ‰) et une répartition des matériaux constitutifs des sols à passées souvent argileuses.

La carte, page suivante, présente le zonage géomorphologique des paysages de la petite région naturelle Ried Nord.

La **plaine sableuse du Rhin** est constituée de sols d'alluvions limono-sableuses à proximité du Rhin (fiches 1 et 2) ou hydromorphes (fiches 3 et 4). Elle comporte en outre d'anciens bras d'inondation plus humides, agricoles ou forestiers.

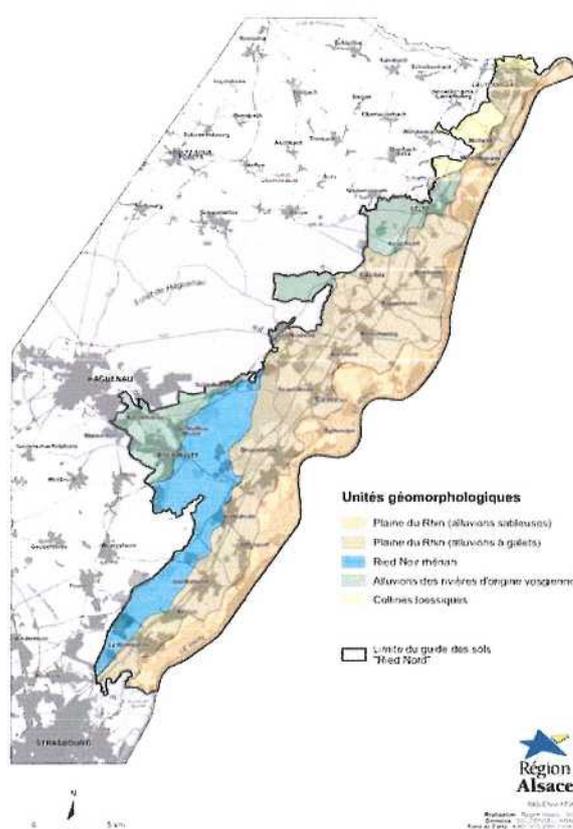
Ces alluvions deviennent d'autant plus limono-argileuses que l'on s'éloigne du Rhin dans la plaine agricole (**Plaine du Rhin - alluvions à galets**), soit sans excès d'eau (fiches 5 et 6), soit hydromorphes (fiches 7 et 8).

Plus à l'Ouest, on passe ensuite au domaine du **Ried noir rhénan**. Il est marqué par des épandages franchement argileux et hydromorphes, très organiques au moins en surface (fiches 9 et 10).

Les autres sols de la région sont plus marginaux. Ce sont d'abord des **alluvions des rivières d'origine vosgienne** : sols profonds sableux (fiches 11 et 12), superficiels (fiche 13) ou hydromorphes (fiches 14 et 15).

Enfin, ce sont des sols limoneux calcaires et profonds de la base des **collines loessiques** formées par des dépôts éoliens datant des dernières glaciations, il y a 10 à 12 000 ans environ, (fiches 16, 17 et 18) et de leurs colluvions (fiches 19 et 20).

Zonage géomorphologique des paysages
Petite région naturelle "Ried Nord"



3.4. LES EAUX SUPERFICIELLES DE LA PLAINE DU RHIN

3.4.1. Régime des eaux de surface et saison climatique

Dans le Ried Nord, le régime des hautes eaux des rivières vosgiennes correspond à la fonte des neiges au début du printemps. Leur étiage a lieu à la fin de l'été et au début de l'automne. Pour le Rhin, les hautes eaux ont lieu plutôt à la fin du printemps et en été, l'étiage en janvier au début de l'hiver. Dans les 2 cas, le décalage est lié à la fonte des neiges.

Les phénomènes de hautes eaux, s'ils deviennent importants ou brutaux (comme en Février 1990 ou en Avril 2001), provoquent des engorgements importants aux mêmes époques. Les aménagements hydrauliques de bassin versant prennent en agriculture une importance cruciale puisque ces périodes de printemps sont celles de l'installation des cultures d'été.

Dans les zones de Ried, les enjeux sont triples : régulariser les conditions de l'exploitation agricole, respecter les équilibres naturels liés à ces milieux et protéger les zones habitées des inondations.

3.4.2. La zone de Ried du Nord de l'Alsace

Les engorgements constatés dans la région sont liés aux crues du Rhin. En ce qui concerne le Rhin, ses crues ont été maîtrisées en amont avec le Grand Canal d'Alsace, par un endiguement continu et l'aménagement hydroélectrique. Aujourd'hui, le fleuve ne provoque plus d'inondations.

L'importance des crues des rivières est classée selon les débits observés. Ainsi, pour le Rhin, 2000 m³/s correspondent à une crue de période de retour de 2 ans, 3000 m³/s à la crue décennale, 4000 à 5000 m³/s à la crue centennale, 5000 à 6 000 m³/s à la crue millénaire.

A titre de comparaison, les débits caractéristiques des rivières du secteur sont les suivantes :

	Débit moyen du mois le plus sec*	Débit moyen du mois le plus humide*	Crue biennale	Crue décennale
L'III à Strasbourg	46,9 m ³ /s en septembre	70,9 m ³ /s en février	140 m ³ /s	200 m ³ /s
La Moder amont à Schweighouse	1,35 m ³ /s en août	4,14 m ³ /s en février	25 m ³ /s	41 m ³ /s
La Moder aval à Schweighouse	3,26 m ³ /s en août	8,94 m ³ /s en février	47 m ³ /s	79 m ³ /s
La Sauer à Beinheim	1,70 m ³ /s en août	6,35 m ³ /s en février	22 m ³ /s	32 m ³ /s

* Moyenne sur la période 1976-2000 (source DIREN Alsace / SEMA).

Aux crues correspondent des engorgements des sols sur environ 4 à 5 000 ha. Ces crues reviennent à une fréquence inférieure à 5 ans pour les parties non aménagées, tous les 10 à 20 ans pour les parties protégées par des digues. Elles ont lieu plus fréquemment entre la fin décembre et la fin mai.

Les aménagements du Rhin permettent de faire face au débit correspondant à la crue millénaire au niveau de Strasbourg.

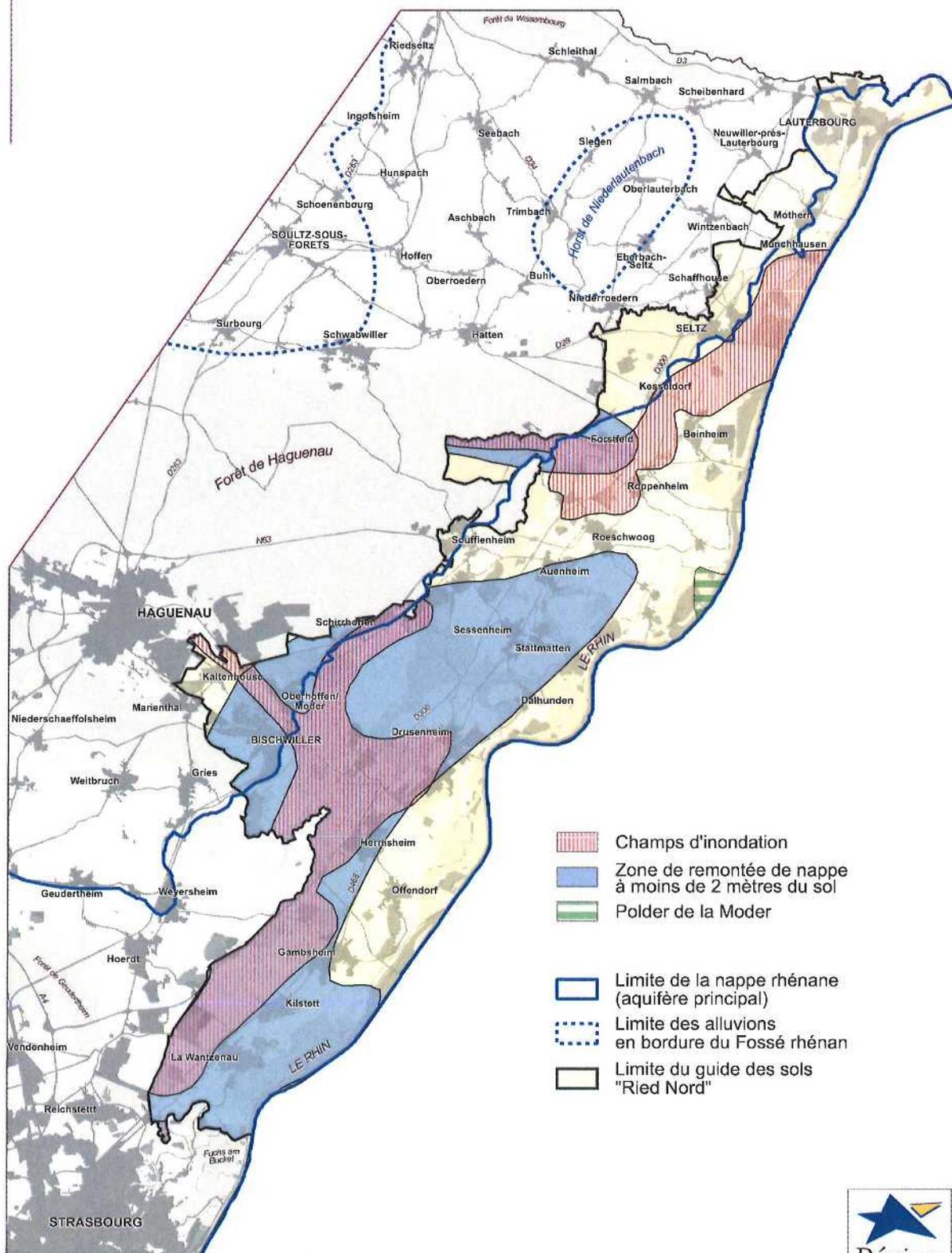
3.4.3. Qualité des eaux superficielles

La qualité des eaux superficielles est analysée à partir des mesures des stations du Réseau National de Bassins pour le Ried Nord (Qualité des cours d'eau en Alsace 2003, RNB Alsace, DIREN, Agence de l'eau Rhin-Meuse) interprétées selon le système d'évaluation de la Qualité des cours d'eaux (SEQ Eau).

- le Rhin à Gamsheim, Drusenheim et Lauterbourg présente en général une bonne qualité sauf pour les matières azotées qui sont de niveau passable et les pesticides à Lauterbourg d'un niveau mauvais.

Zones d'inondation et de remontée de nappe

Petite région naturelle "Ried Nord"



- le Landgraben à Vendenheim est de qualité passable pour les matières organiques et oxydables, les nitrates et les matières phosphorées ; mauvaise pour les matières azotées
- la Moder à Auenheim présente une qualité passable pour les matières organiques et oxydables, les matières azotées, les nitrates et les matières phosphorées ; la situation est mauvaise pour les pesticides
- la Zorn à Bietlenheim présente une situation bonne pour les matières organiques et oxydables, passable pour les nitrates et les matières phosphorées, mauvaise pour les matières azotées, et très mauvaise pour les pesticides
- l' Eberbach à Leutenheim est de qualité passable pour les matières organiques et oxydables, les matières azotées, bonne pour les nitrates et les matières phosphorées
- la Sauer à Beinheim est dans une situation passable pour les matières organiques et oxydables, les matières azotées ; bonne pour les nitrates et les matières phosphorées ; passable pour les pesticides
- le Seltzbach à Niederroedern présente une qualité passable pour les matières organiques et oxydables et les nitrates, mauvaise pour les matières phosphorées; très mauvaise pour les matières azotées et les pesticides
- la Lauter à Lauterbourg montre une situation bonne pour les matières organiques et oxydables, les nitrates, les matières phosphorées et les pesticides ; passable pour les matières azotées .

Enfin, il faut noter plus particulièrement pour le Seltzbach un risque d'érosion qui entraîne des teneurs importantes en matières organiques (carbone) et en phosphore dans la rivière.

3.5. LA NAPPE ALLUVIALE DE LA PLAINE DU RHIN

3.5.1. Quelques caractéristiques de la nappe phréatique

Localement, on distingue :

- la nappe de la terrasse de Haguenau constituée de sédiments fluviaux de la fin du Tertiaire (Pliocène) ; cette nappe s'écoule globalement vers l'Est pour se déverser dans la nappe phréatique de la basse terrasse, qui se situe une dizaine de mètres plus bas ;

- la nappe phréatique de la basse terrasse, constituée d'alluvions sablo-graveleuses récentes. Très perméables, elles ont une épaisseur qui diminue du Sud vers le Nord (70 m à Strasbourg et 20 m à Lauterbourg). Elles surmontent les formations sablo-argileuses pliocènes épaisses de plusieurs dizaines de mètres, qui bien que moins perméables, peuvent être exploitées localement par forage.

Dans le Ried Nord, le toit de la nappe se trouve entre 1 et 2 m de profondeur. Elle est alimentée essentiellement par les eaux de pluie ayant percolé au travers du sol. Cette percolation est estimée en moyenne à 100 mm/an soit 1000 m³ /ha/an. Les précipitations précèdent d'environ 1 mois les remontées de nappe. Le moindre déficit pluviométrique provoque un abaissement du niveau de nappe. Ainsi, pour 100 mm de déficit de pluies efficaces sur 3 ans, cette baisse de niveau peut atteindre plusieurs mètres en certains endroits.

En période de hautes eaux, la nappe est en outre alimentée par le réseau hydrographique :

- le Rhin dont la période de hautes eaux se situe en été, du fait de la fonte des neiges et des glaciers des Alpes,
- les rivières issues des Vosges, avec des crues de printemps et d'automne et un régime d'étiage en fin d'été.

En période d'étiage, la nappe est drainée par ces cours d'eau et les alimente.

Ainsi, le niveau de la nappe est commandé par les précipitations et les apports des rivières vosgiennes. Il est en outre influencé par le niveau du Rhin sur une largeur de quelques kilomètres de part et d'autre du fleuve. Dans le Ried Nord, l'écoulement de l'eau de la nappe est régulier et se fait globalement parallèlement au Rhin, du Sud-Ouest vers le Nord-Est, à une vitesse comprise entre 1 et 8 m/jour en moyenne.

Si la vitesse d'écoulement de la nappe est de quelques mètres par jour, en comparaison, la vitesse d'écoulement des eaux du Rhin est de quelques kilomètres par jour, soit 1000 fois plus rapide.

3.5.2. Qualité des eaux souterraines, vulnérabilité, accès à l'irrigation

Au débouché des rivières vosgiennes, l'eau est douce (moins de 10 d°F), puis sa dureté croît avec le contact du milieu calcaire de plaine (15 à 30 °F). Elle devient très dure près du Rhin.

Pour les teneurs en **chlorures**, les effets d'une salure de la nappe se font sentir localement vers Roeschwoog, entre Auenheim et Beinheim, où les teneurs peuvent dépasser 200 mg/l. Hormis cette zone où les eaux sont de type chloruré sodique, l'ensemble de la région présente un type bicarbonaté calcique.

Pour les teneurs en **sulfates**, une concentration voisine de 100 mg/l est également observée autour de cette zone. Cette anomalie a deux origines : au Sud du secteur, vers Killstett et La Wantzenau elle résulte de l'oxydation des matières organiques des formations tourbeuses, à Auenheim elle résulte de remontées d'eaux profondes.

Les teneurs en **nitrate**s sont plutôt faibles dans le Ried Nord et inférieures à 10 mg/l pour environ $\frac{3}{4}$ de la surface. Les zones présentant les concentrations les plus élevées sont situées entre Sessenheim et Beinheim (généralement 10-25 mg/l).

L'eau reste cependant de bonne qualité (dureté < 30 °F, sulfates et chlorures < 250 mg/l) aussi bien pour les captages d'eau potable que pour l'irrigation.

L'irrigation est donc envisageable dans ce secteur au vu du bilan hydrique climatique et des sols à faible réserve utile. De plus, le toit de la nappe phréatique étant situé à 2 ou 3 m de la surface du sol au plus, l'accès à la ressource est aisé.

Toutefois, l'irrigation n'est pas très répandue car dans bien des cas, soit les sols ont une réserve utile suffisante (limons argileux par exemple) soit ils présentent un excès d'eau marqué, soit le bilan hydrique est moyennement défavorable (60 à 100 mm), soit encore la ressource en eau est localement trop fortement chlorurée.

Vis-à-vis des micropolluants :

- 52 points ont été analysés dans la région en 2003 pour l'atrazine ou l'un de ses métabolites. Des concentrations supérieures à la norme de 0,1 µg/l sont observées sur 2 de ces 52 points pour l'atrazine, sur 12 des 52 points pour la déséthylatrazine. Pour ces deux molécules, environ 60% des mesures présentent des concentrations supérieures à 0,02 µg/l.

Ainsi la contamination par la déséthylatrazine est particulièrement importante dans le Ried Nord. L'atrazine et plus encore ses métabolites sont des molécules stables dans les eaux souterraines. Même si l'usage en est désormais interdit, la contamination de la nappe inhérente à l'emploi de cette substance dans le passé sera durable.

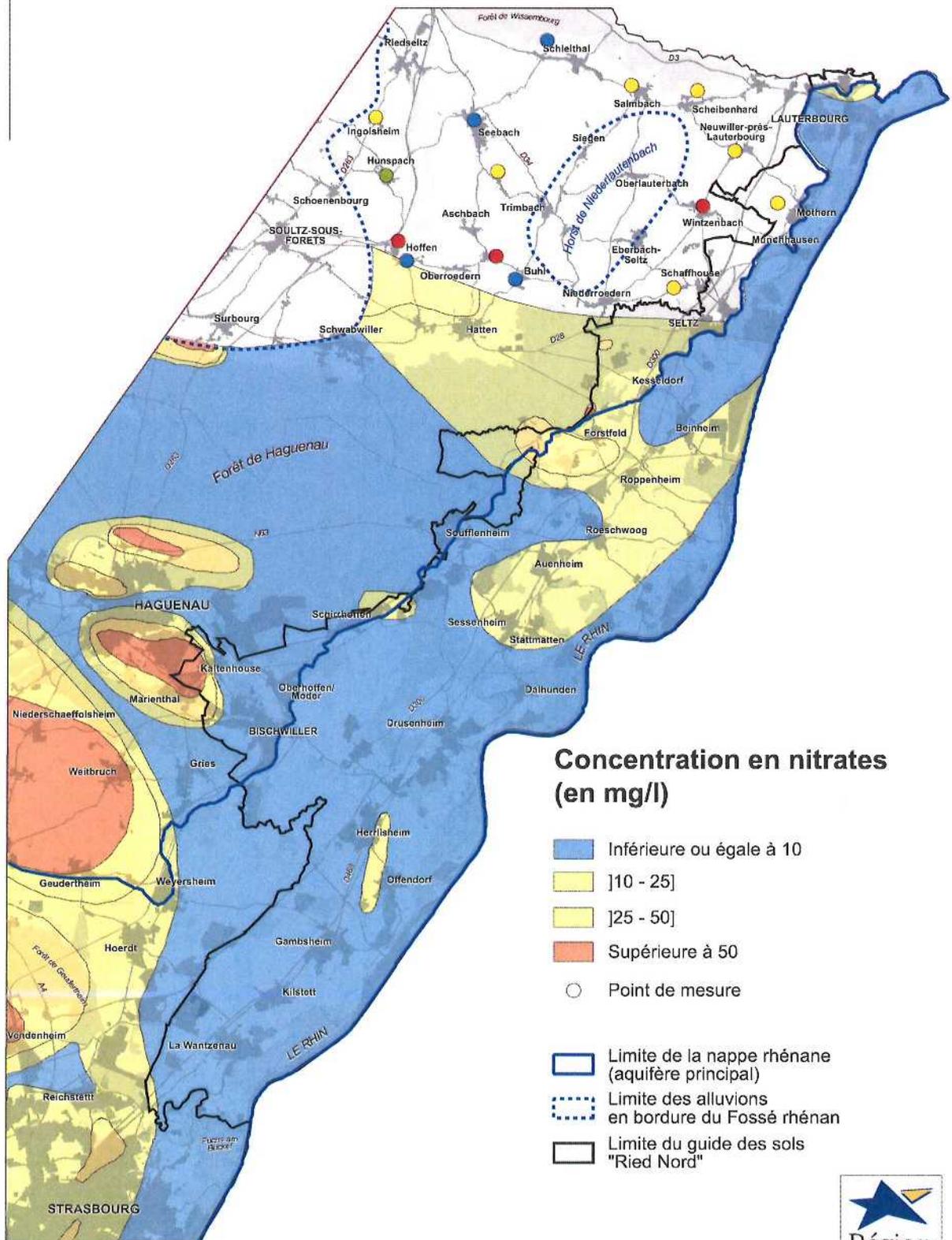
- Sur 29 points de mesures, la norme de potabilité de 0,1 µg/l a été dépassée en un point pour le diuron ainsi que pour le métolachlore.

Source des informations : Inventaires de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur – 1997 et 2003 » Région Alsace

Qualité des eaux souterraines (2003)

Nitrates

Petite région naturelle "Ried Nord"



Concentration en nitrates (en mg/l)

- Inférieure ou égale à 10
-]10 - 25]
-]25 - 50]
- Supérieure à 50
- Point de mesure

- Limite de la nappe rhénane (aquifère principal)
- Limite des alluvions en bordure du Fossé rhénan
- Limite du guide des sols "Ried Nord"



SIG-ENV-1720

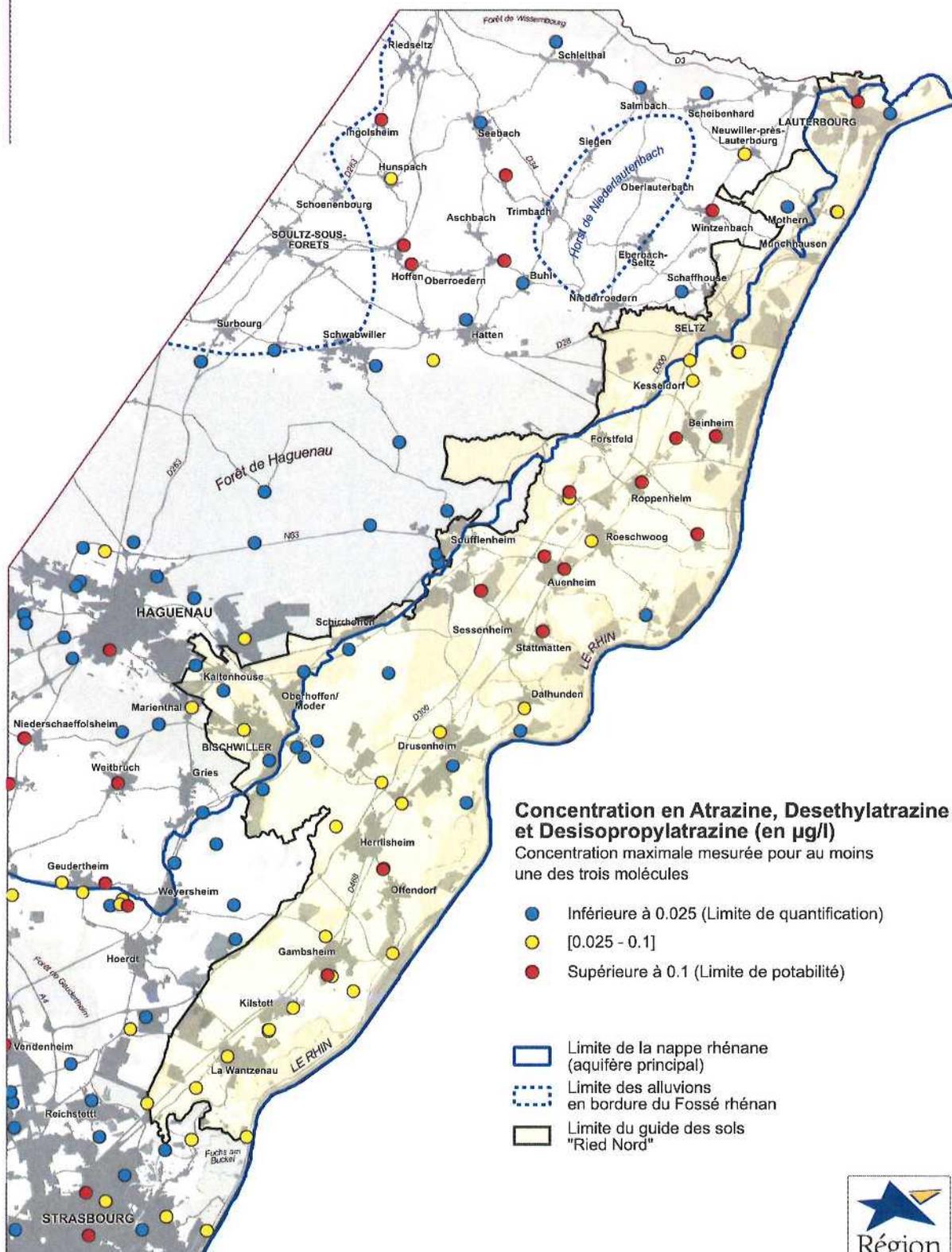
Réalisation : Région Alsace / SIG
 Données : Inventaire de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur, Région Alsace 2003
 Fond de Carte : ©BD OCS 2000 - CIGAL
 Février 2005



Qualité des eaux souterraines (2003)

Atrazine et ses produits de dégradation

Petite région naturelle "Ried Nord"



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 5 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 profondeur du sol : deux approches différentes au sens pédologique et agronomique

Le sol est défini comme un volume issu de la dégradation d'un matériau originel appelé roche-mère. Ce matériau peut être une roche ou des sédiments déposés par les eaux ou le vent.

La profondeur du sol, du point de vue du pédologue, correspond à la profondeur du matériel meuble et poreux jusqu'à atteinte de la roche mère ou du substrat sous-jacent.

L'agronome, s'intéresse quant-à-lui, avant tout aux relations entre le sol et la plante. Ce qui importe dans ce cas c'est le volume de sol qui peut être prospecté par les racines d'une culture. C'est pourquoi il utilise la notion de profondeur d'enracinement. Elle peut être supérieure à la profondeur de sol, si les racines poursuivent leur développement jusque dans le matériau à l'origine du sol, dans le loess par exemple. La profondeur d'enracinement peut être aussi inférieure à la profondeur du sol définie par le pédologue si des obstacles, tel qu'un excès d'eau très marqué, viennent limiter l'enracinement.

Dans le guide des sols d'Alsace, la profondeur d'enracinement a été considérée pour des cultures annuelles qui occupent la grande majorité des terres agricoles.

La profondeur d'enracinement est un paramètre déterminant dans le calcul de la réserve utile en eau du sol. Dans le guide des sols la réserve utile est prise au sens de la part accessible aux plantes du volume de porosité d'un sol pouvant contenir durablement de l'eau. Ainsi dans les sols très hydromorphes présentant des contraintes fortes à l'enracinement d'une culture (en bordure de cours d'eau ou dans les Rieds hydromorphes), le calcul de la réserve utile est plafonné du fait d'un enracinement limité.

Par ailleurs, la profondeur d'enracinement intervient aussi fortement dans le calcul de la sensibilité d'un sol au lessivage des nitrates (cf. chapitre 6.8 Les sols et le risque de lessivage des nitrates), puisque elle détermine la profondeur au delà de laquelle les nitrates ne pourront plus être absorbés par les racines d'une culture. Plus cette profondeur est faible, plus le risque de lessivage des nitrates augmente.

4.2.2. 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 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 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.

4.2.3. 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.

4.2.4. L'hydromorphie (gley et pseudogley)

L'excès d'eau revêt dans cette région de Ried une grande importance.

Il s'agit le plus souvent de sols à couche de gley (ou horizon « réductique »), profond apparaissant à moins de 1,2 m de profondeur (longueur d'une tarière standard).

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

Ce type d'hydromorphie est toujours lié à la présence d'une **nappe alluviale permanente** dans le sol à faible profondeur (de 1 à 2 m). Cette hydromorphie est généralisée dans la partie Ried, proprement dite, de la région.

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

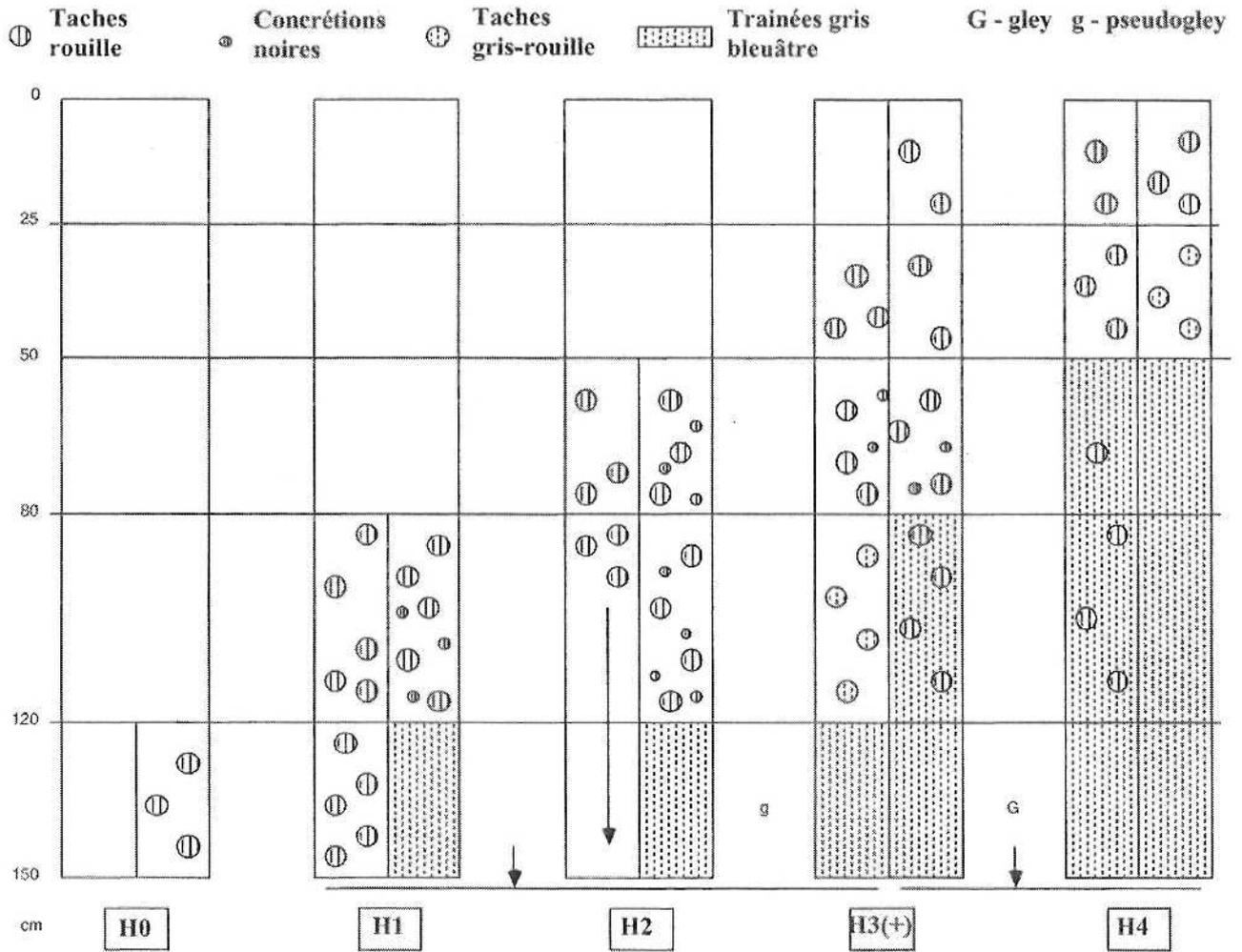
Ces nappes perchées sont souvent associées aux sols limoneux anciens, parfois sableux, lessivés, d'origine alluviale ou éolienne, cas des lehms non représentés dans la région.

Plus rarement, les 2 types d'hydromorphie peuvent être présents dans le même sol. Toutes les variantes citées existent dans la région.

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

Tableau des classes d'hydromorphie d'après Favrot et Devillers		
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 (AFES, 1995).

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

EN SURFACE :

➤ **A désigne l'horizon de surface, organo-minéral** et dont la structuration est d'origine biologique. Quand il est labouré, cet horizon est appelé LA.
En milieu forestier ou prairial, des horizons de surface très organiques peuvent apparaître. Ils sont désignés par les lettres OL, OF ou OH.

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

➤ **S désigne l'horizon minéral dépourvu de matière organique**. Il est le siège de mécanismes d'altération et correspond notamment à l'horizon structural des sols bruns.
➤ **E correspond à un horizon de couleur claire appauvri en argile et/ou en fer** (horizon éluvial = horizon d'où les éléments partent).
➤ **B désigne un horizon d'accumulations illuviales** appelé plus précisément BT quand il s'agit d'accumulation d'argile, ou BP quand il s'agit d'accumulation de produits amorphes (matière organique, aluminium, fer) comme c'est le cas dans les sols podzoliques.

ENFIN, EN FOND DE PROFIL, se distingue :

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

ET TOUT EN BAS...

➤ **R : roche mère dure, massive** ou peu fragmentée (granite, grès,...)
➤ **M : roche mère meuble** ou tendre, telle que les marnes
➤ **D : matériaux durs, fragmentés puis transportés** mais non consolidés avec une grande abondance d'éléments grossiers (cailloutis alluvial du Rhin, de l'Ill, des rivières vosgiennes ...).

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

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

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

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

h pour un horizon plus humifère que la norme, ca pour noter la présence de CaCO₃, S₁ , S₂ pour subdiviser un horizon S présentant des variations pour un paramètre donné comme par exemple des taches d'oxydation plus nombreuses.

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

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

L'identification d'un type de sol repose sur une série d'observations qualitatives réalisées depuis la surface jusque vers 1 m de profondeur grâce à la tarière (§ 4.1). La caractérisation détaillée du sol fait appel à des analyses de terre réalisées horizon par horizon, à l'occasion d'ouverture de fosses ou de tranchées. Ces descriptions permettent de confirmer et de préciser les observations réalisées 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 : la couche labourée. Ainsi, même très complète, une analyse de terre ne peut pas être la seule base de l'identification du sol d'une parcelle : elle ne peut pas se substituer à l'observation du sol et à son interprétation. Par contre, sous certaines conditions, elle peut apporter sur quelques points une confirmation de l'identification réalisée par les observations de surface et de profondeur.

Elle doit comporter pour cela :

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

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

Par contre, l'analyse de terre est un outil de haute qualité pour apprécier et suivre l'évolution de la fertilité chimique d'une parcelle ou d'un groupe de parcelles établies sur le même type de sol et soumises au même système de culture et de fertilisation. Elle permet d'adapter les fertilisations en phosphore, potasse, 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 (de type semelle de labour), les attaques parasitaires, la conduite de l'irrigation sont autant d'éléments qui conditionnent l'obtention du rendement potentiel.

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

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

En effet, pour chaque type de sol, une sélection d'analyses de terre provenant de diverses parcelles et comportant une analyse granulométrique complète a été utilisée pour préciser la variabilité des textures de surface rencontrées au sein de ce type. Cette variabilité est figurée par une plage de couleur 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 (sol brun)	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. On parle de sol brun pour un sol ayant un horizon de surface brun, plus ou moins décarbonaté au moins dans les horizons de surface, et caractérisé par un lessivage nul ou faible des argiles et du fer.
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, ou en cmol/kg.
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. Erosion diffuse (ou en nappe) : transport des particules au sein d'une lame d'eau répartie de façon quasi-uniforme à la surface du sol Erosion 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 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.
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).
Nappe perchée (et temporaire)	Nappe superficielle d'origine pluviale formée au-dessus d'un horizon quasi-imperméable. Elle est présente dans les sols lessivés à pseudogley (aussi dénommés luvisols-rédoxisols).
Nappe permanente	Nappe phréatique profonde d'origine alluviale. Elle est souvent présente dans les sols à gley (aussi dénommés réductisols).
Perméabilité	Capacité d'un sol à laisser plus ou moins facilement s'écouler l'eau dans les pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Point de flétrissement permanent	Quantité d'eau retenue par le sol au moment où la plante n'arrive plus à l'extraire et commence à se flétrir. Le point de flétrissement est défini comme la teneur en eau à pF 4,2 (16 atmosphères = équivalent de la force de succion des racines), cette teneur varie avec la texture du sol.
Porosité	Volume des vides du sol (s'exprime en % du volume total).
Pouvoir épurateur	Capacité du sol à retenir et/ou recycler les matières organiques et les éléments minéraux apportés par des déchets, sans transfert de pollution vers les eaux ou les cultures.
Pouvoir fixateur	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).
Pseudogley (g) (horizon rédoxique)	Horizon de sol hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe temporaire reposant sur un horizon quasi-imperméable.
Réduit/oxydé	Etats du fer. En conditions anaérobies, dans les sols à nappe permanente (gley), le fer est réduit et prend une couleur gris-bleuté. En conditions aérobies partielles, dans les sols à nappe temporaire (pseudogley), il est oxydé et de couleur rouille.
Référentiel pédologique (RP)	C'est une typologie qui fait le point sur tout ce que l'on sait à ce jour sur les sols du monde (domaine tropical excepté). Il remplace désormais la classification des sols de 1967 (dite CPCS)
Remanié	Se dit d'un dépôt repris et transporté par le ruissellement. S'applique en particulier aux matériaux limoneux éoliens mélangés à des alluvions de rivières vosgiennes.

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).
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'oeil 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 DU RIED NORD

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

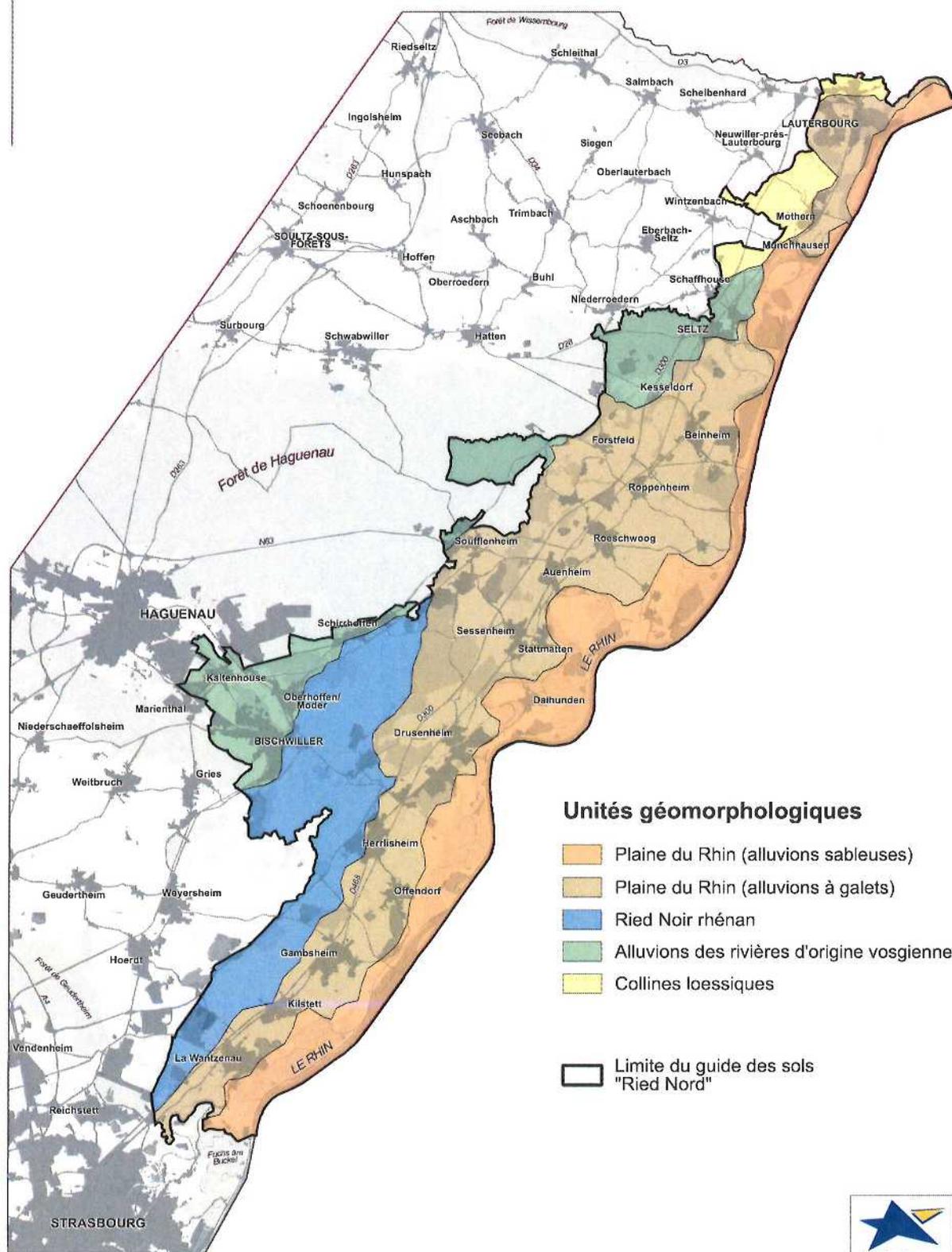
Le système proposé repose sur trois entrées possibles :

- ❶ une **clé d'identification** (cf. page suivante) associée à une carte de localisation, permet de s'orienter vers les fiches de sol correspondant à la situation rencontrée, à partir de données simples : localisation dans le paysage à l'aide du zonage géomorphologique des paysages de la région naturelle du Ried Nord (cf. au dos), paramètres facilement identifiables de carbonatation, pierrosité, hydromorphie, couleur du sol...
- ❷ l'utilisateur disposant de plus de temps et ayant déjà acquis une bonne connaissance régionale peut feuilleter directement les **fiches** de sols.
- ❸ en consultant le **zonage agro-pédologique**, présenté hors-texte à la fin du document, l'utilisateur se reporte à l'une ou l'autre fiche de sol recherchée. Ce zonage complète la clé d'identification.

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

Zonage géomorphologique des paysages

Petite région naturelle "Ried Nord"



5.1. LA CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS

Petite région (inondabilité)		Eloignement du Rhin Topographie Aspects de surface		Éléments Caractéristiques du sol	FICHE n°	
Plaine du Rhin	Plaine non inondable	Plaine sableuse, proche du Rhin (alluvions sableuses)	Surfaces planes sableuses	S	1 - Sable, profond, calcaire, sur alluvions sableuses du Rhin	
				Lsa/Sal	2 - Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire, sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin	
			Brun en surface	Méandres dépressions	hydromorphe	3 - Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres proches du Rhin
					Très hydromorphe	4 - Limon argilo-sableux, à gley, calcaire, des méandres proches du Rhin
		Plaine agricole éloignée du Rhin (alluvions à galets)	Surfaces planes limoneuses	Peu à moyennement profond	5 - Limon argilo-sableux, peu profond, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	
				profond	6 - Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	
			Brun en surface	Méandres dépressions	hydromorphe	7 - Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres de la plaine du Rhin
					Très hydromorphe	8 - Argile, décarbonatée, à gley, des méandres de la plaine du Rhin
	Ried rhénan inondable	Brun-noirâtre en surface	Couleur brunâtre	ALS	9 - Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui, du Ried noir rhénan	
			Couleur noirâtre	Argilo-tourbeux	10 - Argile, hydromorphe, tourbescente du Ried noir rhénan	
Base des collines	Alluvions des rivières vosgiennes (vers forêt de Haguenau)	Levées sableuses	Moder	Profond (> 1 m)	11 - Sable, acide, profond, sain sur sables pliocènes de Haguenau	
				Moyennement profond (< 1 m)	13 - Sable, acide, moyennement profond, sur alluvions de la Moder	
			Sauer	hydromorphe	14 - Sable à sable argileux, hydromorphe, sur alluvions de la Sauer 12 - Sable argileux à argile sableuse, hydromorphe, sur argiles pliocènes de Haguenau	
		Vallées argileuses		-	A-As	15 - Argile à argile sableuse, hydromorphe des vallées vosgiennes
		Collines loessiques (vers Outre-Forêt)	Côteaux	-	L-La Calcaire	16 - Limon à limon argileux, calcaire, sain, sur loess
				-	L-LA Non calcaire	17 - Limon à limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess
	-			LA-AL Non calcaire	18 - Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	
	Vallons		-	LA Peu hydromorphe	19 - Limon argileux, calcaire, peu hydromorphe, des vallons loessiques	
		-	L (LA) Très hydromorphe	20 - Limon calcaire à décarbonaté, très hydromorphe, des vallons limoneux humides		

* A : argile, L : limon, S : sable

5.2. LES FICHES DE SOLS

Deux ensembles de fiches sont possibles : les fiches détaillées, pour les sols spécifiques à la région d'étude, et les fiches simplifiées pour des sols moins représentés dans le secteur. Le guide Ried Nord comporte en tout 10 fiches détaillées et 10 fiches simplifiées.

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 de texture GEPPA, présenté 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**, 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.

Une fiche simplifiée comporte 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 20 fiches :

10 fiches détaillées (sols caractéristiques du Ried Nord),

10 fiches simplifiées (sols à la marge du Ried Nord)

Fiche n°	Nom de l'unité de sol	page
Plaine sableuse du Rhin (4 fiches détaillées)		
1	Sable, profond, calcaire, sur alluvions sableuses du Rhin	p.43
2	Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire, sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin	p.47
3	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres proches du Rhin	p.51
4	Limon argilo-sableux, à gley, calcaire, des méandres proches du Rhin	p.55
Plaine agricole du Rhin (4 fiches détaillées)		
5	Limon argilo-sableux, peu profond, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	p.59
6	Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, des alluvions du Rhin	p.63
7	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres de la plaine du Rhin	p.67
8	Argile, décarbonatée, à gley, des méandres de la plaine du Rhin	p.71
Ried noir rhénan (2 fiches détaillées)		
9	Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui, du Ried noir rhénan	p.75
10	Argile, hydromorphe, tourbescente, du Ried noir rhénan	p.79

Fiche n°	Nom de l'unité de sol	page
<i>Alluvions des rivières d'origine vosgienne (5 fiches simplifiées)</i>		
11	Sable, acide, profond, sain sur sables pliocènes de Haguenau	p.83
12	Sable argileux à argile sableuse, hydromorphe, sur argiles pliocènes de Haguenau	p.85
13	Sable, acide, moyennement profond, sur alluvions de la Moder	p.87
14	Sable à sable argileux, hydromorphe, sur alluvions de la Sauer	p.89
15	Argile à argile sableuse, hydromorphe des vallées vosgiennes	p.91
<i>Limons de loess et lehm d'Outre Forêt (5 fiches simplifiées)</i>		
16	Limon à limon argileux, calcaire, sain, sur loess	p.93
17	Limon à limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	p.95
18	Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	p.97
19	Limon argileux, calcaire, peu hydromorphe, des vallons loessiques	p.99
20	Limon calcaire à décarbonaté, très hydromorphe, des vallons limoneux humides	p.101

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

ETABLISSEMENT DU ZONAGE : modalités d'élaboration et données utilisées

Le zonage que nous présentons ici correspond principalement à l'utilisation de 2 études de sols réalisées en vue de l'épandage agricole des boues de stations d'épuration au 1/25 000^{ème}. Nous avons aussi utilisé les levés pédologiques de la carte des terres agricoles de la CDTA de Haguenau (voir bibliographie et annexe 4). Ces études, pour les surfaces qui les concernent, ont été transposées de façon simplifiée, puis une extrapolation de ces études a été réalisée sur les surfaces non renseignées.

Celle-ci a été menée en 4 temps :

- exploitation des données antérieures réalisées sur le périmètre notamment au cours des 15 dernières années, soit 3 ou 4 documents pédologiques (cf. annexe 4),
- étude des sols des secteurs non cartographiés à la précision du 1/50.000^{ème}, c'est à dire avec en moyenne 1 analyse de terre pour 40 à 100 ha et 19 profils de sol, soit 1 pour 1500 ha environ,
- réalisation de la carte au 1/100.000^{ème}, assortie d'une typologie des sols d'ensemble présentée dans ce guide,
- informatisation de toutes les données dans la base de données régionale sur les sols d'Alsace.

Ces 4 phases ont permis de proposer une description homogène des sols, et de leurs caractéristiques.

L'étude a conduit à la réalisation générale d'une cartographie reportée sur un fond topographique au 1/100.000^{ème}). Ce choix permet de présenter une cartographie des sols à une précision suffisante pour aider les techniciens à identifier les types de sols sur le terrain.

Ce zonage au 1/100 000^{ème} ne constitue pas une carte précise des sols. Il donne une information sur les principaux types de sols qui présentent statistiquement la plus grande probabilité d'être identifiés dans un secteur donné.

Pour une reconnaissance ou expertise parcellaire il faut obligatoirement s'appuyer sur des observations de terrain **qui seront comparées aux données des fiches des sols de ce guide.**

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

Répartition des principaux types de sols dans la petite région Ried Nord

Types de paysages Guide Ried Nord	Unités cartographiques (UC)		Unités de sols (Fiches)		Fiche/UC (1) %	Surface (2) %
	N°	Matériau	N°	Description simplifiée		
1 - Plaine sableuse proche du Rhin	1	Alluvions sableuses	1	Sable, profond, calcaire, sur alluvions sableuses du Rhin	80	6 à 7
			2	Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire, sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin	20	
	2	Alluvions argileuses	3	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres proches du Rhin	70	10 à 15
			4	Limon argilo-sableux, à gley, calcaire, des méandres proches du Rhin	30	
2 - Plaine agricole éloignée du Rhin	3	Alluvions limoneuses (plages de galets épars)	5	Limon argilo-sableux, peu profond, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	20	35 à 40
			6	Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	80	
	4	Méandres d'inondation	7	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres de la plaine du Rhin	60	5 à 6
			8	Argile, décarbonatée, à gley, des méandres de la plaine du Rhin	40	
3 - Ried noir rhénan	5	Ried noir tourbescent	9	Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui, du Ried noir rhénan	100	10 à 12
	6	Ried noir tourbeux	10	Argile, hydromorphe, tourbescente, du Ried noir rhénan	100	5 à 10
4 - Alluvions des rivières d'origine vosgienne	7	Alluvions sableuses et argileuses de Haguenau	11	Sable, acide, profond, sain sur sables pliocènes de Haguenau	90	3 à 6
			12	Sable argileux à argile sableuse, hydromorphe, sur argiles pliocènes de Haguenau	10	
	8	Alluvions sableuses de la Moder	13	Sable, acide, moyennement profond, sur alluvions de la Moder	100	1 à 2
	9	Alluvions sableuses de la Sauer	14	Sable à sable argileux, hydromorphe, sur alluvions de la Sauer	100	1 à 2
	10	Alluvions récentes des rivières vosgiennes	15	Argile à argile sableuse, hydromorphe, des vallées vosgiennes	100	1 à 2
5 - Collines loessiques	11	Loess	16	Limon à limon argileux, calcaire, sain, sur loess	70	1 à 2
			17	Limon à limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	30	
	12	Lehm-loess	18	Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	100	1 à 2
	13	Colluvions loessiques	19	Limon argileux, calcaire à calcique, peu hydromorphe, des vallons loessiques	100	1 à 2
	14	Alluvions-colluvions	20	Limon calcaire à décarbonaté, très hydromorphe, des vallons limoneux humides	100	1 à 2

(1) % de surface occupée par l'unité de sol (sol décrit dans une fiche) dans l'unité cartographique de sol

(2) % de surface occupée par l'unité cartographique de sol dans la petite région naturelle Ried Nord

LES FICHES DE SOLS

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable, profond, calcaire,
sur alluvions sableuses du Rhin

1

Sol sableux, brun, calcaire, beige vers 30 cm, puis sable limoneux jaunâtre vers 70 cm, reposant vers 120 cm sur un sable orangé taché de rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 12.1

Classification CPCS : Sol alluvial peu évolué calcaire sableux

Classification RP : Fluviosol carbonaté, sableux, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se développe en association avec le sol suivant (fiche 2) sur les alluvions récentes et saines du Rhin à dominante sableuse et calcaire. Ces alluvions situées tout le long du fleuve du Sud au Nord de l'Alsace, se localisent surtout à proximité des zones boisées disséminées le long du Rhin. Ces sols présentent une profondeur importante (100 à 150 cm le plus souvent) et reposent sur le cailloutis rhénan. Les sols des fiches 1 et 2 se différencient par leur texture de surface et leur profondeur : sable argilo-limoneux ou limon sablo-argileux et 50 cm d'épaisseur pour le sol 2, sable à sable limoneux dès la surface pour le sol 1, ce dernier étant le plus fréquent. Les conséquences agronomiques qui en découlent sont importantes : avec une réserve utile plus élevée, le sol 1 permet certaines cultures (maïs par exemple) sans recours systématique à l'irrigation.

Mise en valeur actuelle : cultures d'été parfois irriguées (maïs), céréales à paille, cultures spéciales

Etendue estimée : 6 à 7 % (sols 1 et 2)



Ces sols se trouvent en bordure du Rhin.
On peut y observer des cultures spéciales comme les asperges.

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique** :
Proximité du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Etendues sableuses avec quelques galets épars

- **Position topographique** :
Zones planes de la basse plaine rhénane sableuse, zone non inondable

au toucher (surface) :



- Texture de surface sableuse à sablo-limoneuse

- **Matériau** :
Sableux à sablo-limoneux, calcaire, peu ou pas de galets

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide forte

à la tarière :



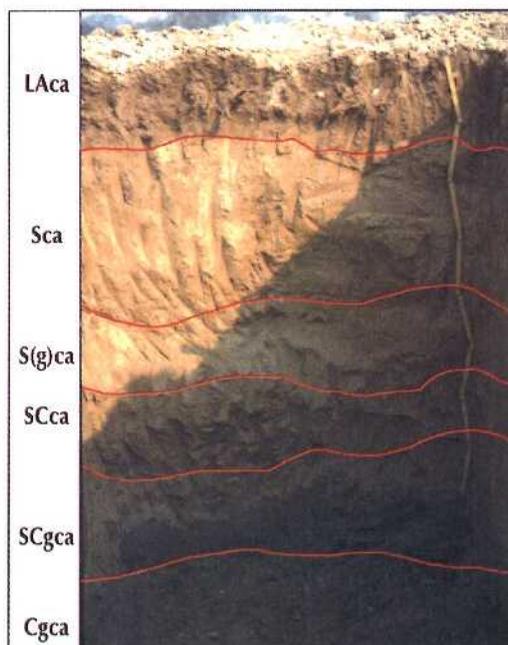
- Sol profond (1 m à 1,5 m) ; sain ou peu hydromorphe, sable jaunâtre calcaire

**Région naturelle n° 2
Ried Nord**
**Fiche de sol n°
Sable, profond, calcaire,
sur alluvions sableuses du Rhin**
1
Sol sableux, brun, calcaire, beige vers 30 cm, puis sable limoneux jaunâtre vers 70 cm, reposant vers 120 cm sur un sable orangé taché de rouille.
UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle de maïs

Dahlunden : X = 1014,5 - Y = 2434,7

Profil caractéristique de l'unité


DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Sable, brun (10 YR 4/3), structure polyédrique (15 mm), meuble, peu friable. Nombreuses racines. Calcaire.

Horizon Sca (30-70 cm) - Sable, beige (2,5 Y 5/3), structure polyédrique (5 mm), meuble, friable. Racines peu nombreuses. Calcaire.

Horizon S(g)ca (70-100 cm) - Sable limoneux, beige jaunâtre (2,5 Y 5/3), meuble, friable, structure polyédrique (5 mm), meuble. Très peu de racines. Calcaire. Rares taches rouille.

Horizon SCca (100-120 cm) - Sable, gris jaunâtre (2,5 Y 6/3), structure particulière, meuble, friable. Pas de racines. Calcaire.

Horizon SCgca (120-145 cm) - Sable, jaunâtre (2,5 Y 5/3), structure particulière, meuble, friable. Pas de racines. Calcaire. Nombreuses taches rouille.

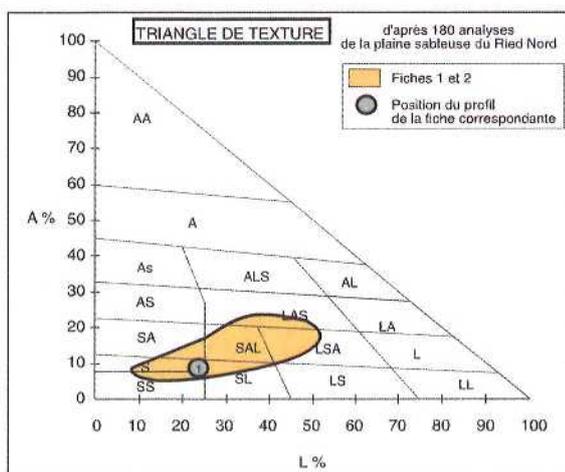
Horizon Cgca (145-180 cm) - Sable, jaunâtre orangé (2,5 Y 5/6), structure particulière, meuble, friable. Pas de racines. Calcaire. Nombreuses taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAca	8,7	57,7	13,4	10,4	8,3	1,3
30-70	Sca	11,2	72,6	7,7	4,7	3,3	0,2
70-100	S(g)ca	2,1	57,4	19,9	12,6	7,3	0,5
100-120	SCca	31,0	65,3	0,5	1,2	1,9	0,1
120-145	SCgca	1,7	79,7	8,0	5,9	4,1	0,3
145-180	Cgca	22,4	72,6	1,0	1,6	2,0	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
9,7	19,5	2,8	30	46	8,2	7,8	34,5	0,49	0,30	0,02	4,6	sat
9,8	19,8	1,8	20	-	8,7	8,5	31,0	0,32	0,07	0,01	1,6	sat
11,0	26,2	3,2	11	-	8,6	8,2	35,5	0,47	0,14	0,01	3,2	sat
7,4	16,6	0,7	-	-	8,8	8,7	30,0	0,30	0,05	0,01	1,0	sat
9,6	22,8	2,1	-	-	8,6	8,4	32,8	0,41	0,09	0,02	2,2	sat
6,8	14,7	0,8	-	-	8,8	8,7	30,2	0,32	0,05	0,02	1,0	sat


Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable, profond, calcaire,
sur alluvions sableuses du Rhin

1

Sol sableux, brun, calcaire, beige vers 30 cm, puis sable limoneux jaunâtre vers 70 cm, reposant vers 120 cm sur un sable orangé taché de rouille.

Enracinement du maïs

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

Profondeur utile limitée par la texture sableuse : enracinement facile jusqu'à 100 cm.

Variabilité du sol

La profondeur de ce sol peut localement varier à moins de 100 cm de profondeur (60-70 cm par places) et la texture de surface peut être plus limoneuse (Sable limoneux ou limon sableux).

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : sable à sable limoneux (5 à 15 % d'argile), avec 50 à 75 % de sable fin sur tout le profil
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 1 à 2
- Densité apparente de 1,2 à 1,4 (de LAcA à SCcA)
- Réserve utile de 80 à 100 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H1
- pH compris entre 8,0 et 8,5
- Calcaire total de 15 à 30 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau relativement limitée
- Infiltration rapide des eaux de surface
- Nappe phréatique à faible profondeur (de 1 à 2 m) facilitant l'irrigation
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable, profond, calcaire,
sur alluvions sableuses du Rhin

1

Sol sableux, brun, calcaire, beige vers 30 cm, puis sable limoneux jaunâtre vers 70 cm, reposant vers 120 cm sur un sable orangé taché de rouille.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités de production correctes en cultures d'été sans irrigation
- Irrigation facile du fait de la proximité de la nappe

Praticabilité et travail du sol

- Facilités de travail du sol et nombreuses interventions possibles

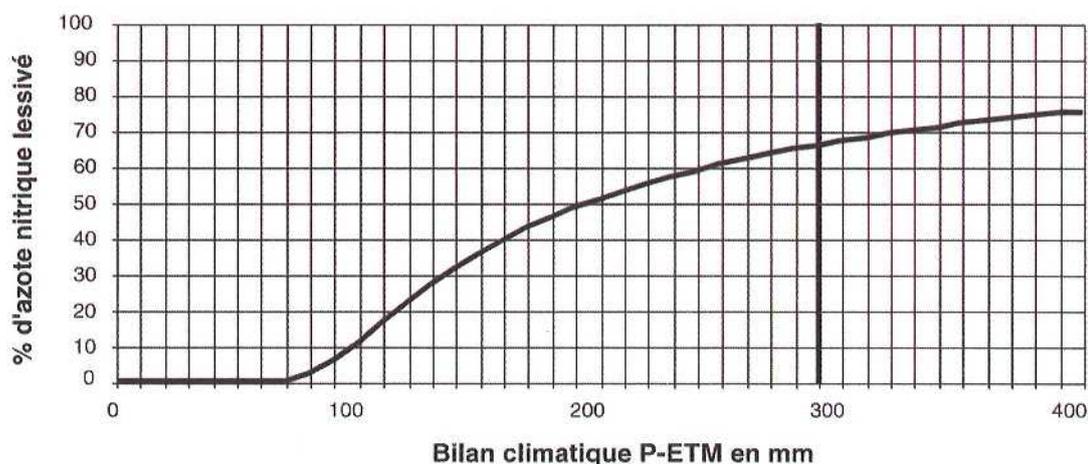
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Mesure de l'indice de pouvoir chlorosant (IPC) à faire en préalable à l'implantation de vergers
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire,
sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin

2

Sol limono-sablo-argileux, brun, calcaire, puis beige jaunâtre à 30 cm, reposant au maximum à 50 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code 12.0

Classification CPCS : Sol alluvial calcaire superficiel limono-sablo-argileux

Classification RP : Fluvisol carbonaté, leptique, limono-sablo-argileux, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se développe en association avec le sol précédent (fiche 1) sur les alluvions récentes et saines ou faiblement hydromorphes du Rhin à dominante sableuse et calcaire. Ces alluvions situées tout le long du fleuve du Sud au Nord de l'Alsace, se localisent surtout à proximité des zones boisées disséminées le long du Rhin. Ces sols présentent une faible profondeur avec un sable grossier très calcaire dès 30 à 50 cm de profondeur. On les trouve dans la zone la plus proche du Rhin de manière assez localisée.

Mise en valeur actuelle : cultures d'été parfois irriguées (maïs), céréales à paille

Etendue estimée : 6 à 7 % (sols 1 et 2)



Cette unité de sol se révèle très localement caillouteuse en surface dans la partie Nord de la plaine d'Alsace

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Proximité du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Etendues sableuses avec quelques galets épars

- Position topographique :

Zones planes caillouteuses de la basse plaine rhénane sableuse, zone non inondable

au toucher (surface) :



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

- Matériau :

Sablo-argilo-limoneux à limono-sablo-argileux, calcaire, présence de galets

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide forte

à la tarière :



- Sol peu profond (< 0,5 m) ; sain, sable jaunâtre calcaire en profondeur

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
 Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire,
 sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin

2

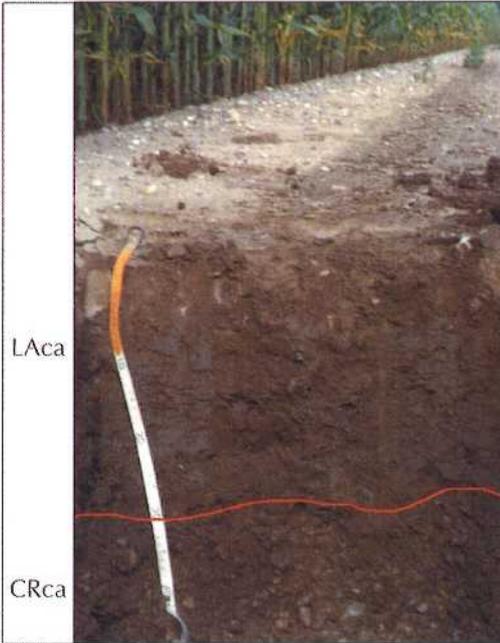
Sol limono-sablo-argileux, brun, calcaire, puis beige jaunâtre à 30 cm, reposant au maximum à 50 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle de maïs

Seltz : X = 1022,7 - Y = 2445,9

Profil caractéristique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0-30 cm) - Limon sablo-argileux, brun foncé (10 YR 34), structure grumeleuse (5 à 10 mm) nette, meuble, friable. Nombreuses racines. Calcaire.

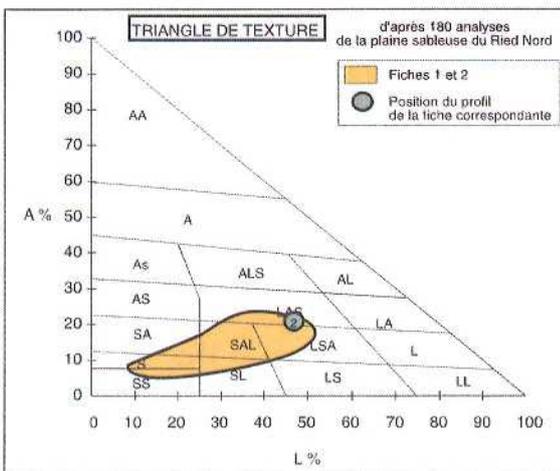
Horizon CRca (> 30 cm) - Sable caillouteux, gris jaunâtre (2,5 Y 54), structure particulaire, compact. Quelques racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.C.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAcA	8,2	18,5	20,1	27,5	22,9	2,7
> 30	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	14,1	1,0	200	120	8,1	-	38,6	1,04	0,49	0,03	12,0	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire,
 sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin**

2

Sol limono-sablo-argileux, brun, calcaire, puis beige jaunâtre à 30 cm, reposant au maximum à 50 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

Enracinement du maïs

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

Profondeur utile limitée par la texture sablo-caillouteuse : enracinement facile mais souvent limité à l'horizon de surface.

Variabilité du sol

Ce type de sol est assez localisé dans la région et peut ne pas être détectable en surface (pas de galets visibles).

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu profond (< 50 cm), 10 % de cailloux
- Superposition des textures : limon sablo-argileux à sable argilo-limoneux (15 à 20 % d'argile), avec 20 à 50 % de sable fin sur sable grossier,
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (en surface)
- Réserve utile de 50 mm pour un enracinement de 30 à 40 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 8,0 et 8,5
- Calcaire total de 10 à 30 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau limitée
- Infiltration rapide des eaux de surface
- Nappe phréatique à faible profondeur (de 1 à 2 m) facilitant l'irrigation
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
 Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire,
 sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin

2

Sol limono-sablo-argileux, brun, calcaire, puis beige jaunâtre à 30 cm, reposant au maximum à 50 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités de production faibles en cultures d'été sans irrigation
- Irrigation indispensable et facilitée du fait de la proximité de la nappe ; privilégier un matériel permettant d'apporter de faibles doses d'irrigation

Praticabilité et travail du sol

- Facilités de travail du sol et nombreuses interventions possibles

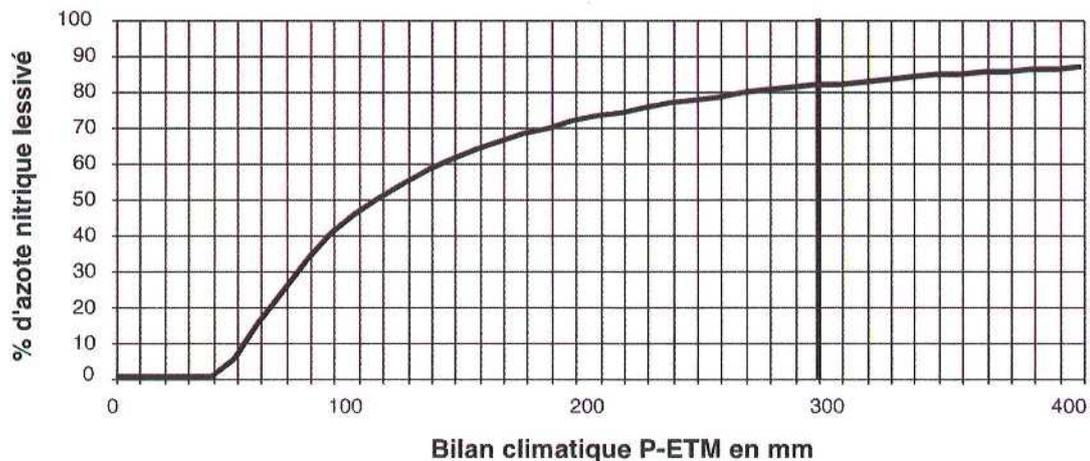
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Mesure de l'indice de pouvoir chlorosant (IPC) à faire en préalable à l'implantation de vergers
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant du fait de la faible réserve utile et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres proches du Rhin

3

Sol limono-argilo-sableux, beige, calcaire, puis limon sablo-argileux beige jaunâtre à 35 cm, puis jaunâtre taché de rouille à 100 cm, reposant à 140-160 cm sur un sable grossier jaunâtre roux.

Typologie des sols d'Alsace : code 12.3

Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe limono-argilo-sableux calcaire

Classification RP : Fluviosol rédoxique, limono-sablo-argileux, calcaire, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Développé sur les alluvions récentes du Rhin, ce type de sol présente une faible représentation dans les dépressions agricoles s'étendant à proximité des zones boisées disséminées le long du Rhin. Il est cependant très représenté aux abords immédiats du Rhin sous forêts en association avec le sol 4. Les dépressions qu'il occupe sont marquées par un dénivelé de 1 à 2 m sur quelques dizaines de mètres de distance et peuvent être bordées de saules. Les sols qui s'y trouvent sont le plus souvent limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux, calcaires, de profondeur variable (60 à plus de 100 cm). Ils sont périodiquement engorgés par les remontées de la nappe qui se trouve vers 1 m.

Mise en valeur actuelle : cultures d'été parfois irriguées (maïs), quelques prairies, bosquets

Etendue estimée : 10 à 15 % (sols 3 et 4)



Les dépressions mises en valeur par l'agriculture sont périodiquement engorgées

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
Proximité du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Dépressions et zones boisées des bords du Rhin

- **Position topographique :**
Dépressions de la basse plaine rhénane, zone inondable par remontée de nappe

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-sablo-argileuse à limono-argilo-sableuse

- **Matériau :**
Limono-argilo-sableux à limono-sablo-argileux, calcaire, pas de galets

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide forte

à la tarière :



- Sol profond (60 à 100 cm) ; limon argilo-sableux gris-jaunâtre orangé très calcaire en profondeur

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres proches du Rhin

3

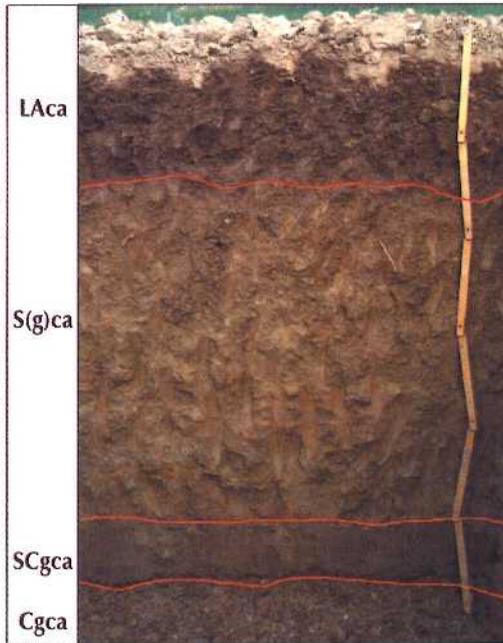
Sol limono-argilo-sableux, beige, calcaire, puis limon sablo-argileux beige jaunâtre à 35 cm, puis jaunâtre taché de rouille à 100 cm, reposant à 140-160 cm sur un sable grossier jaunâtre roux.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle en maïs

Gambshheim : X = 1004,7 - Y = 2423,1

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-35 cm) - Limon argilo-sableux, beige (2,5 Y 43), structure polyédrique (30 mm), peu compact, non friable. Racines peu nombreuses. Calcaire.

Horizon S(g)ca (35-100 cm) - Limon sablo-argileux, beige jaunâtre (2,5 Y 54), structure polyédrique (30 mm) à prismatique (500 mm), peu compact, non friable. Racines très peu nombreuses. Calcaire. Taches rouille au delà de 60 cm.

Horizon SCgca (100-110 cm) - Limon sablo-argileux, jaunâtre-rouille (2,5 Y 44 / 10 YR 56), structure polyédrique subanguleuse (50 mm) à prismatique (500 mm), peu compact, peu friable. Racines très peu nombreuses. Calcaire. Taches rouille assez nombreuses.

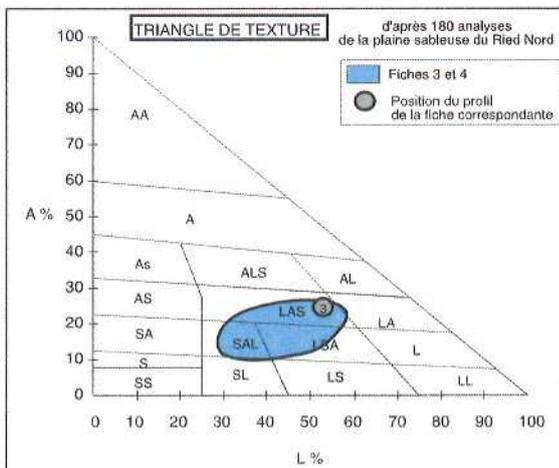
Horizon Cgca (> 110 cm) - Sable ou sable caillouteux, jaunâtre roux (2,5 Y 44), structure particulière, meuble, friable. Pas de racines. Calcaire. Taches rouille peu nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LAca	2,6	13,8	23,7	31,5	25,9	2,2
35-100	S(g)ca	0,5	15,2	35,4	29,9	18,0	0,8
100-110	SCgca	0,9	14,2	17,1	39,8	27,1	0,8
> 110	Cgca	19,2	66,1	8,8	5,7	3,4	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	20,0	5,2	150	31	8,3	7,7	43,2	1,14	0,32	0,06	12,1	sat
8,8	37,5	7,5	< 10	-	8,5	7,8	39,3	0,94	0,10	0,08	7,5	sat
8,7	14,8	4,1	< 10	-	8,4	7,7	43,6	1,93	0,16	0,08	11,0	sat
8,3	16,8	1,8	< 10	-	8,6	8,4	32,5	0,55	0,03	0,02	2,0	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres proches du Rhin

3

Sol limono-argilo-sableux, beige, calcaire, puis limon sablo-argileux beige jaunâtre à 35 cm, puis jaunâtre taché de rouille à 100 cm, reposant à 140-160 cm sur un sable grossier jaunâtre roux.

Enracinement du maïs

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

Enracinement développé jusqu'à 100-120 cm. Profondeur utile limitée par la nappe.

Variabilité du sol

La profondeur de ce sol est assez variable : 60-70 cm par places jusqu'à 150 cm et plus parfois, avec des taches gris-rouille marquées toujours présentes à partir de 80-100 cm.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (60 cm à 1 m et plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à limon sablo-argileux (20 à 30 % d'argile), sur sable ou sable limoneux (moins de 10 % d'argile) en profondeur,
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LAcA à SCgca)
- Réserve utile de 180-240 mm pour un enracinement de 100-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH voisin de 8,0 à 8,5
- Calcaire total de 15 à 30 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Hydromorphie marquée, risques d'engorgement par remontée de nappe à faible profondeur (1 à 1,5 m)
- Réserve utile limitée au printemps par le niveau haut de la nappe
- La RU disponible s'élève en cours de saison avec l'abaissement de ce niveau
- Structure continue et consistance friable du substrat. Stagnation des eaux locale de longue durée
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres proches du Rhin

3

Sol limono-argilo-sableux, beige, calcaire, puis limon sablo-argileux beige jaunâtre à 35 cm, puis jaunâtre taché de rouille à 100 cm, reposant à 140-160 cm sur un sable grossier jaunâtre roux.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités de production limitées par les engorgements périodiques
- Pas de drainage de ces sols du fait d'un excès d'eau vraiment marqué au delà de 100 cm

Praticabilité et travail du sol

- Terres difficiles à travailler du fait de l'hydromorphie ; ce caractère est atténué par un taux de matière organique correct (2 % et plus) et la présence constante de calcaire total

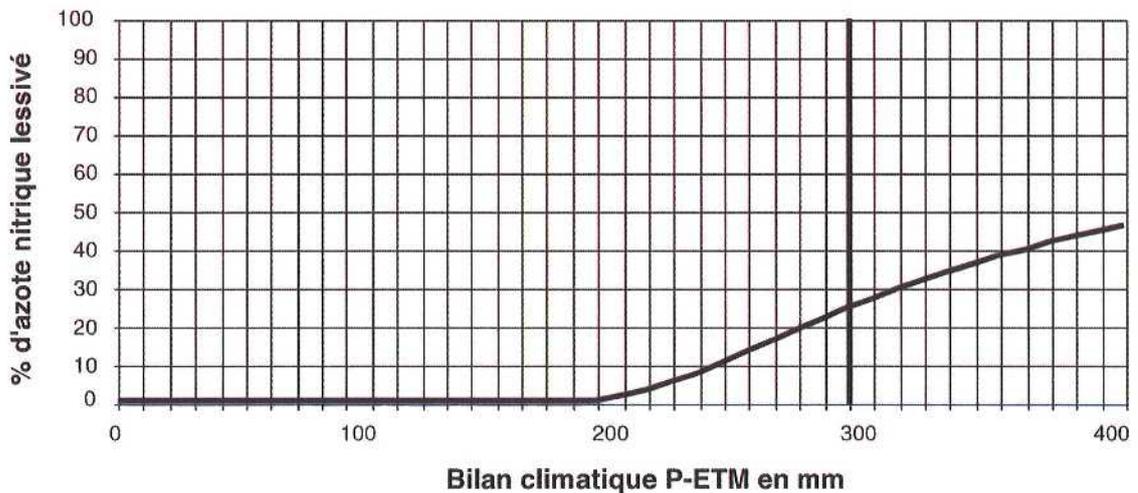
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Fertilisation potassique privilégiant des apports au plus près de la croissance de la plante
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant vis-à-vis de la matière organique du fait de l'excès d'eau.
- Le contrôle de l'hydromorphie est indispensable

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, à gley, calcaire,
des méandres proches du Rhin

4

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige à gris jaunâtre rouille à 40 cm, reposant à 100 cm sur un limon argileux grisâtre rouille (sable caillouteux à 140 cm).

Typologie des sols d'Alsace : code 12.4

Classification CPCS : Sol hydromorphe à gley calcaire

Classification RP : Réductisol fluviq, calcaire, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Développé sur les alluvions récentes du Rhin, ce type de sol, étroitement associé au sol de la fiche 3 mais plus hydromorphe, présente une importance dans les dépressions agricoles s'étendant à proximité des zones boisées disséminées le long du Rhin. Par ailleurs, il est très représenté aux abords immédiats du Rhin sous forêts. Les dépressions qu'il occupe sont marquées par un dénivelé de 1 à 2 m sur quelques dizaines de mètres de distance. Les sols qui s'y trouvent sont le plus souvent très humides, calcaires, de profondeur importante (100 à 150 cm). Ils sont périodiquement engorgés par les remontées de la nappe qui se trouve à moins de 1 m.

Mise en valeur actuelle : cultures d'été parfois irriguées (maïs) ou prairies

Etendue estimée : 10 à 15 % (sols 3 et 4)



Les dépressions mises en valeur par l'agriculture correspondant à ce type de sol restent souvent enherbées en permanence

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique** :
Proximité du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Dépressions et zones boisées des bords du Rhin

- **Position topographique** :
Dépressions de la basse plaine rhénane, zone inondable par remontées de nappe

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse

- **Matériau** :
Limon-argilo-sableux, calcaire, pas de galets

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide forte

à la tarière :



- Sol profond (1 m) ; limon argilo-sableux gris bleuté, sable caillouteux grisâtre très calcaire en profondeur

**Région naturelle n° 2
Ried Nord**
**Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, à gley, calcaire,
des méandres proches du Rhin**
4
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige à gris jaunâtre rouille à 40 cm, reposant à 100 cm sur un limon argileux grisâtre rouille (sable caillouteux à 140 cm).
UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Prairie pâturée

Neuhaeusel : X = 1023,1 - Y = 2439,9

Profil typique de l'unité


DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ahca (0-40 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 42), structure grumeleuse (10 mm) à polyédrique (30 mm), compact, non friable. Très nombreuses racines. Calcaire.

Horizon ASgca (40-70 cm) - Limon argilo-sableux, beige jaunâtre (2,5 Y 53), structure polyédrique (30 mm), compact, non friable. Nombreuses racines. Calcaire. Quelques taches rouille.

Horizon Sgca (70-100 cm) - Limon argilo-sableux, gris-rouille (5 Y 54), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), compact, non friable. Peu de racines. Calcaire. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon Goca (100-140 cm) - Limon argileux, gris jaunâtre (5 Y 62), réduit, structure continue, peu compact, peu friable. Très peu de racines. Calcaire. Très nombreuses taches gris-rouille.

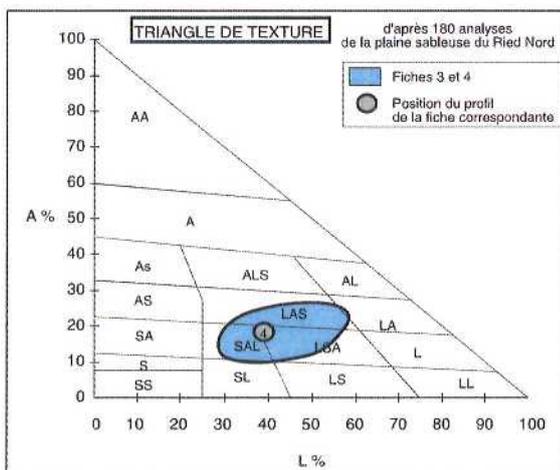
Horizon CGca (> 140 cm) - Sable caillouteux, grisâtre, structure particulière, peu compact, friable. Pas de racines. Calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40	Ahca	8,1	29,5	14,5	23,7	21,0	3,0
40-70	ASgca	5,8	34,4	14,4	24,7	19,2	1,5
70-100	Sgca	2,1	20,4	13,7	35,2	26,9	1,4
100-140	Goca	0,5	3,9	23,5	48,4	22,9	0,9
> 140	CGca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	16,3	4,0	39	6	8,1	7,6	42,1	1,04	0,18	0,03	11,2	sat
8,2	19,9	4,6	10	-	8,4	7,8	39,6	0,89	0,11	0,02	8,5	sat
7,5	20,0	6,2	< 0,10	-	8,4	7,7	44,3	1,34	0,15	0,03	10,8	sat
9,2	30,4	11,6	< 0,10	-	8,5	7,8	42,1	1,19	0,13	0,03	9,0	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-


Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, à gley, calcaire,
des méandres proches du Rhin

4

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige à gris jaunâtre rouille à 40 cm, reposant à 100 cm sur un limon argileux grisâtre rouille (sable caillouteux à 140 cm).

Enracinement du maïs

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

Enracinement développé jusqu'à 80-100 cm, asphyxie de la plante liée à l'engorgement généralisé. Profondeur utile limitée par la nappe.

Variabilité du sol

La profondeur de ce sol peut localement varier à moins de 100 cm de profondeur (60-70 cm par places) et la texture de surface peut être plus argileuse (argile limono-sableuse).

Par ailleurs, ces dépressions sont souvent masquées dans le paysage car elles ont été remblayées au cours du temps par des apports anthropiques.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (1 m à 1,5 m), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon-argilo-sableux à limon argileux (20 à 35 % d'argile), sur sable argilo-limoneux (caillouteux) (moins de 15 % d'argile) en profondeur,
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LAca à Goca)
- Réserve utile de 180 à 200 mm pour un enracinement de 100 cm (prairie), 120 à 140 mm pour un enracinement de 60-70 cm (maïs)
- Classe d'hydromorphie : H3 à H4
- pH voisin de 8,0 à 8,5
- Calcaire total de 10 à 30 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Hydromorphie prononcée, risques d'engorgement par remontée de nappe à faible profondeur (0,5 à 1 m)
- Réserve utile limitée au printemps par le niveau haut de la nappe ; la RU disponible s'élève en cours de saison avec l'abaissement de ce niveau
- Structure continue et consistance plastique du substrat en profondeur. Stagnation des eaux de longue durée (2 à 3 semaines). Texture localement assez lourde (30 à 35 % d'argile)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, à gley, calcaire,
des méandres proches du Rhin

4

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige à gris jaunâtre rouille à 40 cm, reposant à 100 cm sur un limon argileux grisâtre rouille (sable caillouteux à 140 cm).

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités de production limitées par les engorgements périodiques
- Pas de drainage de ces sols du fait du caractère localisé de ces sols sur les parcelles

Praticabilité et travail du sol

- Terres lourdes à travailler (hydromorphie marquée et taux d'argile localement élevé) ; ce caractère est atténué par un taux de matière organique élevé (3 à 5 %) et la présence constante de calcaire total

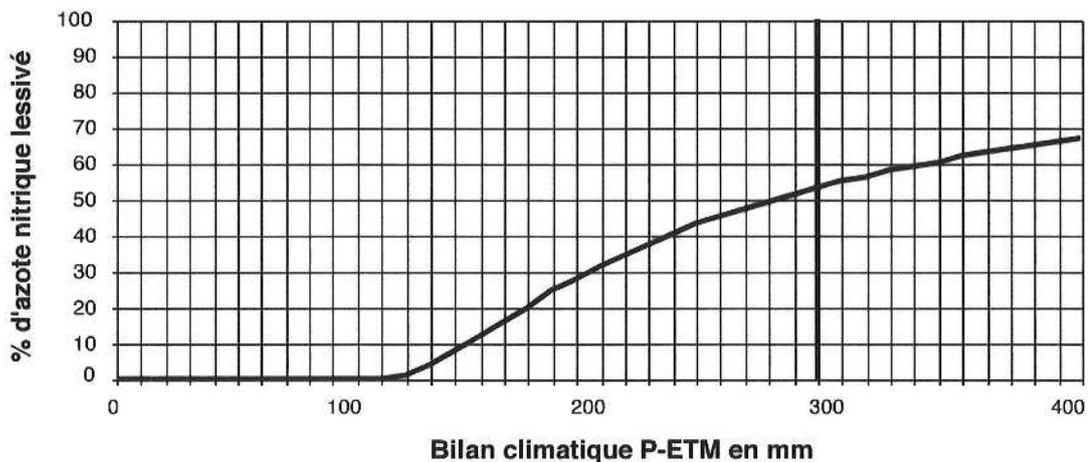
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'eau et du risque élevé de lessivage des nitrates.
- Seuls les sous-produits minéraux riches en fertilisant autre que le calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terres. Par ailleurs un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, peu profond,
calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin

5

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis beige à 30 cm, reposant sur un sable caillouteux grisâtre à faible profondeur (vers 50 cm).

Typologie des sols d'Alsace : code 11.1

Classification CPCS : Sol brun calcique à calcaire

Classification RP : Calcosol-calcisol fluviatique, issu des alluvions de la plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se trouve sur la partie centrale de la plaine Nord du Rhin. Dans le Ried Nord, les sols développés sur cette plaine sont très localement peu à moyennement profonds, calcaires ou décarbonatés, à tendance sablo-argileuse (fiche 5). Ils sont associés à des sols limono-argilo-sableux, à tendance argileuse, plus profonds et beaucoup plus étendus (fiche 6) et correspondant pour certains au remplissage d'anciens chenaux de débordement du Rhin (fiche 7).

Ce sol peut être calcaire, mais de nombreuses plages sont décarbonatées. Cependant, le pH est fréquemment supérieur à 7. Les eaux de pluie ou d'irrigation s'infiltrent rapidement dans ces sols.

Mise en valeur actuelle : céréales parfois irriguées (maïs, tournesol, ...)

Etendue estimée : 35 à 40 % (sols 5 et 6)



Ce sol ne se différencie pas particulièrement des autres par un critère de surface.
Seule la proximité des bois permet parfois de le soupçonner.

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique** :
Centre de la plaine du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Plaine légèrement surélevée dans le paysage ; quelques galets en surface

- **Position topographique** :
Plaine alluviale du Rhin, zone non inondable

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse

- **Matériau** :
Limon-argilo-sableux, calcaire à décarbonaté, quelques galets

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide moyenne, larges plages décarbonatées

à la tarière :



- Sol peu profond (< 0,5 m) ; cailloux à 50-60 cm le plus souvent

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, peu profond,
calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin

5

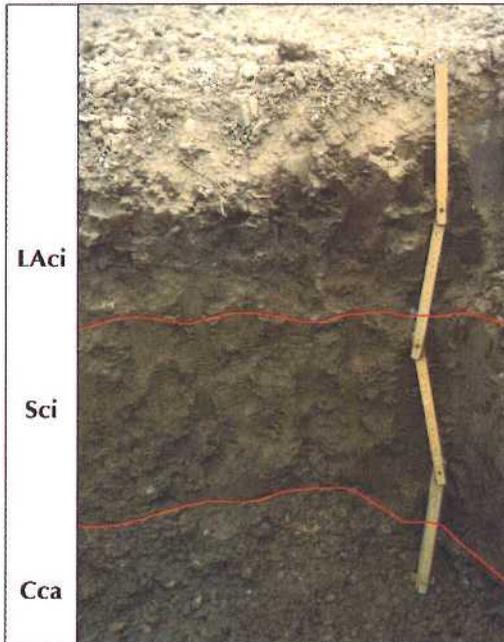
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis beige à 30 cm, reposant sur un sable caillouteux grisâtre à faible profondeur (vers 50 cm).

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle de maïs

Roppenheim : X = 1020,5 - Y = 2441,4

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcI (0-30 cm) - Limono-argilo-sableux, brun (10 YR 43), structure polyédrique (30 mm), peu compact, non friable. Racines peu nombreuses. Non calcaire. Galets assez nombreux.

Horizon Sci (30-60 cm) - Limono-argilo-sableux, beige (10 YR 44), structure polyédrique (50 mm), peu compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Non calcaire. Nombreux galets.

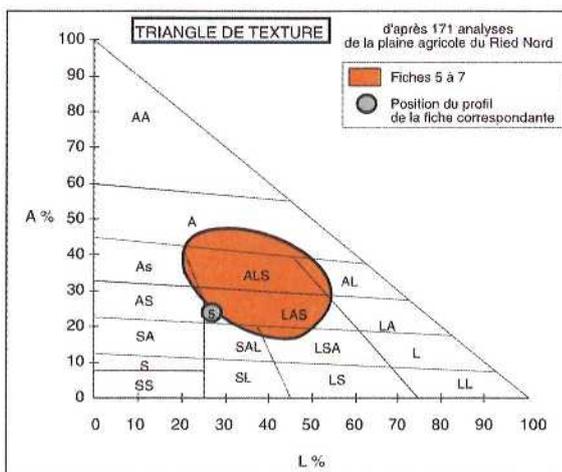
Horizon Cca (> 60 cm) - Sable caillouteux, gris (10 YR 51), très compact, non friable. Pas de racines. Calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAcI	8,7	31,0	13,7	18,0	26,6	2,3
30-60	Sci	9,5	29,5	14,5	23,7	21,0	0,9
> 60	Cca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	0,0	0,0	210	130	7,1	6,5	14,5	1,24	0,64	0,05	13,1	sat
7,2	0,4	0,0	14	-	7,6	6,7	19,1	1,59	0,20	0,06	11,8	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, peu profond,
calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin

5

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis beige à 30 cm, reposant sur un sable caillouteux grisâtre à faible profondeur (vers 50 cm).

Enracinement du maïs

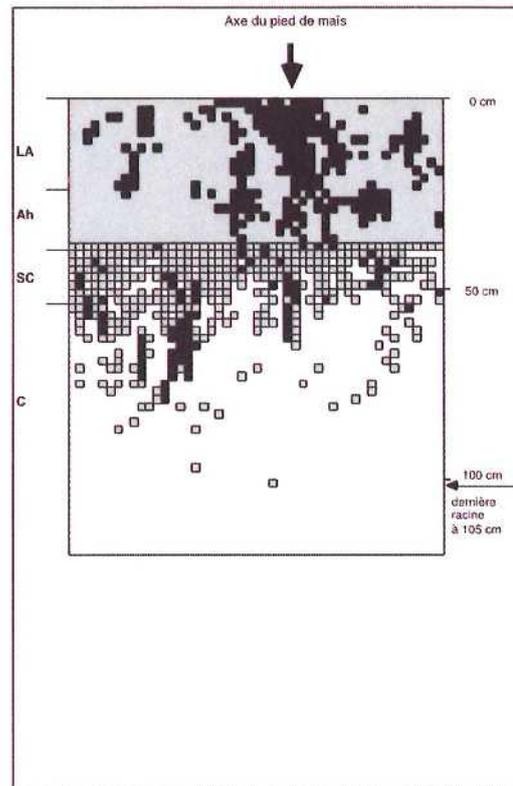
Hilsenheim. Octobre 1991.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue dans la région Centre Alsace. Il est présenté à titre indicatif.

Enracinement profond dans la masse des graviers et sables rhénans jusque vers 100, voire 120 cm de profondeur.

Variabilité du sol

Ce type de sol est assez localisé dans la région et peut ne pas être détectable en surface (pas de galets visibles).



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol superficiel (moins de 50-60 cm), nombreux galets (10 à 30 %)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux (de 25 à 35 % d'argile), puis sable caillouteux (< 10 % d'argile) au delà de 50-60 cm
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5
- Réserve utile de 80-100 mm pour un enracinement de 60 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH voisin de 7,0 à 8,0
- Calcaire total de 0 à 5-10 % en surface comme en profondeur, pas ou très peu de calcaire actif, complexe adsorbant saturé.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile assez faible. Nappe phréatique à faible profondeur (2 à 3 m)
- Quelques cailloux sans incidence sur l'usure du matériel de travail du sol
- Teneur en calcaire actif quasi-nulle
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, peu profond,
calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin

5

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis beige à 30 cm, reposant sur un sable caillouteux grisâtre à faible profondeur (vers 50 cm).

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Bonnes potentialités en culture d'été avec irrigation
- Présence de quelques cailloux

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage rapide permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

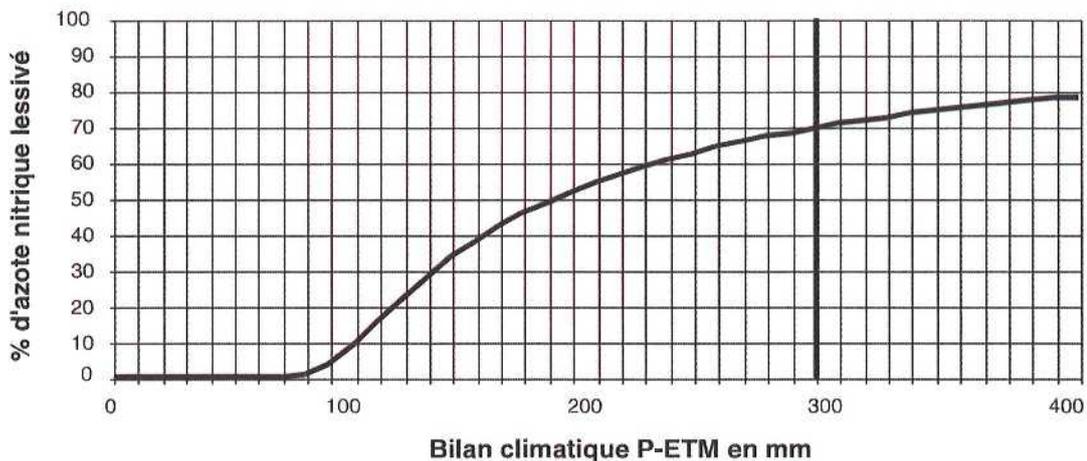
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, apportées au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause d'un risque très élevé de lessivage des nitrates. Contrainte liée à une profondeur limitée des sols et à une vitesse d'infiltration élevée.
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
6
Limon argilo-sableux, peu hydromorphe,
calcaire à calcique, des alluvions du Rhin

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse beige à 30 cm, puis limon sablo-argileux jaunâtre orangé à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable jaunâtre (sable caillouteux à 120 cm).

Typologie des sols d'Alsace : code 11.4

Classification CPCS : Sol brun calcique à calcaire peu hydromorphe

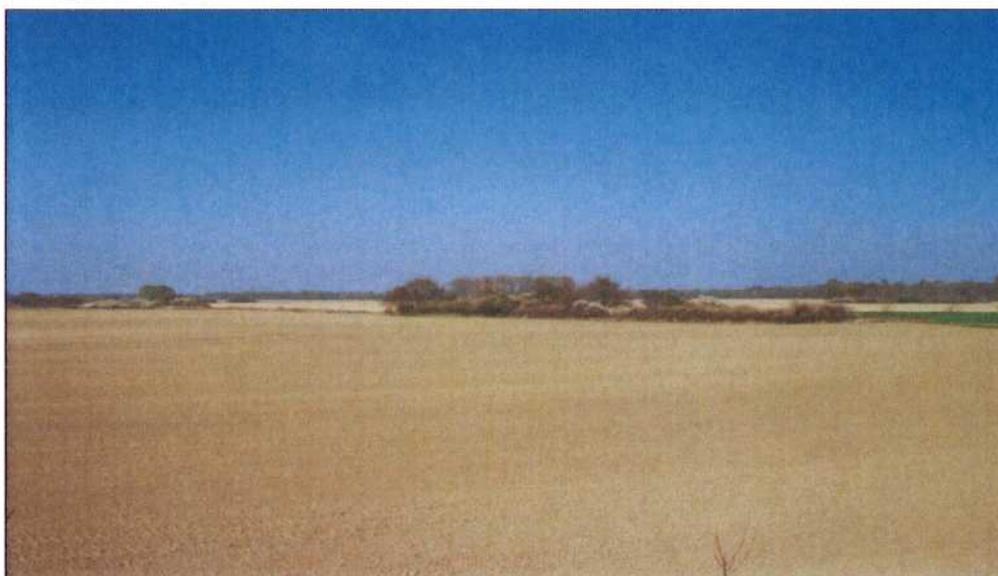
Classification RP : Calcisol-calcisol fluviatique rédoxique en profondeur issu des alluvions des méandres de la plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à l'essentiel des surfaces de la plaine du Rhin du Nord de l'Alsace qui s'étend sur 2 à 4 km de large et 50 km de long, du Nord de Strasbourg à Lauterbourg. Les sols sont constitués d'un matériau limono-argilo-sableux déposé par le Rhin, qui est en voie de décarbonatation. Lorsque la nappe phréatique est suffisamment profonde, à 2 ou 3 m sous le niveau du sol, les eaux superficielles s'infiltrent bien dans ces sols dont la profondeur et la texture sont appréciées. Dans les autres cas fréquemment rencontrés en bordure de Ried, ces sols de texture un peu plus lourde (argile limono-sableuse) posent quelquefois des problèmes d'excès d'eau qui limitent la praticabilité des parcelles.

Mise en valeur actuelle : cultures d'été parfois irriguées (maïs, tournesol, blé...)

Etendue estimée : 35 à 40 % (sols 5 et 6)



Ce type de sol correspond à un paysage d'openfield périodiquement interrompu par des bandes boisées

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Centre de la plaine du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Plaine légèrement surélevée dans le paysage

- Position topographique :

Zones planes de la plaine centrale des alluvions du Rhin, zone non inondable

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse

- Matériau :

Limono-argilo-sableux, calcaire, peu ou pas de galets

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide faible

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argilo-sableuse, généralement sain, parfois hydromorphe en bordure de Ried

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, des alluvions du Rhin

6

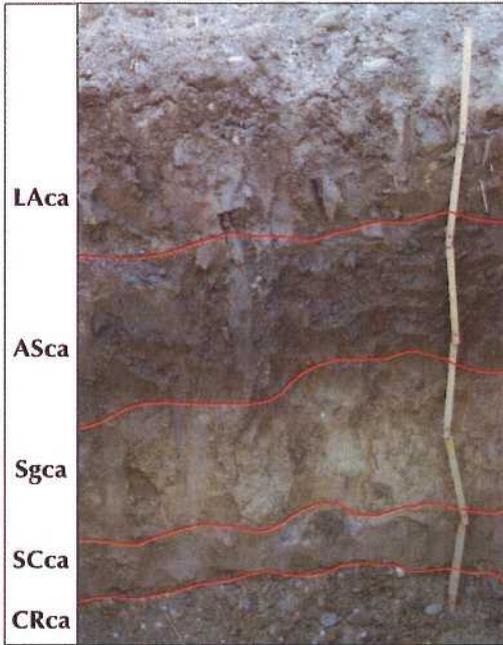
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse beige à 30 cm, puis limon sablo-argileux jaunâtre orangé à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable jaunâtre (sable caillouteux à 120 cm).

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle de maïs

La Wantzenau : X = 1003,6 - Y = 2422,3

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 42), structure polyédrique (5 à 30 mm), compact, non friable. Racines peu nombreuses. Peu calcaire.

Horizon ASca (30-70 cm) - Argile limono-sableuse, beige (10 YR 32), structure polyédrique (50 mm), très compact, non friable. Très peu de racines. Peu calcaire.

Horizon Sgca (70-100 cm) - Limon sablo-argileux, jaunâtre orangé (2,5 Y 46), peu friable, structure polyédrique subanguleuse (50 mm) à particulaire, peu compact. Pas de racines. Calcaire.

Horizon SCca (100-120 cm) - Sable grossier, jaunâtre (2,5 Y 64), structure particulaire, meuble, friable. Pas de racines. Calcaire.

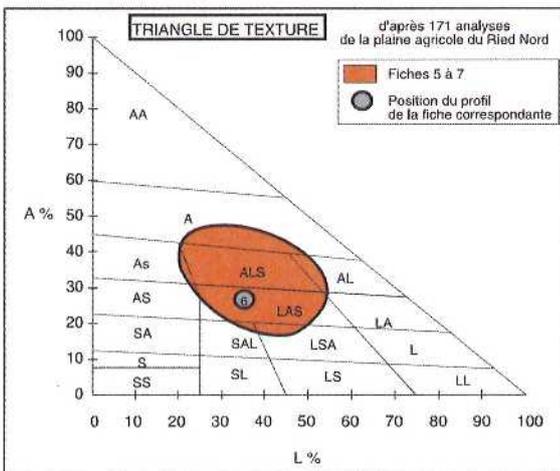
Horizon CRca (120-140 cm) - Sable caillouteux, gris (10 YR 52). Pas de racines. Calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.C.	L.F.	A.	
0-30	LAca	4,3	31,9	14,9	20,4	26,4	3,4
30-70	ASca	16,1	21,2	8,7	17,7	35,0	1,2
70-100	Sgca	6,6	33,6	27,8	19,6	11,8	0,3
100-120	SCca	69,1	28,1	1,6	0,5	0,6	-
> 120	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					ST en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	3,4	0,0	130	41	8,2	7,5	37,1	0,79	0,55	0,03	11,6	sat
10,0	1,5	0,0	< 10	-	8,2	7,3	34,6	1,79	0,18	0,06	16,2	sat
7,9	24,3	3,8	< 10	-	8,5	7,9	38,6	0,94	0,05	0,04	5,2	sat
-	1,6	0,0	18	-	8,7	8,5	20,0	0,32	0,02	0,02	1,3	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, peu hydromorphe,
calcaire à calcique, des alluvions du Rhin

6

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse beige à 30 cm, puis limon sablo-argileux jaunâtre orangé à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable jaunâtre (sable caillouteux à 120 cm).

Enracinement du maïs

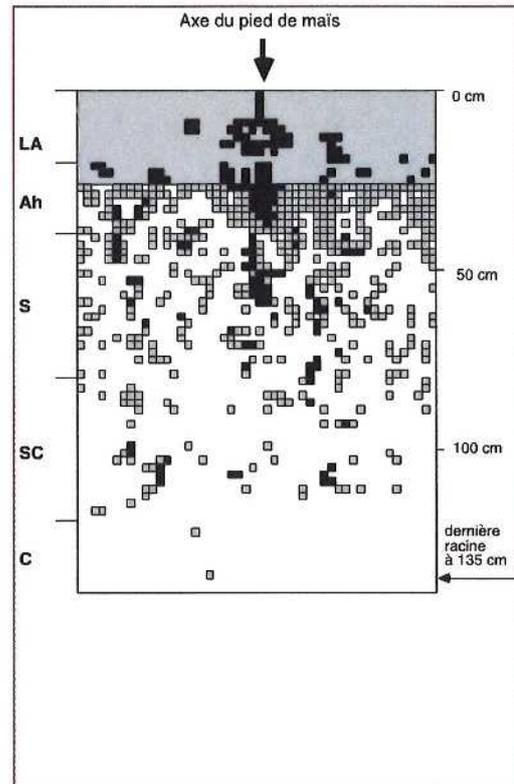
Ensisheim. Octobre 1995.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue dans la région Sud Alsace. Il est présenté à titre indicatif.

Enracinement facile jusqu'à 70-80 cm de profondeur, très irrégulier au delà.

Variabilité du sol

La profondeur de ce sol est variable : 80 à 120 cm en général, et la texture de surface peut être plus argileuse (argile limono-sableuse) ou plus sableuse (limon sablo-argileux).



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm ou plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon argilo-sableux (25 à 30 % d'argile), plus rarement argile limono-sableuse (de 30 à 45 % d'argile), sur sable limoneux sous-jacent
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LAca à Sgca)
- Réserve utile de 120-140 mm pour un enracinement de 70-80 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H1
- pH voisin de 7,0 à 8,0
- Calcaire total de 2 à 10 % en surface à plus de 20 % en profondeur, faible teneur en calcaire actif, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Pas de contrainte majeure liée au type de sol lui-même : sol sain à ressuyage relativement rapide (sauf quelques situations en bordure des sols de Ried)
- Nappe phréatique à faible profondeur (de 2 à 3 m)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle N° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux, peu hydromorphe,
 calcaire à calcique, des alluvions du Rhin

6

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse beige à 30 cm, puis limon sablo-argileux jaunâtre orangé à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable jaunâtre (sable caillouteux à 120 cm).

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités de production élevées même sans irrigation

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage rapide en situation non hydromorphe, permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Dans les situations de bordure de Ried, le ressuyage plus lent retarde l'accès dans des parcelles qui se ressuient bien par ailleurs

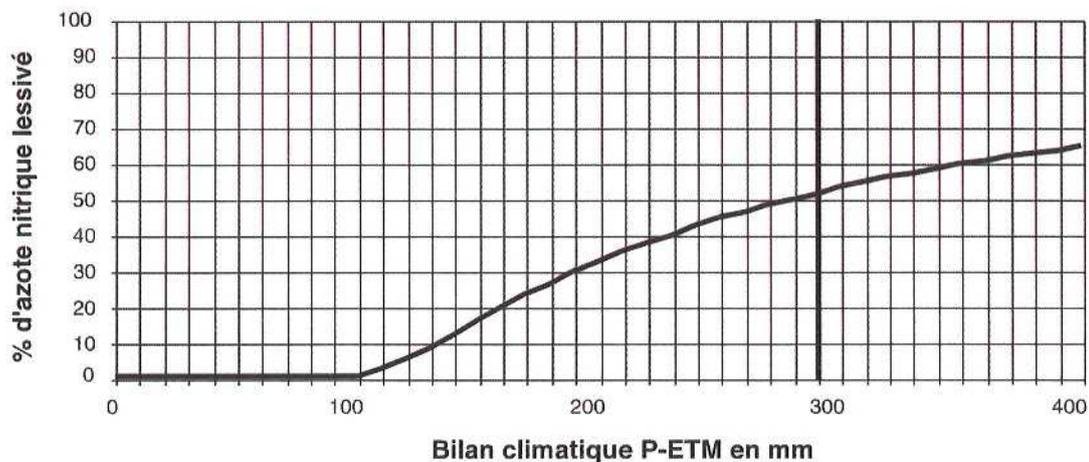
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant.
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres de la plaine du Rhin

7

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige jaunâtre à 35 cm, puis limon argileux jaunâtre taché de gris et de rouille à 60-80 cm, reposant à 120 cm sur un sable gris.

Typologie des sols d'Alsace : code 11.2

Classification CPCIS : Sol brun calcique à calcaire hydromorphe

Classification RP : Calcisol-calcisol fluviqne rédoxique issu des alluvions des méandres de la plaine du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond au remplissage d'anciens chenaux de débordement et de divagation du Rhin qui sillonnent la terrasse rhénane. Les chenaux de débordement sont remplis d'un matériau limoneux déposé par le Rhin.

Du fait de la nappe phréatique à faible profondeur, à 1 ou 2 m sous le niveau du sol, ces sols posent la plupart du temps des problèmes d'excès d'eau qui limitent la praticabilité des parcelles traversées par les chenaux.

Mise en valeur actuelle : cultures d'été parfois irriguées (maïs, tabac blond, tournesol, ...)

Etendue estimée : 5 à 6 % (sols 7 et 8)



Ce type de sol occupe les anciens méandres d'inondation du Rhin souvent marqués dans la région par les inondations de printemps

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Anciens méandres d'inondation du Rhin

à l'oeil (surface) :



- Légères dépressions dans la terrasse rhénane, délimitant un ancien chenal de largeur variable (10 à 100 m)

- Position topographique :

Dépressions localisées de la plaine du Rhin, zone inondable par remontée de nappe

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide assez forte

- Matériau :

Limono-argilo-sableux, calcaire, peu ou pas de galets

à la tarière :



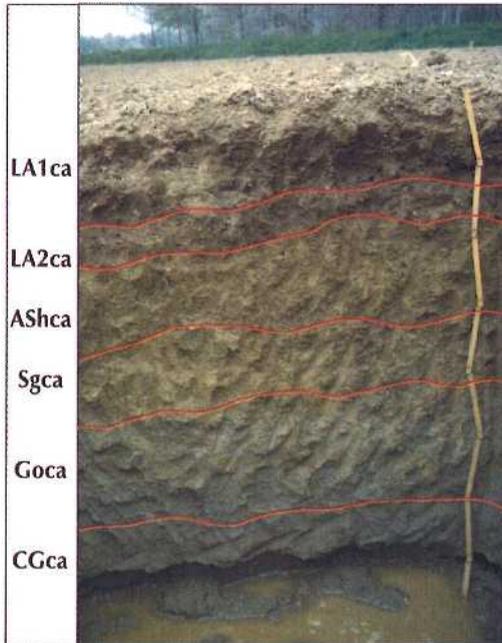
- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argilo-sableuse, hydromorphe à 30-60 cm

**Région naturelle n° 2
Ried Nord**
**Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres de la plaine du Rhin**
7
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige jaunâtre à 35 cm, puis limon argileux jaunâtre taché de gris et de rouille à 60-80 cm, reposant à 120 cm sur un sable gris.
UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle de maïs

Forstfeld : X = 1018,5 - Y = 2443,3

Profil typique de l'unité


DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA1ca (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 33), structure polyédrique subanguleuse (20 mm), compact, non friable. Peu de racines. Faiblement calcaire.

Horizon LA2ca (25-35 cm) - Limon argilo-sableux, beige (10 YR 33), structure polyédrique (30 mm), compact, non friable. Peu de racines. Faiblement calcaire.

Horizon AShea (35-60 cm) - Argile limoneuse, beige jaunâtre (2,5 Y 53), structure polyédrique (50 mm), compact, non friable. Très peu de racines. Calcaire.

Horizon Sgca (60-80 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 63), structure polyédrique (50 mm), compact, non friable. Calcaire. Taches rouille.

Horizon Goca (80-120 cm) - Limon sablo-argileux, gris jaunâtre (2,5 YR 62), structure prismatique (200 mm) et polyédrique (50 mm), non plastique. Pas de racines. Calcaire. Nombreuses taches gris-rouille.

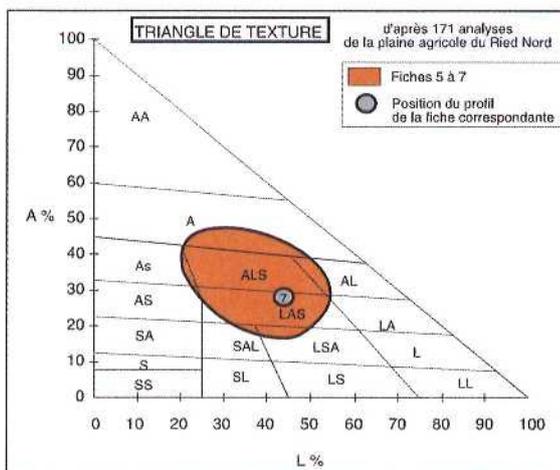
Horizon CGca (120-180 cm) - Sable, grisâtre (2,5 Y 61), structure particulaire, peu friable. Pas de racines. Calcaire. Gravier à 180 cm.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	LA1ca	5,7	22,2	18,0	25,0	26,6	2,5
25-35	LA2ca	5,4	22,9	17,8	24,5	26,8	2,3
35-60	AShea	1,0	9,2	15,7	41,3	31,6	1,1
60-80	Sgca	1,5	10,7	22,4	40,7	23,7	0,8
80-120	Goca	0,5	29,2	29,0	27,0	13,9	0,4
120-180	CGca	46,2	48,9	1,3	1,7	1,7	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ D ₁₁ ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	6,4	1,9	110	29	8,2	7,6	41,8	0,89	0,51	0,04	13,3	sat
7,9	7,0	2,3	89	-	8,2	7,5	41,8	0,94	0,36	0,05	12,6	sat
7,5	16,8	7,7	< 10	-	8,3	7,6	47,8	1,44	0,20	0,06	12,7	sat
8,0	28,6	10,6	< 10	-	8,4	7,7	45,0	1,29	0,12	0,06	9,3	sat
10,0	29,5	6,4	13	-	8,6	7,9	38,6	0,94	0,08	0,04	5,4	sat
8,4	9,5	0,8	< 10	-	8,8	8,8	28,7	0,35	0,01	0,03	0,9	sat


Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, hydromorphe,
 calcaire, des méandres de la plaine du Rhin**

7

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige jaunâtre à 35 cm, puis limon argileux jaunâtre taché de gris et de rouille à 60-80 cm, reposant à 120 cm sur un sable gris.

Enracinement du maïs

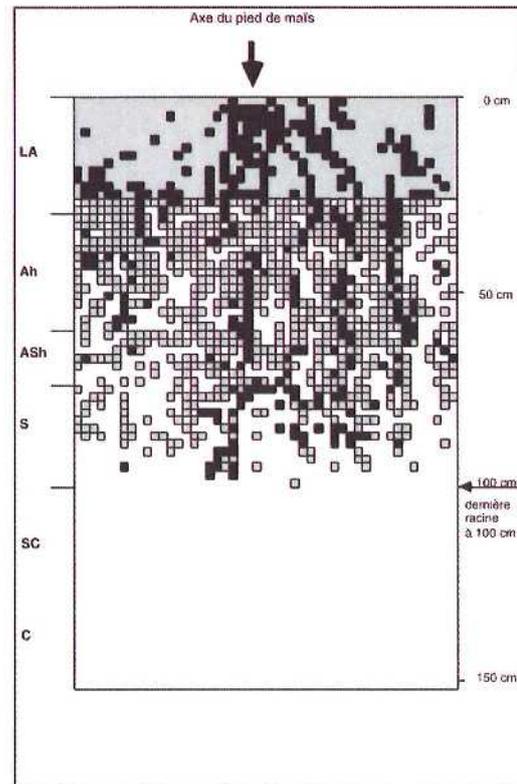
Hilsenheim. Octobre 1991.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue dans la région Centre Alsace. Il est présenté à titre indicatif.

Enracinement facile jusqu'à 70-100 cm de profondeur.

Variabilité du sol

Un variante de sol présente très localement une hydromorphie plus marquée, décelable dès la surface.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm ou plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon argilo-sableux (25 à 30 % d'argile), puis argile limoneuse en profondeur (de 30 à 40 % d'argile),
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de LAca à Sgca)
- Réserve utile de 120-140 mm pour un enracinement de 70-80 cm limitée au printemps par le niveau haut de la nappe.
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH voisin de 8,0 à 8,5
- Calcaire total de 5 à 10 % en surface à 20-30 % en profondeur, forte teneur en calcaire actif (jusqu'à 10 % en profondeur), complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques importants d'engorgement par remontée de nappe (répétés en hiver et au printemps)
- Hydromorphie assez prononcée
- Réserve utile limitée au printemps par le niveau haut de la nappe ; la RU disponible s'élève en cours de saison avec l'abaissement de ce niveau
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, hydromorphe,
calcaire, des méandres de la plaine du Rhin

7

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige jaunâtre à 35 cm, puis limon argileux jaunâtre taché de gris et de rouille à 60-80 cm, reposant à 120 cm sur un sable gris.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Zone inondable avec risque de submersion à la sortie de l'hiver, en relation avec les remontées de nappe
- Potentiel de production limité du fait de l'excès d'eau et de l'engorgement chronique
- Mise en oeuvre de l'assainissement inopérant du fait de la topographie du terrain

Praticabilité et travail du sol

- Risques de tassement important au delà de 20 cm de profondeur
- Dans les situations du Nord de la région, du fait d'une nappe plus proche de la surface, le resuyage plus lent retarde l'accès dans des parcelles qui se ressuient bien par ailleurs

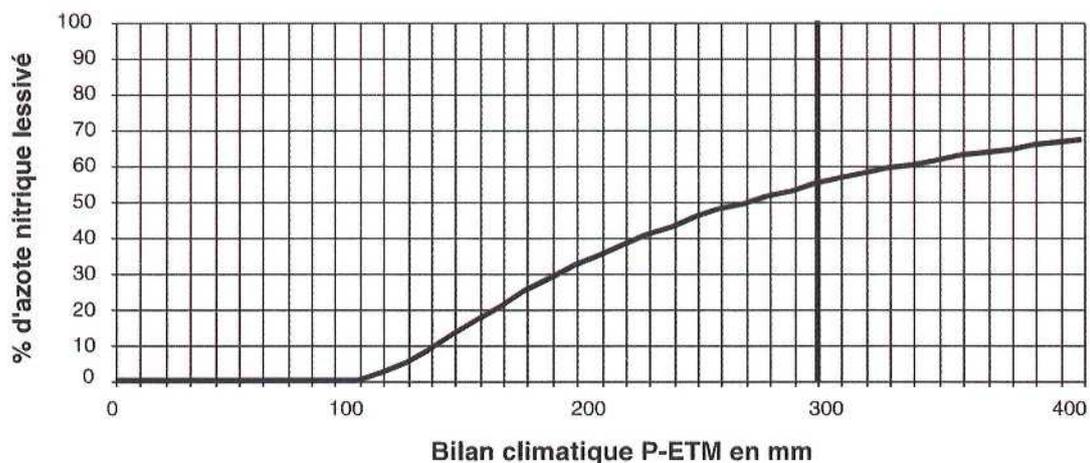
Fertilisation

- Pas d'amendement basique à prévoir
- Fertilisation phosphatée des cultures à réaliser sous formes solubles, au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant du fait de l'hydromorphie et du risque de lessivage des nitrates
- La vérification du niveau d'excès d'eau est nécessaire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
 Argile, décarbonatée, à gley
 des méandres de la plaine du Rhin

8

Sol argileux, brun, beige grisé à 20 cm, noirâtre à 40 cm, puis limon argilo-sableux grisé à 70 cm, reposant vers 100 cm sur un limon sablo-argileux grisâtre rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 11.3

Classification CPCSS : Sol alluvial à gley décarbonaté

Classification RP : Réductisol fluviq, issu des alluvions du Rhin

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe du Sud au Nord de la région tout au long de la plaine du Rhin et de sa zone de divagation ancienne. Il se caractérise par une hydromorphie intense présente dès la surface et un gley minéral gris à faible profondeur (20-40 cm), parfois tourbescent. Ceci le rapproche du Ried noir qui présente un horizon de surface très organique et un gley de profondeur parfois tourbeux (fiches n° 9 et 10).

La nappe phréatique est peu profonde (1 m à 1,5 m et moins). Ces dépressions se distinguent dans le paysage par la rapide submersion des cuvettes topographiques lors des épisodes pluvieux.

Mise en valeur actuelle : prairies naturelles, maïs

Etendue estimée : 5 à 6 % (sols 7 et 8)



La prairie naturelle humide et les bosquets de saules dominent le paysage de ces dépressions.

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Anciens méandres d'inondation du Rhin

- Position topographique :

Dépressions localisées de la plaine du Rhin, zone inondable par remontée de nappe

- Matériau :

Argileux, non calcaire, beige grisé à gris proche de la surface

à l'oeil (surface) :



- Dépressions à prairies humides

au toucher (surface) :



- Texture de surface argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (1 m et plus), texture argileuse, couleur gris bleuté et nappe vers 100-150 cm

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile, décarbonatée, à gley
des méandres de la plaine du Rhin

8

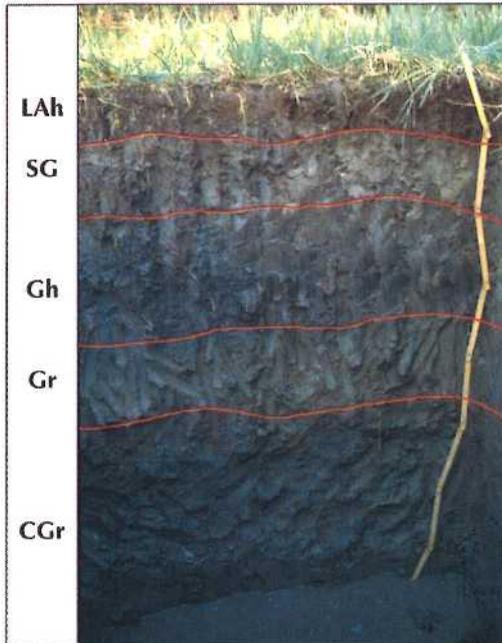
Sol argileux, brun, beige grisé à 20 cm, noirâtre à 40 cm, puis limon argilo-sableux grisé à 70 cm, reposant vers 100 cm sur un limon sablo-argileux grisâtre rouille.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Prairie naturelle humide

Sessenheim : X = 1014,0 - Y = 2437,9

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAh (0-20 cm) - Argile, brun (10 YR 33), structure polyédrique (15 mm), peu compact, peu plastique. Non calcaire. Nombreuses racines.

Horizon SG (20-40 cm) - Argile, beige grisé (10 Y 3), structure polyédrique (30 mm), compact, plastique. Non calcaire. Racines peu nombreuses. Taches grises très nombreuses.

Horizon Gh (40-70 cm) - Argile, noirâtre (N 3), structure continue, très compact, plastique. Non calcaire. Peu de racines. Nombreuses taches grises.

Horizon Gr (70-90 cm) - Limon argilo-sableux, grisâtre (10 Y R), structure continue, très compact, plastique. Non calcaire. Très peu de racines. Nombreuses trainées gris-rouille.

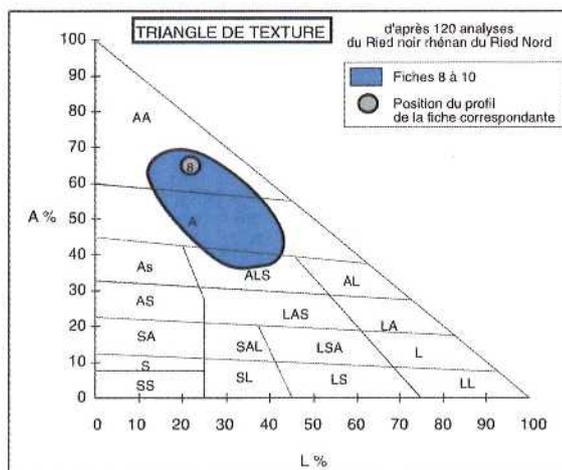
Horizon CGr (90-150 cm) - Limon sablo-argileux, grisâtre (10 Y 4), structure continue. Calcaire. Pas de racines. Nombreuses trainées gris-rouille. Nappe observée à 150 cm.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.C.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	LAh	2,0	7,0	4,8	21,7	64,3	12,0
20-40	SG	1,1	6,7	5,5	20,5	63,6	2,4
40-70	Gh	1,7	11,7	9,1	23,6	50,9	2,9
70-90	Gr	1,1	14,6	21,2	32,2	28,8	1,9
90-150	CGr	0,5	17,6	32,6	31,9	14,4	3,2

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy. 91 ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	0,3	0,0	52	17	5,9	5,0	35,2	4,02	0,53	0,14	34,6	sat
6,4	0,0	0,0	56	-	6,5	5,2	34,3	3,62	0,38	0,12	27,4	sat
8,8	0,0	0,0	93	-	6,6	5,3	32,2	3,57	0,28	0,11	26,0	sat
10,0	1,1	0,9	31	-	7,8	7,0	20,7	3,27	0,16	0,07	14,4	sat
19,0	28,4	6,0	< 10	-	7,9	7,6	41,8	1,54	0,08	0,05	8,4	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile, décarbonatée, à gley
des méandres de la plaine du Rhin

8

Sol argileux, brun, beige grisé à 20 cm, noirâtre à 40 cm, puis limon argilo-sableux grisé à 70 cm, reposant vers 100 cm sur un limon sablo-argileux grisâtre rouille.

Enracinement du maïs

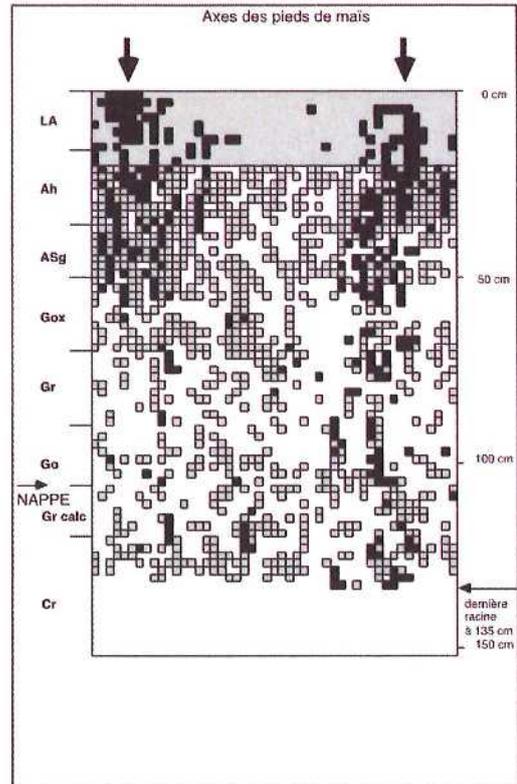
Ebersheim. Octobre 1991

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue dans la région Centre Alsace. Il est présenté à titre indicatif.

Enracinement facile jusqu'à 70-80 cm, dépendant ensuite du battement de la nappe en été. Asphyxie de la plante liée à l'engorgement généralisé.

Variabilité du sol

L'apparition des niveaux organiques, voire tourbeux, est sporadique et présente des profondeurs variables.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm ou plus), pas de cailloux
- 4 à 5% de M.O. en culture, jusqu'à 10 à 12 % sous prairie
- Superposition des textures : argile (> 45 % d'argile), puis limon argilo-sableux à limon sablo-argileux (de 15 à 30 % d'argile), puis limon sableux à sable limoneux au delà de 90-100 cm
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 1 à 2
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (en G)
- Réserve utile de 160-180 mm pour un enracinement de 70-80 cm, limitée par le niveau haut de la nappe en hiver et au printemps
- Classe d'hydromorphie : H4
- pH généralement compris entre 6,0 et 7,0 sur le premier mètre
- Calcaire total de 0 en surface, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques importants d'inondations par remontée de nappe (répétés en hiver et au printemps)
- Hydromorphie prononcée
- Réserve utile limitée au printemps par le niveau haut de la nappe ; la RU disponible s'élève en cours de saison avec l'abaissement de ce niveau
- Terres lourdes ; teneur en argile de l'horizon de surface assez élevée (35 à 45 % au moins)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
 Argile, décarbonatée, à gley
 des méandres de la plaine du Rhin

8

Sol argileux, brun, beige grisé à 20 cm, noirâtre à 40 cm, puis limon argilo-sableux grisé à 70 cm, reposant vers 100 cm sur un limon sablo-argileux grisâtre rouille.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Zone inondable avec risque de submersion à la sortie de l'hiver, en relation avec les remontées de nappe
- Potentiel de production limité du fait de l'excès d'eau et des inondations chroniques
- Mise en oeuvre de l'assainissement inopérant en l'absence d'émissaires et du fait de la topographie du terrain
- Secteurs parfois classé en zone humide protégée

Praticabilité et travail du sol

- Terres lourdes à travailler (taux d'argile élevé et hydromorphie marquée).
- Risques de tassement important au delà de 20 cm de profondeur

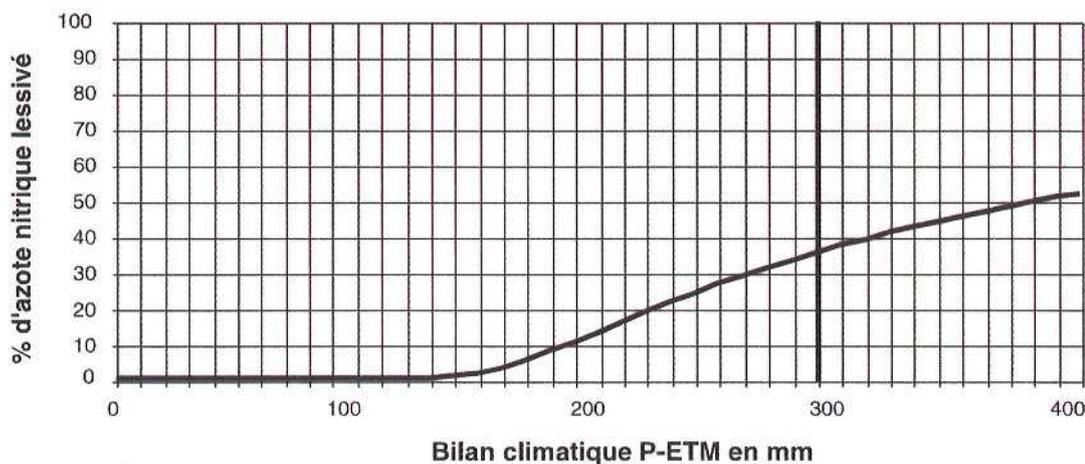
Fertilisation

- Amendement basique indispensable en cas de labours
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant vis-à-vis de la matière organique, à cause de l'excès d'eau
- Seuls les sous-produits minéraux riches en calcium (et/ou autres éléments recyclables par la production végétale) peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui,
du Ried noir rhénan

9

Sol argilo-limono-sableux, brun, décarbonaté, puis beige à taches rouille à 25 cm, puis argile gris noirâtre à 50 cm, puis limon argilo-sableux, grisâtre rouille à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable argilo-caillouteux gris.

Typologie des sols d'Alsace : code 16.6

Classification CPCS : Sol alluvial à gley humique

Classification RP : Réductisol histique, issu du Ried noir rhénan

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe sur une bande de 1 à 4 km de large en bordure Ouest de la région du Nord de Strasbourg jusque vers Soufflenheim. C'est le Ried noir, mais recouvert par des limons et des argiles de débordement récents de rivières vosgiennes sur 30 à 50 cm d'épaisseur. Les sols sont hydromorphes dès la surface et présentent un gley organique noir à moyenne profondeur. La nappe phréatique est peu profonde (entre 0,5 m et 1 m).

Mise en valeur actuelle : prairies naturelles de fauche et maïs

Etendue estimée : 10 à 12 %



Le Ried noir : une transition nette entre plaine du Rhin et cône d'alluvions vosgiennes

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
Ried noir de la plaine du Rhin
entre Strasbourg et Haguenau

- **Position topographique :**
Vallée plane à prairies humides
et maïs (forêts à proximité), zone
inondable

- **Matériau :**
Argileux, non calcaire, beige,
puis noir à 40-50 cm

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur brun noir de la terre de surface

- Texture de surface argilo-limono-sableuse à argileuse

- Pas d'effervescence à l'acide en surface

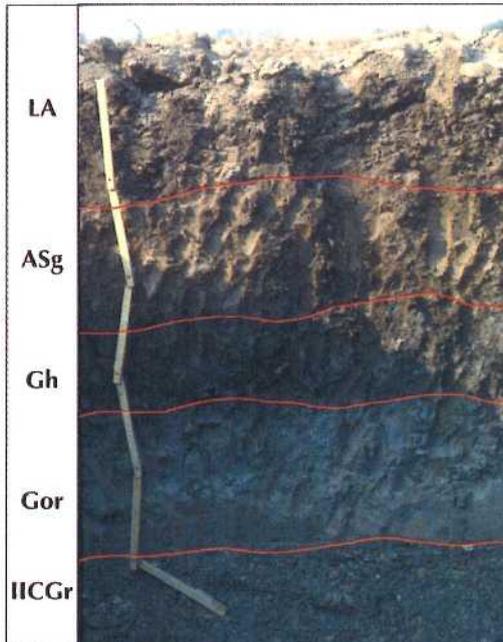
- Sol profond (> 1 m) ; texture argileuse, noir à 40-50 cm, gley organique, nappe vers 100 cm

**Région naturelle n° 2
Ried Nord**
**Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui,
du Ried noir rhénan**
9
Sol argilo-limono-sableux, brun, décarbonaté, puis beige à taches rouille à 25 cm, puis argile gris noirâtre à 50 cm, puis limon argilo-sableux, grisâtre rouille à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable argilo-caillouteux gris.
UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle de maïs

Schirrhein : X = 1010,3 - Y = 2435,4

Profil typique de l'unité


DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Argile limono-sableuse, brun (10 YR 33), structure polyédrique (15 mm), peu compact, peu plastique. Non calcaire. Nombreuses racines.

Horizon ASg (25-50 cm) - Argile limono-sableuse, beige grisé rouille (10 YR 34), structure polyédrique (30 mm), compact, peu plastique. Non calcaire. Peu de racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon Gh (50-70 cm) - Argile, gris noir (10 YR 21), très compact, plastique, structure polyédrique (50 mm) à prismatique (200 mm), très compact, plastique. Non calcaire. Peu de racines. Nombreuses taches rouille.

Horizon Gor (70-100 cm) - Limon argilo-sableux, grisâtre (10 YR 51), structure polyédrique subanguleuse (100 mm), compact, non plastique. Non calcaire. Pas de racines. Nombreuses taches rouille.

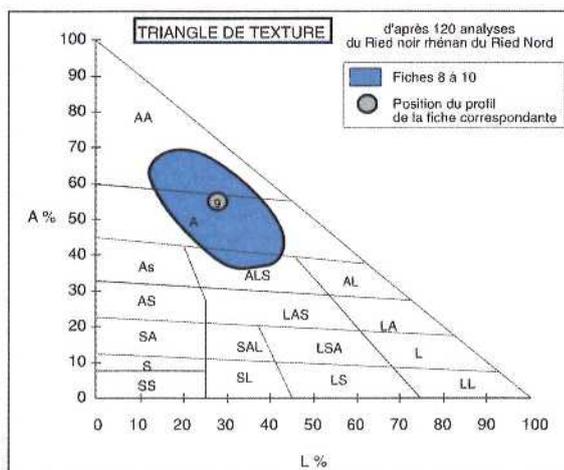
Horizon IICGr (> 100 cm) - Sable argilo-caillouteux, grisâtre, compact, friable.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	LA	14,1	20,1	9,0	18,0	35,8	2,9
25-50	ASg	11,5	19,0	9,0	17,3	40,8	2,3
50-70	Gh	3,2	9,7	8,0	20,8	56,4	1,8
70-100	Gor	0,5	22,3	19,6	24,9	32,0	0,5
> 100	IICGr	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,0	-	190	72	6,7	5,7	19,1	1,69	0,47	0,05	19,7	sat
8,9	0,0	-	95	-	6,7	5,5	20,8	2,63	0,43	0,05	21,2	sat
10,0	0,0	-	22	-	6,6	5,4	31,0	5,51	0,34	0,10	30,1	sat
8,0	0,0	-	10	-	7,3	5,9	17,7	3,03	0,17	0,08	14,0	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-


Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui,
du Ried noir rhénan

9

Sol argilo-limono-sableux, brun, décarbonaté, puis beige à taches rouille à 25 cm, puis argile gris noirâtre à 50 cm, puis limon argilo-sableux, grisâtre rouille à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable argilo-caillouteux gris.

Enracinement du maïs

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

Profondeur utile limitée par la nappe et la texture argileuse : enracinement cependant facile jusqu'à 50 cm.

Structure à fentes de retrait importantes en surface en été, puis continue à consistance plastique en profondeur.

Variabilité du sol

Le gley peut être humique, tourbescent, voire tourbeux et apparaître entre 30 et 80 cm de profondeur avec une épaisseur variable (10 à 40 cm en général).

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm), taux important de matière organique (3 à 5 % sous cultures, 5 à 10 % au moins en prairie), pas de cailloux
- Superposition des textures : argile à argile limono-sableuse (de 35 à plus de 50 % d'argile), puis limon argilo-sableux (30 à 35 % d'argile) au delà de 60-70 cm
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 2
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à G)
- Réserve utile de 120 à 140 mm pour un enracinement de 70 cm, limité par le niveau haut de la nappe en hiver et au printemps
- Classe d'hydromorphie : H3 à H4
- pH compris entre 6,0 et 6,5 (plus rarement 7,0) sur le premier mètre, sauf chaulage
- Calcaire total de 0 en surface comme en profondeur, mais complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques d'inondations : stagnation des eaux de longue durée (plusieurs semaines)
- Hydromorphie marquée : excès d'eau quasi-permanent. Nappe vers 1 m de profondeur
- Texture très lourde dès la surface (40 à 50 % d'argile)
- Localement, "matériau piège" pour les engrais potassiques (phénomène de rétrogradation du potassium)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui,
du Ried noir rhénan

9

Sol argilo-limono-sableux, brun, décarbonaté, puis beige à taches rouille à 25 cm, puis argile gris noirâtre à 50 cm, puis limon argilo-sableux, grisâtre rouille à 70 cm, reposant à 100 cm sur un sable argilo-caillouteux gris.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Zone inondable avec risque de submersion à la sortie de l'hiver
- Potentialités de production limitées par la nappe et les difficultés de travail du sol
- Assainissement non réalisable sans aménagement hydraulique de bassin

Praticabilité et travail du sol

- Terres lourdes à travailler (taux d'argile élevé et hydromorphie marquée)

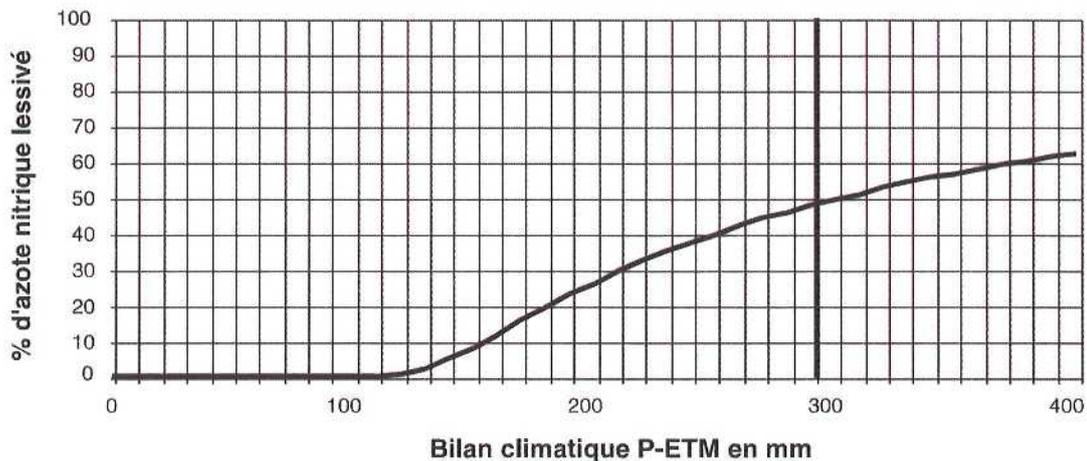
Fertilisation

- Pouvoir fixateur fort pour le potassium (60 à 80 % en sol humide, SCPA) ; phénomène de rétrogradation ; fertilisation potassique privilégiant des apports au plus près de la croissance de la plante
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Amendement basique indispensable pour une conduite optimale des cultures

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm), mais dénitrification possible dans ce type de sol

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant ; contrainte liée à l'excès d'eau et au risque de lessivage des nitrates
- Seuls les sous-produits minéraux riches en calcium et/ou autres éléments recyclables par la production végétale peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains. Pour les sous-produits contenant de l'azote disponible un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates est indispensable. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique du sol.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile, hydromorphe, tourbescente,
du Ried noir rhénan

10

Sol argileux, noir, décarbonaté, puis argilo-limono-sableux, à taches gris rouille à 35 cm, puis sable limoneux à limon sableux calcaire grisâtre rouille vers 50 cm (sable caillouteux à 100-120 cm).

Typologie des sols d'Alsace : code 16.5

Classification CPCS : Sol hydromorphe à gley tourbeux à tourbescent

Classification RP : Réductisol-histosol, saprique, issu du Ried noir rhénan

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe sur une bande de 1 à 4 km de large en bordure Ouest de la région du Nord de Strasbourg jusque vers Soufflenheim, en particulier vers Reichstett, La Wantzenau, Kilstett, Herrlisheim et Schirrhoffen. Ce sol se caractérise par une couleur noire dès la surface et une absence de calcaire. La nappe phréatique est, comme dans les sols 8 et 9, proche de la surface. Le sol devient progressivement calcaire en profondeur, d'abord sporadiquement, puis de façon continue.

Mise en valeur actuelle : prairies naturelles de fauche, extension importante du maïs après retournement des anciennes prairies de fauche

Etendue estimée : 5 à 10 %



Ces sols se caractérisent par une couleur noire très affirmée sur les terres cultivées de la région ainsi que par la présence de roselières

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Ried noir de la plaine du Rhin entre Strasbourg et Haguenau

- Position topographique :

Vallée plane à prairies humides et maïs (forêts à proximité), zone inondable

- Matériau :

Argileux, non calcaire, sans galets, noir dès la surface

à l'oeil (surface) :



- Couleur noire des terres labourées

au toucher (surface) :



- Texture de surface argileuse à argilo-limono-sableuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide en surface, calcaire en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture argileuse, noir, gley organique, nappe à 50-100 cm

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile, hydromorphe, tourbescente,
du Ried noir rhénan

10

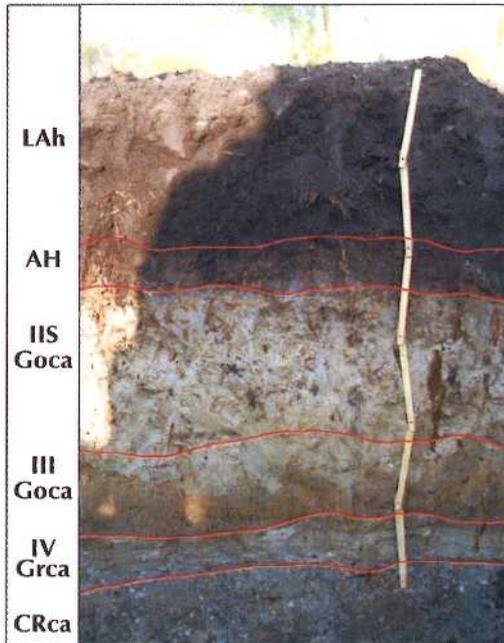
Sol argileux, noir, décarbonaté, puis argilo-limono-sableux, à taches gris rouille à 35 cm, puis sable limoneux à limon sableux calcaire grisâtre rouille vers 50 cm (sable caillouteux à 100-120 cm).

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 2002 - Parcelle de maïs

La Wantzenau : X = 1002,0 - Y = 2421,6

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAh (0-35 cm) - Argile, noir (10 YR 21), structure polyédrique (5 mm) à particulaire, meuble, friable. Non calcaire. Racines peu nombreuses.

Horizon AH (35-45 cm) - Argile limono-sableuse, noir grisâtre (2,5 Y 2,51), structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu friable. Non calcaire. Racines peu nombreuses. Taches rouille peu nombreuses.

Horizon IISGoca (45-85 cm) - Sable limoneux, grisâtre (2,5 Y 52), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), compact, peu friable. Calcaire. Peu de racines. Nombreuses taches rouille.

Horizon IIIGoca (85-100 cm) - Sable, gris jaunâtre (2,5 Y 44), structure particulaire, peu compact, friable. Calcaire. Peu de racines.

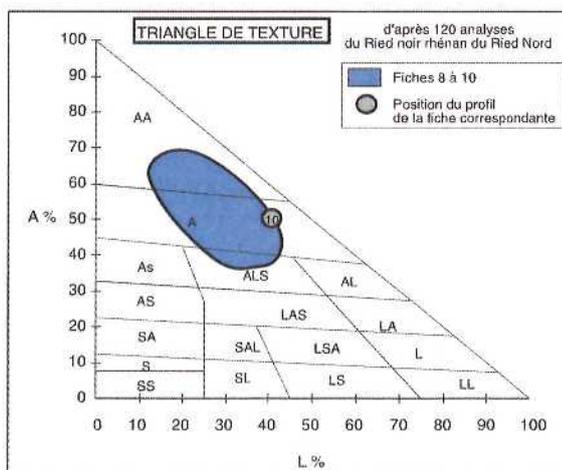
Horizon IVGrca (100-110 cm) - Limon sableux, gris (10 Y 5), structure particulaire, peu compact, non friable. Calcaire. Pas de racines. Sable caillouteux sous-jacent calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LAh	4,2	9,4	11,0	28,8	46,2	53,6
35-45	AH	1,5	24,7	20,1	21,2	32,4	13,0
45-85	IISGoca	2,6	45,2	22,2	18,2	10,5	1,1
85-100	IIIGoca	68,8	23,7	2,4	2,2	2,2	0,5
100-110	IVGrca	7,9	31,6	31,2	19,4	8,9	0,7
> 110	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy, III ppm	P2O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
14,0	0,3	-	400	32	4,7	4,2	51,1	2,93	1,28	0,07	111,6	50
11,0	0,2	-	85	-	4,3	3,7	18,3	1,54	0,62	0,06	45,5	45
20,0	23,5	2,3	< 10	-	7,9	7,7	40,0	0,99	0,15	0,02	5,9	sat
19,0	5,4	0,9	< 10	-	8,0	7,8	28,7	0,47	0,05	0,03	1,3	sat
23,0	26,9	2,8	< 10	-	8,0	7,8	37,1	1,04	0,13	0,04	4,5	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Ried Nord

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile, hydromorphe, tourbescente,
du Ried noir rhénan

10

Sol argileux, noir, décarbonaté, puis argilo-limono-sableux, à taches gris rouille à 35 cm, puis sable limoneux à limon sableux calcaire grisâtre rouille vers 50 cm (sable caillouteux à 100-120 cm).

Enracinement du maïs

La Wantzenau. Octobre 1993

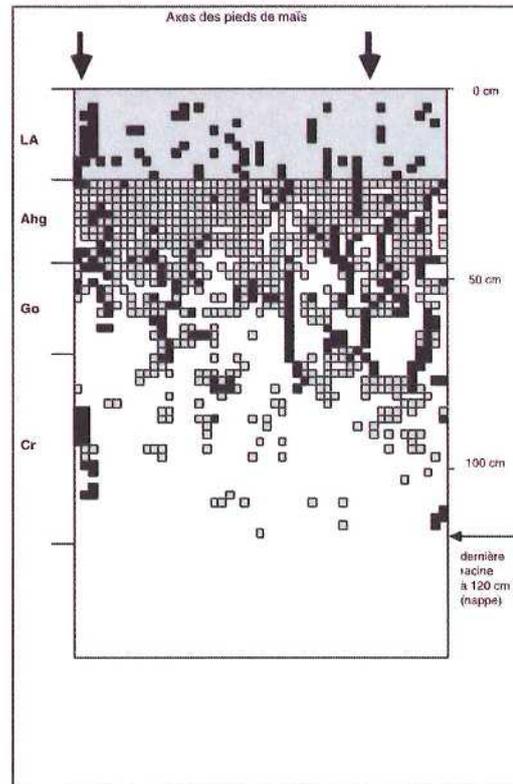
Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol analogue dans la région. Il est présenté à titre indicatif.

Enracinement facile jusqu'à 70-100 cm, dépendant ensuite du battement de la nappe en été.

Asphyxie de la plante liée à l'engorgement généralisé.

Variabilité du sol

Ce sol peut être tourbescent, voire tourbeux sur toute sa profondeur.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm ou plus), taux important de matière organique (10 à 15 % au moins), pas de cailloux
- Superposition des textures : argile à argile limono-sableuse (de 30 à plus de 45 % d'argile), puis sable limoneux à limon sableux (5 à 15 % d'argile) au delà de 40-60 cm
- Indice de battance limité ($R < 1,4$)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,0 à 1,2 (de LA à G)
- Réserve utile de 200 à 220 mm pour un enracinement de 70 cm, limité par le niveau haut de la nappe en hiver et au printemps
- Classe d'hydromorphie : H4
- pH compris entre 5,0 et 6,0 sur les premiers 50 centimètres, sauf chaulage
- Calcaire total de 0 en surface et complexe adsorbant désaturé, de 10 à 30 % en profondeur

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques majeurs d'inondations : stagnation des eaux de longue durée (plusieurs semaines) surtout au printemps
- Hydromorphie prononcée : excès d'eau quasi-permanent
- Texture lourde dès la surface (30 à 45 % d'argile au minimum)
- "Matériau piège" pour les engrais potassiques (phénomène de rétrogradation du potassium)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile, hydromorphe, tourbescente,
du Ried noir rhénan

10

Sol argileux, noir, décarbonaté, puis argilo-limono-sableux, à taches gris rouille à 35 cm, puis sable limoneux à limon sableux calcaire grisâtre rouille vers 50 cm (sable caillouteux à 100-120 cm).

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Zone inondable avec risque de submersion à la sortie de l'hiver
- Potentialités de production élevées en culture de maïs
- Assainissement non réalisable sans aménagement hydraulique de bassin

Praticabilité et travail du sol

- Terres lourdes à travailler (taux d'argile élevé et hydromorphie marquée) ; difficulté cependant atténuée du fait de la richesse en matière organique. Pas de risque de tassement

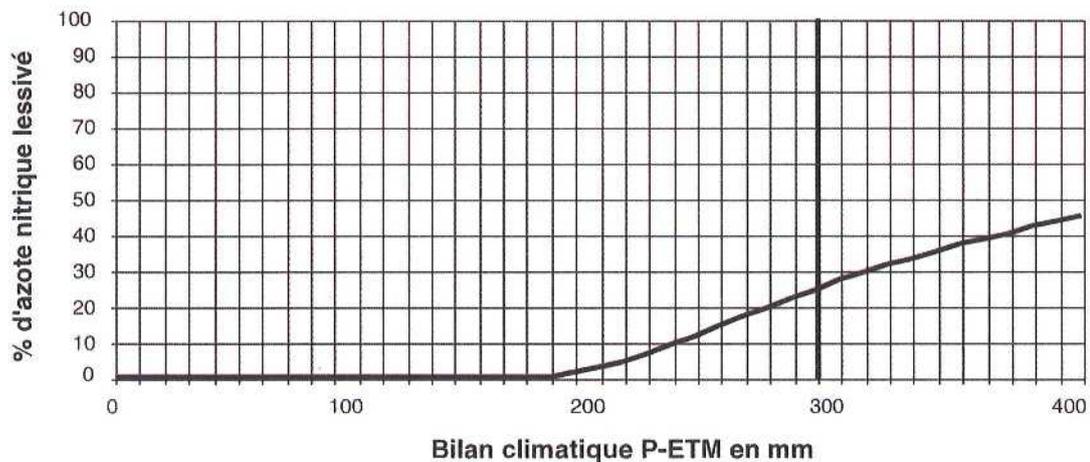
Fertilisation

- Pouvoir fixateur très fort pour le potassium (80 à 90 % en sol humide, SCPA) ; phénomène de rétrogradation ; la fertilisation potassique annuelle doit être apportée au semis et couvrir la totalité des besoins de la culture (environ 200 unités à l'hectare pour le maïs)
- Au printemps, les apports d'engrais azotés doivent être fractionnés en 2 fois.
- Amendement basique indispensable pour une conduite optimale des cultures

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 300 mm) ; toutefois, une dénitrification importante a été constatée en laboratoire

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant vis-à-vis de la matière organique à cause de l'excès d'eau.
- Seuls les sous-produits minéraux riches en calcium et/ou autres éléments recyclables par la production végétale peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable acide profond sain
sur sables pliocènes de Haguenau

11

Sol sableux, brun foncé, acide, devenant beige clair à 30 cm, puis gris rosâtre à 70 cm jusqu'à plus de 150-200 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4

Classification CPCS : Sol brun acide à lessivé à pseudogley

Classification RP : Brunisol oligosaturé à luvisol rédoxique issu des alluvions anciennes sableuses de Haguenau

(voir fiche n° 14, guide Kochersberg et fiche n°2, guide Outre-Forêt)

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 plusieurs mètres la vallée de la Moder et la vallée du Rhin. Le Pliocène de Haguenau correspond à un dépôt alluvial ancien des rivières vosgiennes, il est constitué de dépôts sableux, sablo-argileux d'origine gréseuse et de lentilles d'argile.

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

Mise en valeur actuelle :

Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Région de Haguenau et de Bischwiller

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun jaunâtre, quelques galets épars

- Position topographique :

Terrasse alluviale d'altitude 120 à 150 m

au toucher (surface) :



- Texture de surface à sable grossier

- Matériau :

Sableux beige foncé à rosâtre en profondeur

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture sableuse, sablo-argileuse gris rosâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), rares galets

- Superposition des textures : sable jusqu'à 100-120 cm (moins de 10 % d'argile), sable argileux (10 à 20 % d'argile) au delà

- Sol non battant ($R < 1,0$)

- Classe de stabilité structurale : 1

- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à C)

- Réserve utile de 80 à 100 mm pour un enracinement de 70 cm

- Classe d'hydromorphie : H0 à H2

- pH compris entre 5,5-6,5 en surface ; de 6,5 à 7,5 après amendement

- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant assez souvent saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable acide profond sain
sur sables pliocènes de Haguenau

11

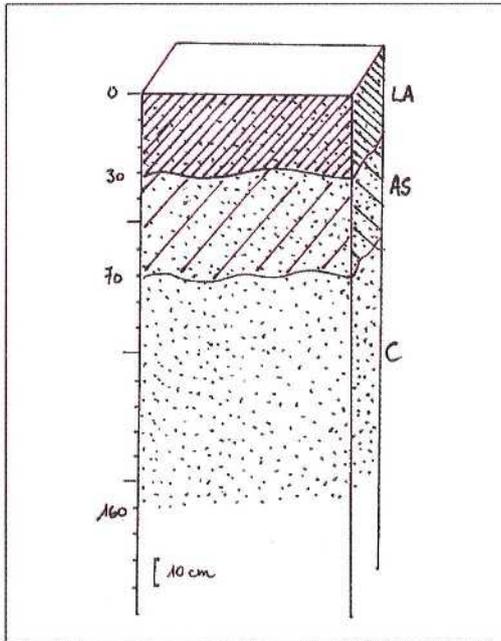
Sol sableux, brun foncé, acide, devenant beige clair à 30 cm, puis gris rosâtre à 70 cm jusqu'à plus de 150-200 cm
(voir fiche n° 14, guide Kochersberg et fiche n°2, guide Outre-Forêt)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1993 - Parcelle de maïs

Schirrhein : X = 1007,2 - Y = 2436,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Sable, brun (10 YR 32), non calcaire, structure particulaire, meuble, friable. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon AS (30-70 cm) - Sable, beige clair orangé (10 YR 56), non calcaire, structure particulaire nette (2 mm), peu compact, friable. Racines peu nombreuses. Quelques galets.

Horizon C (70-160 cm) - Sable, rosâtre (7,5 YR 68), non calcaire, structure particulaire (2 mm), peu compact, friable. Pas de racines. Quelques galets.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	80,1	7,8	1,1	5,2	3,6	2,1
30-70	AS	77,6	11,8	2,8	4,7	2,9	0,2
70-160	C	92,0	4,9	0,9	0,2	2,0	-

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy, pH ppm	P2O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					ST en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
13,6	0,0	-	706	177	6,2	5,3	2,5	0,84	0,40	0,03	5,8	66
6,3	0,0	-	61	-	6,3	5,1	0,7	0,25	0,19	0,06	1,7	72
-	0,0	-	19	-	6,0	5,1	0,2	0,05	0,04	0,06	0,5	67

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Enracinement limité par la texture à sable grossier et localement par un horizon sablo-argileux vers 100-120 cm de profondeur
- Profondeur importante (plus de 100 cm le plus souvent), forte porosité favorisant une infiltration très rapide. Pas de risque de tassement.
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates et du pH naturellement < 6,0
- Les sous-produits organiques, riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains sous réserve de respecter un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique du sol.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable argileux et argile sableuse hydromorphe sur
argiles pliocènes de Haguenau

12

Sol sableux, brun foncé, acide, devenant beige rosâtre clair à 30 cm, puis sablo-argileux gris rosâtre à olive à 70 cm, reposant à 110 cm sur un niveau graveleux.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.5

Classification CPC : Sol brun hydromorphe à pseudogley à tendance planosolique

Classification RP : Rédoxisol fluviq pseudoplanosolique issu des alluvions anciennes argilo-sableuses de Haguenau

(voir fiche n° 15, guide Kochersberg)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations sablo-argileuses à argilo-sableuses du Pliocène de Haguenau, vaste terrasse qui domine de plusieurs mètres la vallée de la Moder et la vallée du Rhin. Le Pliocène de Haguenau correspond à un dépôt alluvial ancien des rivières vosgiennes, il est constitué de dépôts sableux, sablo-argileux d'origine gréseuse et de lentilles d'argile.

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

Mise en valeur actuelle :

Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Région de Haguenau et de
Bischwiller

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun jaunâtre

au toucher (surface) :



- Texture de surface sablo-argileuse

- Position topographique :

Terrasse alluviale d'altitude 120 à
150 m

à la pissette (HCl) :



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

- Matériau :

Sablo-argileux beige foncé à
argileux grisâtre en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture sablo-argileuse à argilo-sableuse grisâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-100 cm et plus), pas de cailloux

- Superposition des textures : sable argileux jusqu'à 50-70 cm (moins de 20 % d'argile), argile sableuse à argile à 80-120 cm (35 à plus de 45 % d'argile)

- Sol non battant ($R < 1,0$)

- Classe de stabilité structurale : 1

- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à Sg)

- Réserve utile de 120 mm pour un enracinement de 60-80 cm

- Classe d'hydromorphie : H3 à H3+

- pH compris entre 5,5-6,5 en surface ; de 6,5 à 7,5 en profondeur

- Absence de calcaire total (sauf localement en profondeur), mais complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable argileux et argile sableuse hydromorphe sur
argiles pliocènes de Haguenu

12

Sol sableux, brun foncé, acide, devenant beige rosâtre clair à 30 cm, puis sablo-argileux gris rosâtre à olive à 70 cm, reposant à 110 cm sur un niveau graveleux

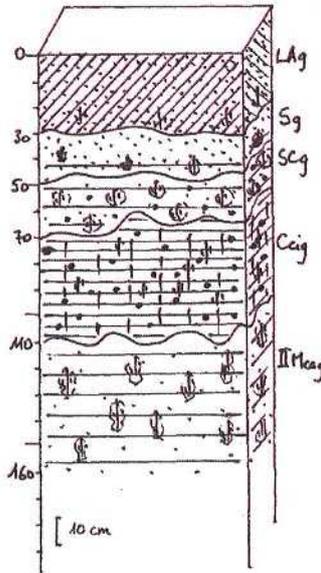
(voir fiche n° 15, guide Kochersberg)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Parcelle de maïs

Ohlungen : X = 992,9 - Y = 2437,5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAg (0-30 cm) - Sable, brun jaunâtre foncé, structure polédrique subanguleuse, meuble, friable. Très nombreuses racines. Quelques taches rouille.

Horizon Sg (30-50 cm) - Sable argileux, gris rosâtre, structure polyédrique subanguleuse, compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon SCg (50-70 cm) - Argile sableuse, gris rosâtre, structure polyédrique, très compact, non friable. Racines peu nombreuses. Très nombreuses taches gris-rouille et concrétions noires.

Horizon Ccig (70-110 cm) - Argile, gris jaunâtre olive, structure continue, très compact, non friable. Très peu de racines. Très nombreuses taches gris-rouille et concrétions noires.

Horizon IIMcag (110-160 cm) - Argile limono-sableuse, brun jaunâtre, calcaire, à niveau graveleux calcique à 110-120 cm, compact, non friable. Pas de racines. Grandes taches gris rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/R en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
11,1	0,0	-	660	-	6,7	5,9	3,9	0,89	0,55	0,03	4,9	sat
-	0,0	-	30	-	6,6	5,3	4,8	1,09	0,47	0,03	5,8	sat
-	0,0	-	-	-	6,7	5,3	10,0	2,38	0,40	0,03	11,7	sat
-	1,5	-	-	-	8,0	7,1	29,8	5,85	0,58	0,10	20,1	sat
-	11,2	5,0	-	-	8,3	7,4	43,6	4,12	0,40	0,10	14,2	sat

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Enracinement limité par la texture argileuse vers 80-100 cm de profondeur
- Profondeur importante (plus de 100 cm le plus souvent), forte porosité de surface favorisant une infiltration très rapide jusqu'au plancher argileux où l'eau stagne
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates, du pH naturellement < 6,0 et de l'excès d'eau.
- Seuls des sous-produits minéraux riches en calcium et/ou autres éléments recyclables par la production végétale peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains. Pour les sous-produits contenant de l'azote disponible un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates est indispensable. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique du sol.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable acide moyennement profond
sur alluvions de la Moder

13

Sol sableux, brun foncé, acide, devenant beige clair à 25 cm, puis beige blanchâtre à trainées rougeâtres à 60 cm, reposant à 100 cm sur un niveau sablo-graveleux.

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

Classification CPCS : Sol brun acide

Classification RP : Alocrisol à brunisol oligo-saturé fluviqve issu des alluvions anciennes de la Moder

(voir fiche n° 16, guide Kochersberg)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations sableuses des alluvions anciennes de la Moder, vers Kaltenhouse près de Haguenau. Ces dépôts dominent de 1 à 2 mètres les vallées de la Moder et du Rhin. Ils sont caractérisés par un milieu très sec et très filtrant.

Mise en valeur actuelle :

Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Région de Haguenau vers
Kaltenhouse

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun rosâtre

au toucher (surface) :



- Texture de surface sableuse

- Position topographique :

Terrasse alluviale peu marquée

à la pissette (HCl) :



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

- Matériau :

Sableux beige foncé à galets
siliceux épars

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture
sableuse

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (60 cm à 1 m et plus), pas de cailloux

- Superposition des textures : sable sur tout le profil (moins de 10 % d'argile)

- Sol non battant ($R < 1,0$)

- Classe de stabilité structurale : 1

- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à Sg)

- Réserve utile de 40 mm pour un enracinement limité à 60 cm

- Classe d'hydromorphie : H0

- pH compris entre 4,5-5,5 en surface sans intervention ; de 5,5 à 6,5 après amendement

- Absence de calcaire total, et complexe adsorbant désaturé (S/T < 50 %)

Région naturelle N° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable acide moyennement profond
sur alluvions de la Moder

13

Sol sableux, brun foncé, acide, devenant beige clair à 25 cm, puis beige blanchâtre à trainées rougeâtres à 60 cm, reposant à 100 cm sur un niveau sablo-graveleux

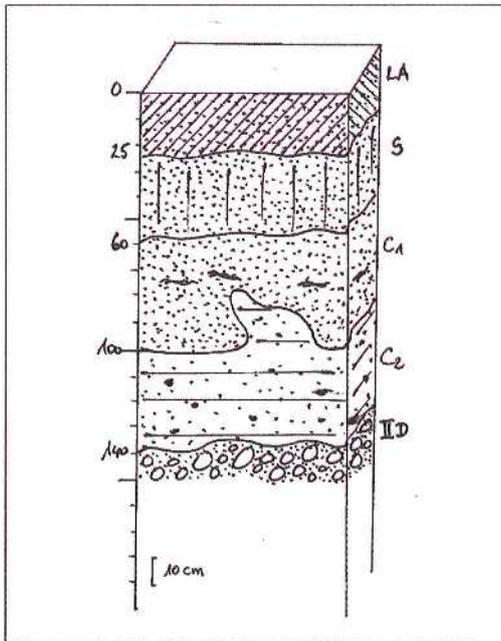
(voir fiche n° 16, guide Kochersberg)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Jachère

Brumath : X = 997,9 - Y = 2426,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Sable, brun foncé, structure polédrique subanguleuse, meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon S (25-60 cm) - Sable, beige clair à taches brun noirâtre, structure polyédrique subanguleuse, meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon C1 (60-100 cm) - Sable, beige blanchâtre, structure continue, peu compact, friable. Racines peu nombreuses. Trainées brun rougeâtre.

Horizon C2 (100-140 cm) - Sable, brun rougeâtre, structure polyédrique, compact, peu friable. Très peu de racines. Quelques concrétions noires.

Horizon IID (> 140 cm) - Sable caillouteux, rouge brunâtre, structure continue, compact, non friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	LA	57,2	24,1	6,1	5,8	5,7	1,0
25-60	S	57,9	27,5	6,8	5,3	2,2	0,2
60-100	C1	58,8	27,3	7,5	3,9	2,4	0,1
100-140	C2	53,6	21,0	10,5	3,9	10,8	0,1
> 140	IID	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

GN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy. II ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					ST en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	0,0	-	720	-	5,7	4,4	0,9	0,20	0,49	0,03	3,5	46
-	0,0	-	280	-	6,1	4,7	0,7	0,10	0,28	0,03	1,7	64
-	0,0	-	-	-	6,5	5,1	0,6	0,10	0,15	0,03	1,2	74
-	0,0	-	-	-	5,0	3,8	1,1	0,20	0,34	0,03	4,7	36
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUPS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau très faible
- Enracinement limité par la texture sableuse à 50-60 cm de profondeur
- Forte porosité de surface favorisant une infiltration très rapide
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates et du pH naturellement < 6,0
- Les sous-produits organiques, riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains sous réserve de respecter un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique du sol.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable à sable argileux hydromorphe
sur alluvions de la Sauer

14

Sol sableux, brun, acide, devenant beige clair à 25 cm, à taches gris-rouille à 40 cm, puis sablo-argileux brun rougeâtre à 70 cm, reposant à 100-120 cm sur une argile sableuse gris-rougeâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol lessivé à pseudogley

Classification RP : Luvisol fluviatique rédoxique issu des alluvions anciennes sablo-argileuses de la Sauer et du Seltzbach

(voir fiche n° 17, guide Kochersberg)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les alluvions sablo-argileuses du cône alluvial de la Sauer et du Seltzbach dans la région de Seltz et de Kesseldorf. Ces alluvions sont un peu plus argileuses que les sols précédents, mais encore très marquées par la présence de sable grossier. Elles présentent de ce fait un drainage déficient.

Mise en valeur actuelle :

Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
Région de Seltz et Kesseldorf

- **Position topographique :**
Terrasse alluviale peu marquée à cuvettes humides

- **Matériau :**
Sableux beige foncé à sablo-argileux

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur brun rosâtre

- Texture de surface sableuse à sablo-argileuse

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

- Sol profond (> 1 m) ; texture sableuse à sablo-argileuse, taché d'ocre et de noir à 40 cm, bariolé gris bleu rouille à 70-90 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux

- Superposition des textures : sable en surface (moins de 10 % d'argile) à sable argileux (10 à 20 % d'argile) au-delà de 40-50 cm

- Sol non battant ($R < 1,0$)

- Classe de stabilité structurale : 1

- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à Sg)

- Réserve utile de 80 mm pour un enracinement limité à 60 cm

- Classe d'hydromorphie : H3 à H3+

- pH compris entre 5,5-6,5 en surface sans intervention ; de 6,0 à 7,0 après amendement

- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Sable à sable argileux hydromorphe
sur alluvions de la Sauer

14

Sol sableux, brun, acide, devenant beige clair à 25 cm, à taches gris-rouille à 40 cm, puis sablo-argileux brun rougeâtre à 70 cm, reposant à 100-120 cm sur une argile sableuse gris-rougeâtre

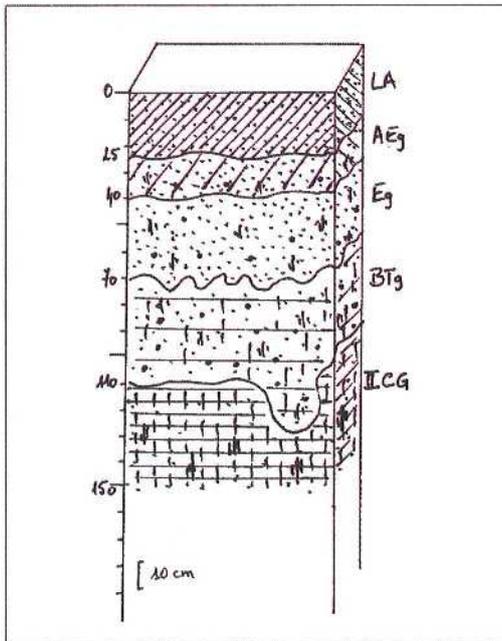
(voir fiche n° 17, guide Kochersberg)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Maïß

Vendenheim : X = 997,3 - Y = 2421,6

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Sable, brun foncé, structure polyédrique subanguleuse, peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon AEg (25-40 cm) - Sable, beige jaunâtre, structure polyédrique subanguleuse, peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques taches rouille et noirâtres.

Horizon Eg (40-70 cm) - Sable, beige blanchâtre, structure polyédrique subanguleuse, très compact, non friable. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches rouille et concrétions noirâtres.

Horizon BTg (70-110 cm) - Sable argileux, brun rougeâtre, structure polyédrique, peu compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses trainées grisâtres.

Horizon IICG (110-150 cm) - Argile sableuse, rougeâtre gris bleu-tée, structure continue, compact, non friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	LA	50,7	14,8	11,8	11,5	9,6	1,5
25-40	AEg	49,5	15,0	12,8	11,2	11,0	0,4
40-70	Eg	47,0	15,3	11,3	11,4	14,7	0,2
70-110	BTg	44,6	19,0	2,8	12,5	21,0	0,0
110-150	IICG	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, l/lt ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	-	330	-	6,7	5,9	4,3	0,74	0,62	0,03	5,0	sat
-	0,0	-	20	-	7,1	6,0	3,5	0,64	0,28	0,03	3,9	sat
-	0,0	-	-	-	7,2	6,0	5,3	0,79	0,26	0,03	6,2	sat
-	0,0	-	-	-	6,8	5,2	7,6	2,53	0,19	0,03	8,5	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'excès d'eau et la compacité des horizons à partir de 40-60 cm de profondeur
- Difficultés d'entrée dans les parcelles au printemps ; engorgement marqué en période pluvieuse
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates, du pH naturellement < 6,0 et de l'excès d'eau.
- Seuls des sous-produits minéraux riches en calcium et/ou autres éléments recyclables par la production végétale peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains. Pour les sous-produits contenant de l'azote disponible un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates est indispensable. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique du sol.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile à argile sableuse hydromorphe
des vallées vosgiennes

15

Sol argileux, brun foncé, devenant beige à 20 cm, puis beige grisâtre à taches gris-rouille argilo-sableux à 70 cm et sablo-argileux à 110 cm, reposant à 140 cm sur une argile gris-ocre.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.2

Classification CPCS : Sol alluvial à gley décarbonaté

Classification RP : Réductisol fluviatique duplique issu d'alluvions récentes d'origine vosgienne

(voir fiche n° 19, guide Kochersberg)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les plaines alluviales inondables de la Moder, de la Sauer et du Seltzbach. Les alluvions récentes sont argileuses à argilo-sableuses. Ces sols présentent un taux d'argile élevé (35 à près de 60 % d'argile) et ils sont d'autant plus hydromorphes qu'ils se rapprochent du centre des cuvettes alluviales.

Mise en valeur actuelle :

Prairies de fauche, maïs, jachères et bois

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Région de Haguenau,
Soufflenheim et Seltz

- Position topographique :

Cuvettes alluviales

- Matériau :

Argileux à argilo-sableux

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur brun foncé

- Texture de surface argileuse à argilo-sableuse

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

- Sol profond (> 1 m) ; texture argileux à argilo-sableux, taché d'ocre et gris à 40-60 cm, bariolé gris bleu rouille à 80-100 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux

- Superposition des textures : argile en surface (35 à 60 % d'argile) à argile sableuse et sable argileux (20 à 45 % d'argile) au-delà de 40-60 cm

- Indice de battance limité ($R < 1,4$)

- Classe de stabilité structurale : 1

- Densité apparente de 1,2 à 1,5 (de LA à Sg)

- Réserve utile de 100 mm pour un enracinement limité à 60 cm

- Classe d'hydromorphie : H3 à H4

- pH compris entre 5,5 et 6,5 en surface sans intervention

- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Argile à argile sableuse hydromorphe
des vallées vosgiennes

15

Sol argileux, brun foncé, devenant beige à 20 cm, puis beige grisâtre à taches gris-rouille argilo-sableux à 70 cm et sablo-argileux à 110 cm, reposant à 140 cm sur une argile gris-ocre.

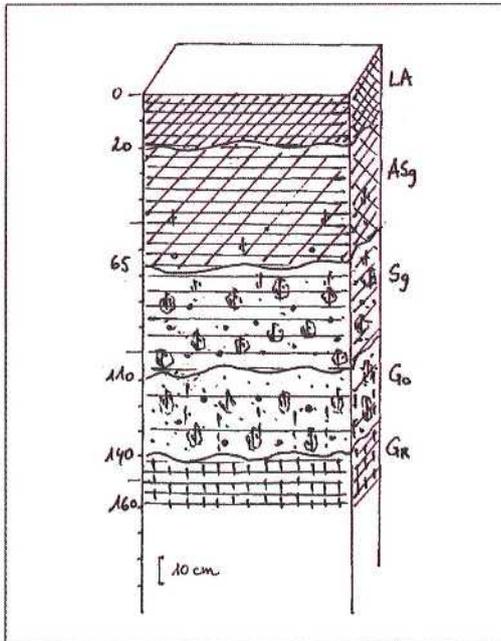
(voir fiche n° 19, guide Kochersberg)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Prairie de fauche

Mommenheim : X = 990,2 - Y = 2430,1

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-20 cm) - Argile, brun jaunâtre foncé, structure grumeleuse, meuble, peu friable. Très nombreuses racines.

Horizon ASg (20-65 cm) - Argile, beige, structure prismatique, compact, non friable. Très nombreuses racines. Quelques taches rouille et concrétions noirâtres.

Horizon Sg (65-110 cm) - Argile sableuse, brun grisâtre, structure prismatique, très compact, non friable. Racines nombreuses. Très nombreuses taches gris-rouille et concrétions noirâtres.

Horizon Go (110-140 cm) - Sablo argileux, brun gris rouille, structure polyédrique subanguleuse, peu compact, non friable. Très peu de racines. Nombreuses trainées gris-rouille.

Horizon Gr (140-160 cm) - Argile, gris bleutée taché d'ocre, structure continue, très compact, non friable. Très peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

GN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,2	0,0	-	90	-	6,6	5,4	24,8	3,97	0,36	0,10	25,7	sat
7,8	0,0	-	10	-	7,1	5,5	24,1	3,42	0,32	0,10	21,1	sat
-	0,0	-	-	-	7,3	5,8	14,1	2,23	0,21	0,03	11,7	sat
-	0,0	-	-	-	7,5	6,0	9,1	1,54	0,15	0,03	7,9	sat
-	0,0	-	-	-	7,5	5,8	22,1	4,27	0,43	0,06	19,2	sat

ATOUPS ET CONTRAINTES DU SOL

- Texture de surface lourde à très lourde
- Réserve utile limitée, du fait de la texture et de l'excès d'eau, mais compensée par les remontées capillaires en été
- Risques d'inondation en hiver et au printemps
- Risque de lessivage des nitrates élevé, mais une dénitrification est possible dans ce type de sol
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'eau, du risque élevé de lessivage des nitrates et du PH qui peut être < 6,0.
- Seuls des sous-produits minéraux riches en calcium et/ou autres éléments recyclables par la production végétale peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains. Pour les sous-produits contenant de l'azote disponible un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates est indispensable. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique du sol.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, calcaire,
sain sur loess

16

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre de 50-60 cm à plus de 150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.1

Classification CPCS : Sol brun calcaire

Classification RP : Calcosol limoneux issu de loess

(voir fiche n° 7, guide Outre-Forêt)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les versants des collines limoneuses à l'amont de Seltz. Ce sont les marges des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Les sols y sont constamment rajeunis (décapés en surface) par l'érosion hydrique et localement le loess apparaît en surface du sol.

Mise en valeur actuelle :

Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- | | | | |
|--|------------------------|--|--|
| - Localisation géographique :
Collines d'Outre-Forêt situées en amont de Seltz | à l'oeil (surface) : |  | - Couleur beige clair à jaunâtre localement |
| - Position topographique :
Versants des collines | au toucher (surface) : |  | - Texture de surface limoneuse à limono-argileuse |
| - Matériau :
Limoneux calcaire (loess) | à la pissette (HCl) : |  | - Effervescence forte à l'acide sur tout le profil |
| | à la tarière : |  | - Sol profond (> 1 m) ;
texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre à moins de 60 cm |

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (18 à 24-25 % d'argile) à limon franc (10-12 à 18 % d'argile) au-delà de 40-60 cm
- Indice de battance faible à moyen ($1,4 < R < 1,6$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,2 à 1,4 (de LA à Cca)
- Réserve utile de 180 mm pour un enracinement de 100-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5 en surface comme en profondeur
- 10 à 30 % de calcaire total, complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, calcaire,
sain sur loess

16

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre de 50-60 cm à plus de 150 cm.

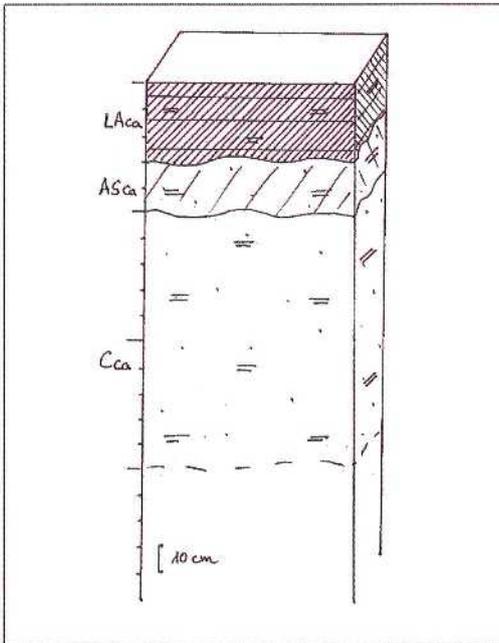
(voir fiche n° 7, guide Outre-Forêt)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle en jachère (ray-grass)

Eberbach : X = 1020,6 - Y = 2451,7

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 34), calcaire, structure polyédrique (10-15 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon ASca (30-50 cm) - Limon, beige orangé (10 YR 68), calcaire, structure polyédrique (10 à 30 mm), très compact, non friable. Peu de racines.

Horizon Cca (50-150 cm) - Limon, jaunâtre (10 YR 76), calcaire, structure continue à éclats anguleux, compact, non friable. Peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAca	0,8	2,6	41,8	26,9	25,5	2,3
30-50	ASca	0,7	2,4	46,6	32,5	17,2	0,5
50-150	Cca	1,6	2,3	51,7	33,7	10,5	0,2

PROFIL CHIMIQUE

GN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/r en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,9	-	360	51	8,0	-	25,1	1,39	0,64	0,03	14,1	sat
8,0	16,8	-	40	-	8,4	-	38,2	0,99	0,17	0,02	7,4	sat
6,4	26,0	-	30	-	8,7	-	34,4	0,79	0,11	0,02	4,6	sat

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Sensibilité au ruissellement et à l'érosion

- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, décarbonaté,
sain sur loess

17

Sol limono-argileux, brun, devenant beige à 30 cm, puis beige-jaunâtre à 60 cm, et enfin limoneux jaunâtre calcaire vers 100 cm, jusqu'à 160 cm et plus.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.5

Classification CPCS : Sol brun calcique à faiblement lessivé sur loess

Classification RP : Calcisol à néoluvisol issu de loess

(voir fiche n° 8, guide Outre-Forêt)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les pentes faibles des collines limoneuses à l'amont de Seltz. Ce sont les marges des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Les sols y sont régulièrement décarbonatés ; la profondeur de décarbonatation peut varier de 50 à 100 cm. Lorsque la décarbonatation est plus poussée, elle est associée au lessivage des argiles (fiche 18).

Mise en valeur actuelle :

Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines d'Outre-Forêt situées en amont de Seltz

- Position topographique :

Pentes faibles des collines

- Matériau :

Limoneux calcaire (loess)

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur brun beige clair

- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse

- Pas d'effervescence à l'acide en surface, forte en profondeur

- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre vers 100 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux

- Superposition des textures : limon argileux en surface (24 à 32 % d'argile) sur limon franc (14 à 18 % d'argile) au-delà de 100 cm

- Indice de battance faible à moyen ($1,4 < R < 1,6$) ; $R > 1,8$ si $MO < 1,8$ %

- Classe de stabilité structurale : 4

- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de LA à BT)

- Réserve utile de 200 à 240 mm pour un enracinement de 100-120 cm

- Classe d'hydromorphie : H0

- pH compris entre 7,0 et 7,5 en surface comme en profondeur

- Moins de 2 % de calcaire total jusqu'à 100 cm, 20 à 30 % au delà, complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, décarbonaté,
sain sur loess

17

Sol limono-argileux, brun, devenant beige à 30 cm, puis beige-jaunâtre à 60 cm, et enfin limoneux jaunâtre calcaire vers 100 cm, jusqu'à 160 cm et plus.

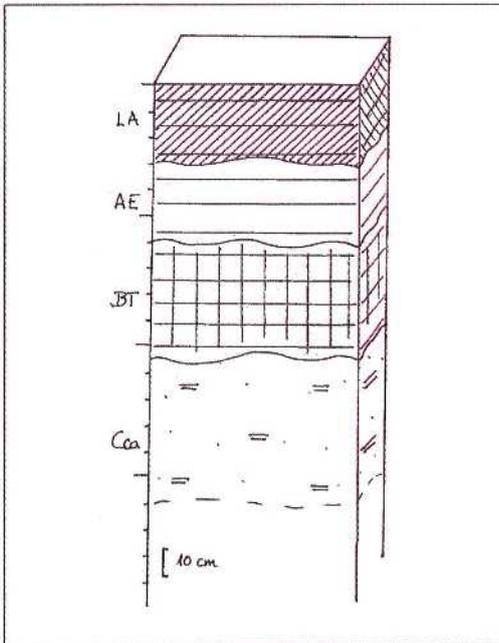
(voir fiche n° 8, guide Outre-Forêt)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de blé

Siegen : X = 1017,4 - Y = 2454,3

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 32), non calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), meuble, non friable. Nombreuses racines.

Horizon AE (30-60 cm) - Limon argileux, beige jaunâtre (10 YR 44), structure polyédrique (10 à 20 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon BT (60-105 cm) - Limon argileux, jaunâtre orangé (10 YR 46), non calcaire, structure polyédrique (20 à 30 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon Cca (105-160 cm) - Limon, jaunâtre (10 YR 64), calcaire, structure continue à éclats anguleux, compact, non friable. Peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.C.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	1,2	2,3	42,3	29,2	22,8	2,1
30-60	AE	0,5	1,4	43,9	28,1	25,9	0,4
60-105	BT	0,5	1,7	35,5	28,8	33,0	0,6
105-160	Cca	1,1	2,0	51,9	32,4	12,1	0,2

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,2	0	-	200	120	7,4	6,6	13,1	1,79	0,68	0,03	12,0	sat
6,8	0	-	32	-	7,8	6,5	14,1	1,84	0,28	0,05	11,3	sat
6,5	0	-	27	-	7,5	6,1	16,3	2,38	0,43	0,04	14,2	sat
7,7	22,9	3,4	10	-	8,6	7,9	37,5	1,19	0,13	0,04	5,2	sat

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (MO < 1,8 %)
- Sensibilité au ruissellement modérée si MO reste > 1,8 %
- Pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse,
décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess

18

Sol limoneux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, puis brun rougeâtre à taches gris-rouille entre 50 et 110 cm, reposant sur un lehm beige gris jaunâtre à 100-110 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.4

Classification CPCS : Sol brun lessivé à pseudogley sur lehm-loess

Classification RP : Néoluvisol à luvisol rédoxique

(voir fiche n° 10, guide Outre-Forêt)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les sommets à pente faible ou en zone plane avec de légères dépressions des collines limoneuses à l'amont de Seltz. Ce sont les marges des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Les sols y sont décarbonatés en profondeur sur au moins 1 m. La concentration des eaux pluviales a facilité la décarbonatation et entraîné le début du lessivage des argiles en profondeur.

Mise en valeur actuelle :

Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- | | | | |
|--|------------------------|--|--|
| - Localisation géographique :
Collines d'Outre-Forêt situées en amont de Seltz | à l'oeil (surface) : |  | - Couleur brun beige clair |
| - Position topographique :
Sommets des collines, position plane ou légèrement déprimée | au toucher (surface) : |  | - Texture de surface limoneuse à limono-argileuse |
| - Matériau :
Limoneux (lehm-loess) | à la pissette (HCl) : |  | - Pas d'effervescence à l'acide en surface, forte à plus de 1,5 m |
| | à la tarière : |  | - Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre calcaire > 100-150 cm |

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (15 à 20 % d'argile) sur limon argileux (25 à 30 % d'argile)
- Indice de battance élevé $R > 2$, tant que le taux de MO est inférieur à 2,5 %
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (LA) à 1,6 (BTg)
- Réserve utile de 180 à 220 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH compris entre 6,0 et 7,5 jusqu'à 1 m sauf pratiques de chaulage
- Pas de calcaire total jusqu'à 120-150 cm au moins, 10 à 20 % au delà, complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse,
décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess

18

Sol limoneux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, puis brun rougeâtre à taches gris-rouille entre 50 et 110 cm, reposant sur un lehm beige gris jaunâtre à 100-110 cm.

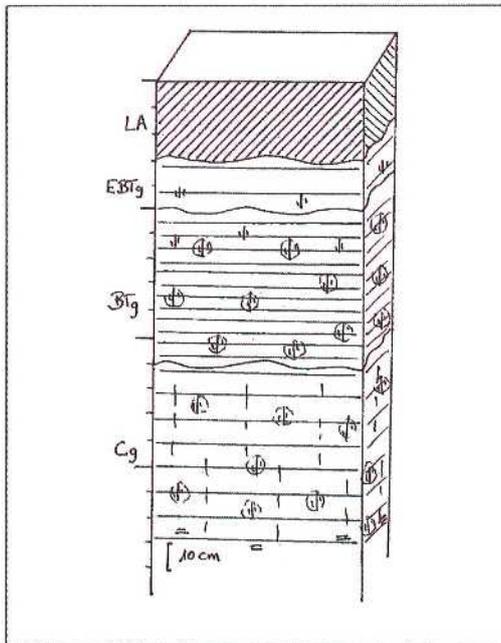
(voir fiche n° 10, guide Outre-Forêt)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de maïs

Hatten : X = 1013,9 - Y = 2449,2

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon, brun (10 YR 43), non calcaire structure polyédrique (30 mm), peu compact. Peu de racines.

Horizon EBTg (30-50 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 44), non calcaire, structure polyédrique (50 mm), peu compact. Pas de racines. Quelques taches rouille.

Horizon BTg (50-110 cm) - Limon argileux, beige orangé (10 YR 56), structure polyédrique (50 à 60 mm), peu compact. Pas de racines. Taches gris rouille assez nombreuses.

Horizon Cg (110-180 cm) - Limon argileux, gris jaunâtre rouille (2,5 Y 64), structure polyédrique (100 mm), compact. Pas de racines. Taches gris rouille nombreuses.

Faiblement calcaire en fond de profil.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	8,3	5,9	39,3	30,5	14,3	1,6
30-50	EBTg	3,4	3,8	32,1	32,9	27,0	0,6
50-110	BTg	2,1	2,4	34,3	31,4	29,3	0,4
110-180	Cg	2,8	2,5	37,6	33,6	23,0	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0	-	590	200	5,4	4,4	4,3	0,64	0,45	0,02	7,1	76
6,4	0	-	110	-	6,3	4,9	9,1	1,54	0,45	0,04	9,8	sat
6,6	0	-	-	-	7,0	5,5	12,7	1,64	0,23	0,07	10,5	sat
5,6	0	-	-	-	7,1	5,5	10,5	1,39	0,15	0,08	7,8	sat

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage modéré
- Sensibilité au tassement et risque de formation de croûtes de battance
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Le contrôle du pH est indispensable. La vérification du niveau d'excès d'eau est nécessaire. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux riches en calcium est agronomiquement valorisé.

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argileux, calcaire,
peu hydromorphe, des vallons loessiques

19

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 40 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 90-100 cm, reposant au-delà de 140 cm sur un limon gris rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.5
Classification CPC : Sol brun calcaire colluvial sur loess
Classification RP : Calcosol colluvique issu de loess

(voir fiche n° 16, guide Outre-Forêt)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les bas de pentes faibles ou dans les vallons secs des collines limoneuses à l'amont de Seltz. Ce sont les marges des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Ils sont profonds, calcaires ou décarbonatés en profondeur sur au moins 1 m, sains ou hydromorphes en profondeur, ce qui les distingue des sols de la fiche 20 hydromorphes à proximité de la surface. Du fait de leur position topographique, ces sols reçoivent les apports de l'amont des versants ce qui contribue à les enrichir progressivement.

Mise en valeur actuelle :

Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines d'Outre-Forêt situées en amont de Seltz

- Position topographique :

Bas de pentes et vallons secs

- Matériau :

Limoneux (loess et lehm-loess)

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun

au toucher (surface) :



- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide dès la surface

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre calcaire > 100 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (18 à 24 % d'argile), puis limon franc (14 à 18 % d'argile) au-delà de 100 cm
- Indice de battance faible à moyen ($1,4 < R < 1,6$), sauf si le taux de MO est inférieur à 1,8 %
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (LA à Sgca)
- Réserve utile de 180 à 240 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2
- pH compris entre 6,5 et 8,0
- Présence de calcaire total dès la surface, complexe adsorbant saturé

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon argileux, calcaire,
peu hydromorphe, des vallons loessiques

19

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 40 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 90-100 cm, reposant au-delà de 140 cm sur un limon gris rouille.

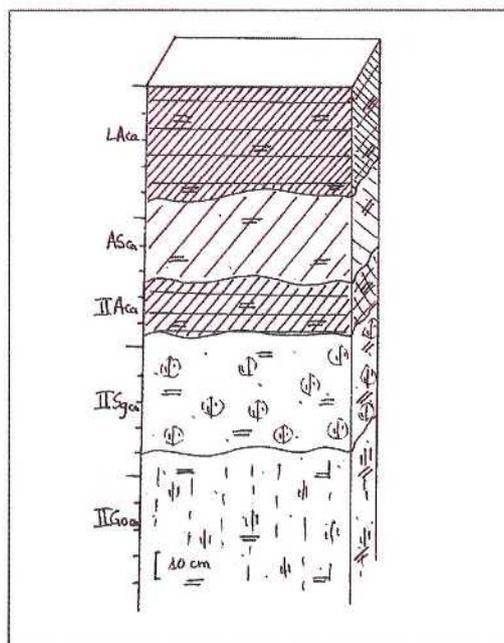
(voir fiche n° 16, guide Outre-Forêt)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle en jachère (ray-grass)

Wintzenbach : X = 1020,6 - Y = 2451,6

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-45 cm) - Limon argileux, brun (10YR 4/3), calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon ASci (45-75 cm) - Limon, beige clair (10YR 5/3), calcaire, structure polyédrique (20 à 30 mm), peu compact, non friable. Peu de racines.

Horizon IIAca (75-95 cm) - Limon argileux, beige clair (10YR 5/3), calcaire, structure polyédrique (20 à 30 mm), peu compact, non friable. Peu de racines.

Horizon IISgca (95-140 cm) - Limon, gris jaunâtre orangé (2,5 Y 5/4), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, peu friable. Pas de racines.

Horizon IIGoca (140-180 cm) - Limon, gris jaunâtre orangé (2,5 Y 5/4), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, peu friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-45	LAca	0,8	2,2	34,3	33,5	24,9	4,1
45-75	ASci	0,4	2,4	40,0	35,0	20,8	1,3
75-95	IIAca	0,3	2,0	36,9	35,5	23,6	1,5
95-140	IISgca	0,4	1,8	41,5	37,1	18,8	0,3
140-180	IIGoca	0,2	2,7	46,5	33,3	16,8	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	5,3	-	220	57	8,0	-	39,3	1,54	0,43	0,04	15,5	sat
7,9	6,1	-	10	-	8,3	-	39,3	1,49	0,17	0,04	10,1	sat
8,2	2,9	-	20	-	8,3	-	36,9	1,84	0,23	0,05	11,4	sat
4,5	2,5	-	10	-	8,4	-	35,1	1,69	0,19	0,05	8,7	sat
7,1	0,7	-	20	-	8,3	-	13,0	1,64	0,17	0,05	7,7	sat

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Risque de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (taux de MO < 2 %)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Le contrôle du pH et de l'excès d'eau doit être effectué

Région naturelle n° 2
Ried Nord

Fiche de sol n°
Limon, calcaire à décarbonaté, très hydromorphe,
des vallons limoneux humides

20

Sol limoneux, brun, calcaire à décarbonaté, devenant beige à taches rouille à 30 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 50 cm et grisâtre à 100-120 cm et plus.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.6 à 22.5 (variante à définir)

Classification CPCS : Sol brun colluvial calcaïque à gley

Classification RP : Colluviosol calcaïque rédoxique à réductique calcaire à calcaïque issu d'alluvions limoneuses

(voir fiche n° 18, guide Outre-Forêt)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les dans les vallons humides et les vallées des collines limoneuses à l'amont de Seltz. Ce sont les marges des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Ils sont profonds, calcaires ou décarbonatés en profondeur sur au moins 1 m et hydromorphes. Leur texture de surface peut varier selon les apports des collines environnantes de l'amont.

Mise en valeur actuelle :

Maïs, prairies

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines d'Outre-Forêt situées en amont de Seltz

- Position topographique :

Vallons humides et vallées

- Matériau :

Limono-argileux à argileux

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argileuse à argileuse

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide variable

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse à argileuse, gris rouille à 50-60 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

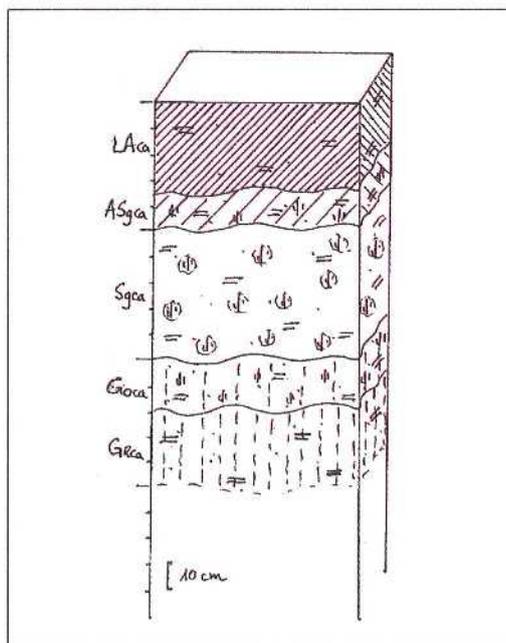
- Sol profond (100 cm et plus), pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (20 à 40 % d'argile), limon à argile limoneuse en profondeur (25 à 40 % d'argile) au-delà de 50-60 cm
- Indice de battance limité ($R < 1,4$), élevé ($R > 1,8$) si $MO < 2,2$ %
- Classe de stabilité structurale : 1 à 2
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (LA à Go)
- Réserve utile de 200 à 240 mm pour un enracinement de 80-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H3 à H4
- pH compris entre 6,5 et 8,0
- Taux de calcaire total dépendant de l'amont, complexe adsorbant généralement saturé

**Région naturelle n° 2
Ried Nord**
**Fiche de sol n°
Limon, calcaire à décarbonaté, très hydromorphe,
des vallons limoneux humides**
20
Sol limoneux, brun, calcaire à décarbonaté, devenant beige à taches rouille à 30 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 50 cm et grisâtre à 100-120 cm et plus.
(voir fiche n° 18, guide Outre-Forêt)
UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

Siegen : X = 1017,4 - Y = 2455,9

Profil typique


DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-35 cm) - Limon, brun (10 YR 32), calcaire, structure polyédrique (10 à 20 mm), compact, non friable. Nombreuses racines. Rares taches rouille.

Horizon ASgca (35-50 cm) - Limon, beige (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (30 à 50 mm), peu compact, non friable. Peu de racines. Quelques taches rouille.

Horizon Sgca (50-100 cm) - Limon, beige jaune clair (10 YR 54), calcaire, structure polyédrique (50 à 100 mm), peu compact, non friable. Racines assez nombreuses. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon Goca (100-120 cm) - Limon, jaunâtre clair (2,5 Y 54), calcaire, structure prismatique (100 mm), peu compact, non friable. Très peu de racines. Très nombreuses taches gris-rouille.

Horizon Grca (120-150 cm) - Limon, grisâtre (10 Y 5), calcaire, structure continue, peu compact, non friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LAca	2,0	2,3	43,8	30,3	17,3	4,0
35-50	ASgca	2,8	2,7	44,7	31,9	16,2	1,6
50-100	Sgca	0,9	3,0	48,4	28,9	17,7	0,8
100-120	Goca	1,6	3,2	53,7	27,6	13,1	0,4
120-150	Grca	2,0	3,3	54,6	27,2	12,4	0,4

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, pH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	10,4	2,4	470	230	8,1	7,6	38,2	1,69	1,51	0,04	11,4	sat
7,9	12,4	2,7	23	-	8,3	7,8	38,6	1,29	1,62	0,05	8,9	sat
8,0	9,0	1,8	< 10	-	8,3	7,8	37,5	1,49	0,87	0,15	7,9	sat
8,1	10,7	1,7	15	-	8,3	7,9	36,4	1,39	0,26	0,17	5,9	sat
8,0	10,1	1,5	34	-	8,4	7,9	36,8	1,34	0,19	0,16	5,4	sat

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'excès d'eau
- Aptitude au réchauffement médiocre
- Difficulté d'entrée dans les parcelles au printemps ; sol difficile du fait de l'hydromorphie
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant vis-à-vis de la matière organique à cause de l'excès d'eau
- Seuls les sous-produits minéraux riches en fertilisants autres que le calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains

CHAPITRE 6

SYNTHESE AGRONOMIQUE PAR THEMES

Ce chapitre a pour objectif de donner les bases d'une gestion optimale des sols pour la production agricole et pour la protection de la ressource en eau. Les méthodes de diagnostic mises en œuvre 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 œuvre 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 104
	Entretien calcique et magnésien des sols	P 104
	Praticabilité des terrains	P 105
P 106-109	Sols hydromorphes et drainage	P 107
P 110-111	Sols et irrigation	P 112-113
	Inondations	P 114
P 114-128	Sols, ruissellement, érosion et flux associés	
P 129-139	Sols et lessivage des nitrates	P 133-134, 136-137
P 139-140	Sols et devenir des produits phytosanitaires	
P 141-152	Pouvoir épurateur des sols	P 148-152

6.1. LA FERTILISATION PHOSPHATEE ET POTASSIQUE

Dans ce paragraphe ne sont mentionnés que les sols présentant des caractéristiques particulières et où les techniques à mettre en œuvre diffèrent des préconisations habituelles de fertilisation telles qu'elles sont décrites par le COMIFER.

Les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables des anciens méandres du Rhin et des Rieds (fiches 7 à 10) 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, de présence de types d'argiles particuliers, ces sols peuvent poser des problèmes de rétrogradation du potassium. Ainsi pour être efficaces, les apports doivent être importants : jusqu'à 200 U/ha au plus près des stades de consommation importante de celle-ci, sur les sols des fiches 9 et 10.

6.2. L'ENTRETIEN CALCIQUE ET MAGNESIEN DES SOLS

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 n° 11 à 15) dont le pH peut tomber à 5,0 et moins en l'absence de chaulage. Les sols du Ried doivent aussi être surveillés, car même s'ils sont carbonatés au delà de 50 cm de profondeur, le pH de surface peut être inférieur à 6,0.

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.

Les sols développés sur alluvions rhénanes ne présentent que rarement des problèmes de pH compte tenu de la nature calcaire des terrains. Seuls les terrains des alluvions rhénanes les plus éloignées du Rhin (fiches n° 5 et 6) peuvent présenter des plages de décalcification liées au lessivage du calcium dans les parcelles cultivées. Ces plages se manifestent par des ronds de dépérissement dans les cultures dont la surface va en augmentant d'année en année.

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

De ce point de vue, les sols du Ried Nord peuvent être classés en 3 catégories.

- **les sols superficiels plutôt sableux et le plus souvent filtrants (fiches 1, 2, 5, 11 à 14)**

Ceux-ci ont une texture légère (S, SA, SL à LSa) et sont de ce fait faciles à travailler. De plus certains sols sont souvent calcaires (fiches 1, 2 et 5), présentent un taux de matière organique de 2 à 3 % et sont donc assez stables. Ils ne sont pas ou peu sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage très rapide. Ils sont superficiels ou très filtrants et ne nécessitent la mise en oeuvre des techniques d'irrigation après examen de leurs conditions environnementales que lorsqu'ils sont suffisamment étendus.

- **les sols limoneux, profonds, sains (fiches 6, 16 à 19)**

Ceux-ci ont une texture assez équilibrée (L, LA ou LAS). 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, le maintien d'un bon état calcique (fiche 18).

Dans les loess, cette dernière condition est remplie (le loess est par nature un limon calcaire), seul le taux d'humus et les temps de ressuyage sont à contrôler. Dans les limons décarbonatés, il est préférable d'y ajouter des pratiques de chaulage régulières.

Dans tous les cas, ni drainage, ni irrigation ne sont nécessaires.

- **les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables des Rieds, des méandres du Rhin et des vallées vosgiennes (fiches 3, 4, 7 à 10, 15, 20)**

Leur texture est le plus souvent argileuse dès la surface (plus de 30 à 35 % d'argile) ou à proximité de la surface, ce qui les rend difficiles à travailler, même en conditions ressuyées. S'y ajoutent les problèmes d'hydromorphie liée à la présence de la nappe du Rhin ou des rivières vosgiennes à faible profondeur (moins de 2 m).

Cette nappe doit être gérée 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.

Cette catégorie est donc une classe de sols difficiles pour l'agriculture intensive :

- au printemps pour l'installation des semis, délicate en cas d'inondation et parce que ces sols sont plus lents à se réchauffer,
- à l'automne pour les récoltes trop tardives sur ces sols lourds et humides.

Les risques phytosanitaires y sont aussi plus élevés.

6.4. LES SOLS HYDROMORPHES ET LE DRAINAGE

6.4.1. Généralités

Le guide des sols aborde cette question en précisant, pour chacun des sols inventoriés, l'importance et l'origine de l'excès d'eau lorsque celui-ci est identifiable.

A cet égard, il convient de distinguer 2 types de situations : les terres humides d'une part, les zones humides d'autre part.

Les terres humides sont les parcelles agricoles où l'excès d'eau a pour origine un défaut de drainage interne au sol, lié à l'existence d'un horizon peu perméable.

L'excès d'eau apparaît quelques semaines à quelques mois par an, par mise en charge d'une nappe perchée. Cette situation est fréquemment rencontrée dans toutes les collines sous-vosgiennes, le Sundgau, l'Alsace Bossue.

Les zones humides sont les terres où l'excès d'eau dans les sols est continu, en relation avec l'existence d'une nappe d'eau permanente à faible profondeur. Cette situation est celle de nombreux secteurs de la plaine d'Alsace, où la nappe alluviale du Rhin, de l'Ill ou de l'un de ses affluents commande cet excès d'eau.

Les services de l'Etat dont l'objectif est de protéger certaines zones humides, sont amenés à adopter une autre définition. En effet la loi sur l'Eau de 1999 prévoyait que les zones humides fassent en particulier « 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) ».

Le drainage par drains enterrés n'a à notre connaissance été réalisé dans le Ried Nord que très ponctuellement (vers Oberhoffen) du fait des niveaux de nappe dans le sol et donc de l'impossibilité de trouver des émissaires d'évacuation des eaux. Des réseaux de fossés à ciel ouvert ont été mis en place. Aujourd'hui, les raisons environnementales de protection des eaux superficielles déjà citées conduisent à limiter les opérations de drainage en plaine d'Alsace.

Il faut toutefois savoir qu'en moyenne en France, et en Alsace comme ailleurs, la moitié des surfaces effectivement drainées sont réalisées hors de toute aide. Des drainages sont donc malgré tout plausibles dans la région, mais très vraisemblablement de façon limitée.

6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre

Bien que l'état des sols ne justifie pas la mise en œuvre des techniques de drainage des terres agricoles par tuyaux enterrés dans le Ried Nord, nous en présentons néanmoins ses effets à titre informatif car elle 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 types : terres humides d'une part, zones humides d'autre part. Ils sont présentés dans les 2 tableaux suivants, en regard des questions les plus fréquemment posées au sujet de cette technique (tableau p. 108 «Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire» et tableau p. 109 «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. De nombreux sols humides et potentiellement inondables mais non drainables dans le Ried Nord

Dans le Ried Nord, de nombreux sols sont humides et potentiellement inondables, mais ne peuvent justifier d'un drainage par tuyaux enterrés. Tout juste est-il possible d'envisager aux marges de ceux-ci un drainage par réseau de fossés à ciel ouvert. Il s'agit principalement des sols des fiches 3, 4, 7 à 10, 15 et 20 qui relèvent des terres humides définies ci-dessus, mais qui sont aussi associés à des zones humides.

Dans ces sols, l'hydromorphie est liée au battement de la nappe phréatique sous-jacente et la gestion de la nappe est sous la dépendance des aménagements hydrauliques de l'ensemble du bassin versant. Ainsi, sauf cas particulier pour ces sols, un drainage à l'unité parcellaire ne peut diminuer de façon notable les effets de l'excès d'eau.

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

Critère d'impact	Effets négatifs ➔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 avec comme conséquence un risque d'accroissement des surfaces de sols nus en hiver.</p> <p>➔<i>La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.</i></p>	L'amélioration de la praticabilité des parcelles et la réduction de la variabilité des rendements permettent des interventions techniques mieux ajustées en fertilisation et en protection phytosanitaire.
L'alimentation en eau des cultures		Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation de la réserve en eau des sols.
Les crues du réseau hydrographique	<p>Le recreusement des fossés pour recevoir les bouches de décharge des drains crée un réseau hydrographique qui facilite l'évacuation de crues plus importantes vers l'aval.</p> <p>➔<i>Ne pas surcreuser les fossés de collecte. Raisonner les aménagements à l'échelle du bassin versant en prévoyant des ouvrages de laminage des crues à l'aval des zones drainées. Par exemple, dimensionner les ouvrages de franchissement des chemins pour qu'ils participent à ce laminage.</i></p> <p>➔<i>Retenir un débit de projet d'assainissement agricole sur la base du débit moyen journalier de fréquence annuelle au lieu de décennale.</i></p>	<p><u>Effet tampon</u>: dans les parcelles, la diminution du ruissellement et l'augmentation de la capacité de stockage pour l'eau du sol réduit les débits de crue pour les événements les plus courants.</p> <p>Cet effet disparaît avec des pluies intenses ou de longue durée. Dans ce cas, le drainage n'a plus d'influence positive car la saturation du sol est totale.</p>
Le transfert des éléments solubles : nitrates, certains produits phytosanitaires	<p>Dans un sol mieux aéré pendant les périodes habituelles d'excès d'eau, la minéralisation de l'azote et la production de nitrates sont plus intenses.</p> <p>L'eau circulant dans le sol se charge en nitrates et en résidus de certains produits phytosanitaires mobiles avec l'eau : les entraînements peuvent être importants si les pluies surviennent juste après les applications.</p> <p>Les éventuelles zones dénitrifiantes à l'échelle du paysage sont court-circuitées, l'eau issue des parcelles rejoint directement le cours d'eau.</p> <p>➔<i>Adopter une gestion fine de l'azote (fractionnement des apports minéraux et choix des dates d'apport des fertilisants) et choisir les produits phytosanitaires en considérant que le sol de la parcelle drainée se comporte comme une terre superficielle pour le risque de lessivage.</i></p>	<p>Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation des nitrates présents dans le sol.</p> <p>La meilleure utilisation des réserves en eau du sol conduit à une moindre variabilité des rendements qui facilite l'ajustement prévisionnel des doses d'engrais azotés.</p> <p>Le transfert de l'eau dans les sols est rapide et concerne seulement 30 à 60 % du volume du sol : en débit de pointe, il y a diminution des concentrations en nitrates.</p>
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et à l'échelle de la parcelle le transfert des particules solides est limité.

Les effets du drainage dans les situations de nappe permanente profonde d'origine alluviale (zones humides, 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 <i>➔précautions à adopter</i>	Effets positifs
Les pratiques agricoles	<p>L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps.</p> <p><i>➔La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.</i></p> <p>Certains groupements végétaux hygrophiles peuvent disparaître suite à l'abaissement généralisé du niveau de la nappe.</p> <p><i>➔La nature de l'aménagement (simples fossés régulièrement entretenus ou îlots drainés) doit être réfléchi au vu de toutes les conséquences prévisibles.</i></p>	L'amélioration de la praticabilité des parcelles et la réduction de la variabilité des rendements permettent des interventions techniques mieux ajustées en fertilisation et en protection phytosanitaire.
L'alimentation en eau des cultures	Un abaissement excessif du niveau de la nappe réduit ou supprime l'alimentation directe en eau des cultures à partir de celle-ci.	Le contrôle du niveau de la nappe est possible. Il peut permettre de maintenir une alimentation des plantes cultivées à partir des remontées capillaires.
Les crues du réseau hydrographique	<p>La recharge de la nappe par l'eau s'infiltrant à travers les sols est court-circuitée : la crue est plus forte et plus courte.</p> <p>Si le réseau de fossés préexistants est réduit par les nouveaux aménagements, la capacité de laminage des crues de la zone humide diminue.</p> <p><i>➔Préserver un réseau de fossés avec des limiteurs de débit pour sa fonction de stockage des crues. La modélisation hydraulique du projet d'aménagement est possible.</i></p>	
Le transfert des éléments solubles: nitrates, certains produits phytosanitaires	<p>Dans un sol mieux aéré pendant les périodes habituelles d'excès d'eau, la minéralisation de l'azote et la production de nitrates sont plus intenses.</p> <p>L'eau circulant dans le sol se charge en nitrates et en résidus de certains produits phytosanitaires mobiles avec l'eau : les entraînements peuvent être importants si les pluies surviennent juste après les applications.</p> <p>Les éventuelles zones dénitrifiantes à l'échelle du paysage sont court-circuitées : l'eau issue des parcelles rejoint directement le cours d'eau.</p> <p><i>➔Adopter une gestion fine de l'azote (fractionnement des apports minéraux et choix des dates d'apport des fertilisants) et choisir les produits phytosanitaires en considérant que le sol de la parcelle drainée se comporte comme une terre superficielle pour le risque de lessivage.</i></p> <p><i>➔Contrôler la hauteur de la nappe dans le sol pour conserver des horizons dénitrifiants.</i></p>	<p>Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation des nitrates présents dans le sol.</p> <p>Le transfert de l'eau dans les sols est rapide : en débit de pointe, il y a diminution des concentrations en nitrates.</p>
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et le transfert des particules solides est limité.

6.5. LES SOLS ET L'IRRIGATION

6.5.1. Généralités

L'irrigation a pour objectif de combler le déficit hydrique estival par un apport d'eau supplémentaire issu des réserves d'eau superficielles (rivières) ou souterraines (nappes profondes). Ce déficit est principalement lié à la réserve en eau utile des sols et à la pluviométrie.

Dans le Ried Nord, les réserves utiles des sols de la région et la disponibilité de la ressource en eau souterraine sont majoritairement d'un niveau assez élevé. Les agriculteurs n'ont donc développé l'irrigation des cultures d'été que ponctuellement, en utilisant secondairement les installations pour certaines cultures d'hiver.

6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre

L'irrigation a des conséquences positives et négatives sur l'environnement.

Du côté des effets positifs, on peut ranger le fait qu'en levant le facteur limitant « déficit hydrique », premier facteur explicatif des variations de rendements, l'irrigation bien conduite permet de les régulariser et donc de mieux les prévoir. Cela autorise une meilleure gestion des intrants (engrais, phytosanitaires) et limite les risques d'apports excessifs de ces intrants.

Les effets négatifs sont classables en effets directs et indirects sur les ressources en eau.

Le premier effet direct est l'utilisation d'une ressource qui, dans certains cas, est limitée et où l'utilisation agricole est en concurrence avec d'autres usages. C'est rarement le cas en Alsace lorsque l'irrigation est conduite à partir de la nappe phréatique rhénane, ceci étant cependant possible à la périphérie de la nappe phréatique. 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 un lessivage d'éléments solubles, en particulier les nitrates, ou augmente fortement le risque en cas de pluie non prévue. Ce risque est particulièrement élevé lors du démarrage des irrigations.

En effet, fin juin, le maïs par exemple n'a pas atteint son développement foliaire maximal et sa consommation d'eau est inférieure à l'ETP. Son système racinaire n'est pas complètement en place et n'exploite pas encore toute la réserve en eau utile du sol telle que définie dans ce guide. Les quantités d'eau éventuellement apportées par l'irrigation doivent prendre en compte cette situation pour éviter de créer un risque de lessivage des nitrates présents en grande quantité dans le sol à cette période. Sont plus particulièrement concernés par cette question les sols les plus sensibles au déficit hydrique, qui sont aussi les plus sensibles au risque de lessivage des nitrates.

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

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM du maïs en juin poste météo d'Entzheim (Données METEO-FRANCE, période 1971-2000)							
	ETP en mm			$\frac{\text{ETM maïs}}{\text{ETP}}$	ETM maïs en mm		
Décade	médiane	Q4	max	Coeff.	médiane	Q4	max
Juin 1	39	46	51	0,7	27	32	36
Juin 2	40	51	59	0,8	32	41	47
Juin 3	41	48	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 (mise en place de tensiomètres par exemple ou encore avertissements irrigation proposés par les Chambres d'Agriculture).

❶ 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.

❷ Des irrigations trop intenses tassent les sols, soit sous l'effet de pluies instantanées trop fortes qui ont un effet de tassement direct sur le sol, soit, sur les sols sensibles à ce phénomène, par reprise en masse du sol après ennoyage. Cela a comme conséquence une limitation des potentiels de rendements, avec un risque de mauvaise utilisation des intrants. Les équipements évitant des pluies instantanées trop fortes sont à privilégier.

6.5.3. Quelques besoins d'irrigation pour les cultures du Ried Nord

Les besoins en eau des cultures, appréciés par un bilan climatique P-ETM sont présentés pour 2 systèmes : culture d'hiver type blé d'hiver et culture d'été type maïs grain. Les coefficients k utilisés se trouvent dans l'annexe 1 « données climatiques ».

Analyse fréquentielle des bilans climatiques P-ETM en mm pour un blé d'hiver et un maïs grain (données METEO-France).						
Poste météo et période de mesures	Blé d'hiver : bilan du 1^{er} mars au 20 juillet			Maïs grain : bilan du 21 avril au 20 septembre		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
ENTZHEIM (1971-2000)	- 227	- 175	- 134	- 196	- 120	- 66
GAMBSHEIM* (1983-2000)	- 162	- 121	- 41	- 150	- 88	9
HAGUENAU* (1973-1989)	- 209	- 126	- 9	- 129	- 100	- 19
LAUTERBOURG* (1973-1987)	- 228	- 144	- 25	- 192	- 123	- 40
STATTMATTEN* (1971-1989)	- 164	- 112	- 12	- 151	- 72	28
STRASBOURG (1971-2000)	- 207	- 137	- 77	- 158	- 88	13
LA WANTZENAU** (1993-2000)	- 185	- 148	- 135	- 160	- 106	- 51

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

** Les données sont présentées à titre indicatif car la période de mesures est très courte

Compte tenu des capacités de stockage pour l'eau du sol et sous l'hypothèse d'une réserve utile pleine en début de période, les besoins maximaux en irrigation peuvent être estimés, ainsi que le nombre d'apports nécessaires pour assurer cette irrigation sans risque de lessivage (on considère que la quantité d'eau apportée à chaque passage ne doit pas excéder la moitié de la valeur de la RU). Ces données constituent une aide au dimensionnement d'éventuels équipements d'irrigation.

Les résultats obtenus sont présentés dans la page suivante, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation nous avons retenu le poste météo de Haguenau qui correspond en effet aux conditions climatiques estivales moyennes du Ried Nord.

BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION DANS LE RIED NORD

Calcul à partir du poste météo de HAGUENAU
Données METEO-FRANCE, période 1973-1989

TYPES DE SOLS ET REPRESENTATIVITE	BILAN HYDRIQUE BLE D'HIVER (1er mars au 20 juillet) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			BILAN HYDRIQUE MAIS (21 avril au 20 septembre) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			COMMENTAIRES
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	
Sols à réserve utile égale ou supérieure à 180 mm (fiches 3, 4, 10 et 16 à 20, soit 20 à 35 % des surfaces)	- 89 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai soit 3 passages de 30 mm	- 6 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin		- 9 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet			L'irrigation peut s'avérer utile pour la recherche d'une qualité de production particulière.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 6 à 9, 12, 15, 20, soit 40 à 50 % des surfaces)	- 129 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 4 passages de 30 mm	- 46 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 2 passages de 30 mm		- 49 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet soit 2 passages de 30 mm	- 20 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet soit 1 passage de 20 mm		Le coût de l'irrigation doit être mis en rapport avec les conditions d'hydromorphie et la valeur des productions.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 1, 5, 11, 14, 15 soit 15 à 25 % des surfaces)	- 156 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril soit 5 passages de 30 mm	- 73 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de mai soit 3 passages de 30 mm		- 76 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 3 passages de 30 mm	- 47 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet soit 2 passages de 30 mm		L'irrigation peut être utile, son opportunité économique et vis-à-vis des risques de lessivage des nitrates mérite cependant d'être vérifiée.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiche 2, 13 soit 2 à 5 % des surfaces)	- 183 mm à partir de la 1 ^{ère} décade d'avril soit 9 passages de 20 mm	- 100 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril soit 5 passages de 20 mm		- 103 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin soit 5 passages de 20 mm	- 74 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin soit 4 passages de 20 mm		

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

Ces risques sont possibles dans les zones suivantes :

- les anciens bras d'inondation du Rhin,
- les cônes d'épandage des rivières vosgiennes.

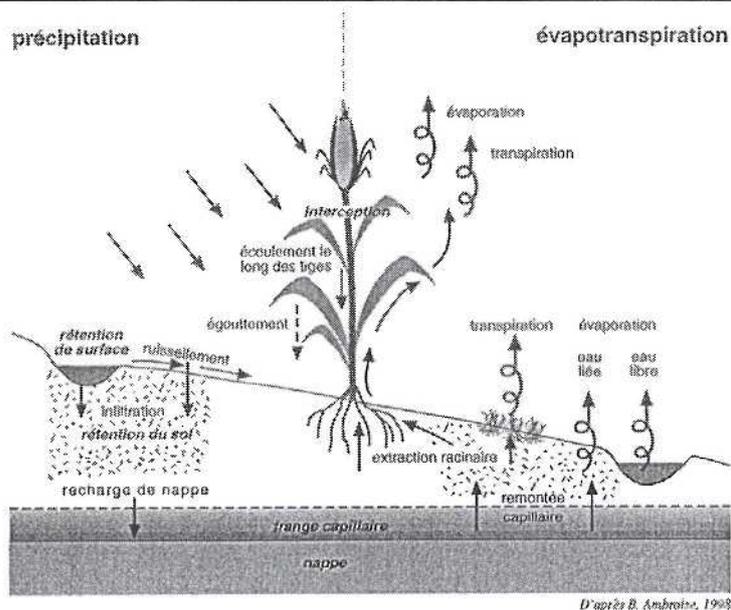
Cependant, aucune donnée quantitative précise n'existe sur ces phénomènes : on se reportera à la cartographie des zones inondables page 16.

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

Préalable : bien que ce paragraphe ne s'applique que très partiellement aux marges du Ried Nord, les généralités qu'il comporte peuvent être maintenues à titre informatif, car certaines notions sont susceptibles d'être utilisées dans d'autres thématiques. En outre, il ne faut pas perdre de vue que des phénomènes d'érosion laminaire peuvent avoir lieu dans des conditions de très faible pente voisine de 1 % (marges de la région).

L'eau de pluie qui arrive au sol s'infiltré, forme des flaques ou ruisselle vers l'aval. La surface du sol constitue donc une interface majeure dont l'état hydrique, la structure et le microrelief contrôlent l'infiltration en profondeur, le stockage en surface dans des flaques ou le ruissellement ainsi que nombre de processus de transferts (érosion, pollution) associés au cheminement de l'eau. Or, en milieu cultivé, la conduite des cultures, en interaction avec la nature des sols et les conditions climatiques, influence fortement les états du sol, en surface et dans les premiers horizons (cf. schéma ci-dessous).

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



D'après B. Ambroise, 1998

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

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 pente. **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 : phosphore, matières organiques, résidus de produits phytosanitaires ...**

L'érosion hydrique des sols résulte de l'arrachement, du transport et du dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action de la pluie et du ruissellement. Les particules et agrégats détachés de la surface du sol sous l'effet des pluies se redéposent et contribuent à la formation des croûtes de battance, au remplissage des anfractuosités et à la diminution de la rugosité.

En présence de ruissellement, ils peuvent aussi être transportés sur des distances plus importantes vers l'aval, sous forme de boue, 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 en eau**, quelle que soit l'intensité de la pluie et la conductivité hydraulique du sol, tout apport d'eau supplémentaire va ruisseler ou libérer en aval, par « effet piston » une quantité d'eau équivalente ; on parle de **ruissellement par saturation du sol** (Cappus, 1960) ; ce processus est souvent observé particulièrement en automne et en hiver dans les fonds de vallons où les sols gorgés d'eau peuvent occuper des surfaces assez étendues ;
- **si l'eau pénètre dans le sol des versants mais que les écoulements dépassent le flux maximal qui peut y transiter**, il y a saturation du profil et le flux en excès s'écoule en surface ; on parle alors d'**écoulement subsuperficiel et d'exfiltration** (Dunne et Black, 1970) ; c'est une situation que l'on peut rencontrer lorsqu'un horizon en profondeur est moins filtrant, par exemple une semelle de labour compactée et lissée par les outils.

6.7.1.2. Les états de surface du sol et les croûtes de battance

Les états de surface d'un sol cultivé sont caractérisés 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.

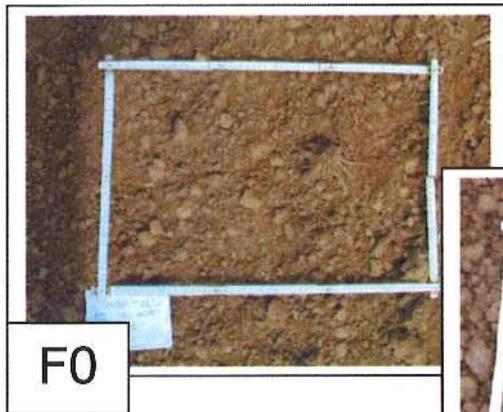
Sur les parcelles cultivées, **les états de surface sont fortement dépendants des interactions entre le type de sol, les opérations culturales et la succession des conditions climatiques.** (cf. illustration ci-contre « Quelques étapes de la succession des états de surface du sol »)

L'état initial de la surface après un travail du sol est fragmentaire (les agrégats et mottes sont libres entre eux), poreux et meuble, plus ou moins rugueux. Sous l'effet des pluies, il devient plus continu et plus compact, progressivement ou brutalement. La couche très superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol et forme une **croûte de battance**. Un premier faciès de croûte dite **structurale** est acquis du fait du compactage par les gouttes de pluie et du rejaillissement : les particules et agrégats détachés, obstruent les pores en retombant. 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. Ainsi dans le fond des creux, une **croûte sédimentaire** se forme, faisant apparaître des lits. Les plaques de croûtes sédimentaires s'étendent au fur et à mesure du remplissage des microdépressions, couvrant une proportion de plus en plus importante de la surface. Il s'agit du faciès le plus dégradé.

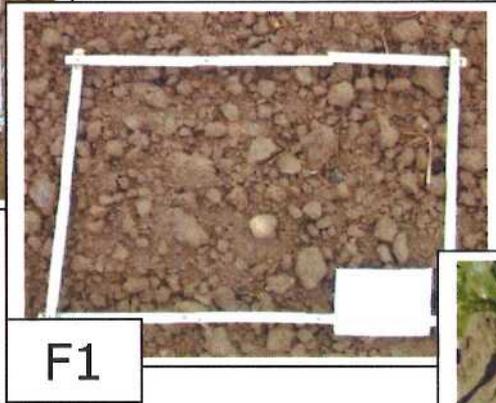
La présence de croûtes de battance diminue l'infiltrabilité, parfois considérablement : la surface d'un sol limoneux, à l'état initial après un travail du sol, permet d'infiltrer plusieurs dizaines de millimètres par heure ce qui correspond à l'intensité de la plupart des pluies courantes. La formation 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.**

Les parcelles dont plus de la moitié de la surface est recouverte par des croûtes sédimentaires sont celles qui génèrent le plus de ruissellement, même lors de pluies peu importantes. Si ce ruissellement n'a pas l'occasion de s'infiltrer, par exemple dans une parcelle voisine, ou une bande enherbée, il rejoindra l'aval (fossé, cours d'eau, zones urbanisées...) et favorisera le transfert des matières solides (sédiments, molécules solubles et adsorbées). Sur les versants, un certain nombre d'éléments pérennes ou non vont faciliter le transfert du ruissellement en créant des connexions entre les surfaces qui génèrent du ruissellement et l'aval : au sein des parcelles, ce sont surtout les traces de roues, les dérayures et les fourrières qui, en interaction avec la pente, vont diriger le ruissellement, souvent vers l'entrée du champ si celle-ci est en aval. Le ruissellement emprunte ensuite les chemins, les fossés, le fond des vallons secs. Le « réseau » de collecte ainsi formé peut court-circuiter les parcelles ou bandes enherbées, les haies et autres éléments qui pourraient ralentir, stocker et infiltrer l'excès d'eau (cf. illustration page 118 « Types et Influence des motifs linéaires »).

Quelques étapes de la succession des états de surface du sol



F0



F1

Dégradation croissante =
diminution de l'infiltrabilité



F2

Le sol passe d'un état ouvert, poreux et meuble, où les mottes sont libres entre elles (F0), après une préparation de semis, à un état dominé par les croûtes structurales où les agrégats et les mottes se soudent (F1), ou sédimentaires où un tri granulométrique s'est opéré dans les flaques (F2)

Certains sols sont particulièrement sensibles à la dégradation structurale sous l'effet des pluies. Des croûtes structurales ou sédimentaires se forment progressivement ou brutalement, modifiant considérablement l'aptitude de la surface à infiltrer l'eau. L'infiltrabilité passe, pour les sols limoneux à faible teneur en argile, de valeurs voisines de 60 à 90 mm/h (→ la plupart des pluies s'infiltrent) à quelques mm/h (→ toutes les pluies provoquent du ruissellement)



Croûte structurale

Croûte sédimentaire



Types de motifs linéaires d'origine agraire susceptibles de collecter et concentrer le ruissellement formé sur les parcelles cultivées

*silons du labour et dérayure
(Sundgau alsacien : 01/2000)*

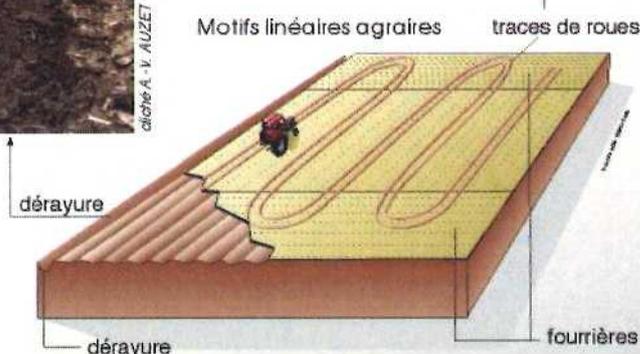


cliché A. V. AUZET

*fourrière et traces de roues
parcelle de céréales d'hiver
(Huldberg, B: 04/1986)*



cliché A. V. AUZET



Influence des motifs linéaires de collecte et concentration du ruissellement sur la formation des rigoles et ravines :

	Saison hivernale		
	1988/89	1989/90	1990/91
Volume total des rigoles (a)	1198 m ³	353 m ³	2185 m ³
Volume des rigoles sur un motif linéaire préexistant (b)	1138 m ³	337 m ³	1746 m ³
% de (b) associé à un motif topographique uniquement	61 %	58 %	52 %
% de (b) associé à un motif topographique et agraire*	12 %	21 %	28 %
% de (b) associé à un motif agraire uniquement	27 %	21 %	20 %

* les motifs agraires peuvent être localisés sur un motif topographique

Dans une étude menée sur 20 bassins versants du Nord du Bassin Parisien, il a été montré que le premier facteur explicatif du taux d'érosion en rigole était la proportion des surfaces dégradées par la battance et lisses. Le second facteur explicatif est la longueur spécifique des collecteurs de ruissellement. Une analyse détaillée de la distribution relative des surfaces ruisselantes, zones actives de formation du ruissellement, et de leur connexion aux collecteurs que sont les motifs linéaires au sein des bassins versants, révèle une certaine structure des chemins de l'eau. Par la mise en connexion des surfaces ruisselantes et des collecteurs, des zones actives pour le ruissellement deviennent effectivement contributives à l'échelle du bassin versant. Les motifs linéaires agraires ont un rôle bien particulier : s'ils ne sont pas toujours eux-mêmes des « sources » de sédiments très importantes, ils connectent de manière évidente les surfaces ruisselantes et des zones plus sensibles à l'arrachement, contribuant à l'accroissement vers l'aval des débits et flux associés (matières en suspension et substances dissoutes) [Ludwig et al., 1996]

Document réalisé par A. V. AUZET (AUZET, 2000)

6.7.1.3. Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol

Les croûtes de battance correspondent à un cas particulier de discontinuité réduisant la vitesse du passage de l'eau dans le sol. Il est particulièrement important dans les sols limoneux à faible teneur en argile.

Cependant, d'autres discontinuités dans le profil de sol peuvent limiter le passage de l'eau et favoriser l'écoulement subsuperficiel et l'exfiltration : elles sont de nature pédologique ou culturale (lissage par les outils, fond de lits de semence, fond du labour, roche mère très peu perméable).

6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement

6.7.2.1. L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface

Le critère le plus important pour apprécier la résistance d'un sol à la battance est la stabilité structurale, qui exprime la résistance des agrégats et des mottes à l'action de l'eau. Cette résistance reflète leur comportement à l'humectation lorsqu'ils sont soumis à l'impact de gouttes d'énergie cinétique déterminée ou à une immersion.

Pour les sols cultivés les caractéristiques intrinsèques aux sols qui permettent une appréciation de l'appartenance à des classes de stabilité structurale concernent essentiellement la texture et secondairement la teneur en matières organiques.

❶ 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-Lafèche, 1974) peut être appliqué aux sols limoneux d'Alsace. Il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir des données disponibles (analyses de terre de la base de données informatique sur les sols d'Alsace). Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 L_f + 0,75 L_g) / (A + 10 MO)) - C$$

avec,

L_f : limons fins ;

L_g : limons grossiers ;

A : argile ;

MO : matière organique en pour mille de terre

C est un coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2 \times (\text{pH} - 7)$

On peut utiliser l'indice de stabilité R en tant que tel selon le classement suivant :

classe 1 : $R < 1,4$, non battant

classe 2 : $1,4 < R < 1,6$, peu battant

classe 3 : $1,6 < R < 1,8$, assez battant

classe 4 : $1,8 < R < 2,0$, battant

classe 5 : $R > 2,0$, très battant

L'indice de battance I_B quant à lui est ensuite calculé selon la formule :

$$I_B = 5 (R - 0,2)$$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$, terre stable (cf. Annexe 5).

On notera que toutes les références expérimentales accumulées depuis une vingtaine d'années convergent : **les sols limoneux ayant des teneurs inférieures à 14 % d'argile sont les plus sensibles à la battance** et 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 (1 cas sur 3 environ dans l'Outre-Forêt)**, sauf dans le cas spécifique et très temporaire des prairies retournées. Cependant, les recherches actuelles concernant les effets des différentes fractions de la matière organique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques amènent à nuancer le raisonnement en terme de taux global.

③ Le rôle des modalités de travail du sol

Si l'entretien organique des sols présente de toute façon un intérêt, il ne semble pas réellement permettre de discriminer les sols limoneux cultivés avec les pratiques habituelles. Le non labour et les techniques culturales sans labour (TCSL) ouvrent actuellement des perspectives réellement intéressantes sous réserve de la maîtrise correcte des autres effets de ces techniques sur l'état sanitaire des cultures et sur la régulation des adventices.

Ces modalités sont caractérisées par un non retournement du sol et la présence de résidus végétaux (mulch), issus de la culture précédente, en surface. Ces techniques présentent plusieurs conséquences ayant un impact sur la dégradation des états de surface du sol (EDS), l'infiltration, le ruissellement, et l'érosion :

- un couvert en résidus (*mulch*) qui peut être important, protège le sol : le système poral sous les résidus est mieux préservé, les débris végétaux peuvent former de petits barrages ;
- la continuité du système poral du sol n'est pas rompue comme dans le cas du labour ;
- l'amélioration à terme du statut organique de l'horizon de surface devrait augmenter la stabilité structurale ;
- la cohésion plus importante de sols non ameublés accroît leur résistance à l'arrachement.

Ainsi, l'infiltration de l'eau ou son stockage en surface sont favorisés, limitant ainsi le ruissellement. (cf. planche TCSL ci-contre)

Evolution des états de surface : intérêt des Techniques Culturelles Sans Labour (TCSL)

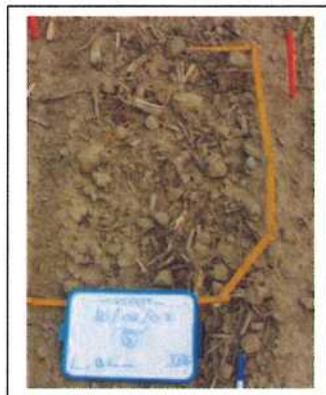
Les Techniques Culturelles Sans Labour sont une alternative au labour conventionnel. Elles sont caractérisées par un non-retournement du sol et la présence de résidus végétaux, issus de la culture précédente en surface. Quel est l'impact possible sur la dégradation des états de surface du sol (EDS), l'infiltration et le ruissellement, l'érosion ?

- un couvert en résidus (*mulch*) qui peut être important protège le sol : le système poral sous les résidus est mieux préservé, les débris végétaux peuvent former de petits barrages,
- la continuité du système poral du sol n'est pas rompue comme dans le cas du labour ;
- l'amélioration à terme du statut organique devrait augmenter la stabilité structurale ;
- la cohésion plus importante de sols non ameublés accroît leur résistance à l'arrachement.

Les photos présentées ici proviennent du site d'essais de la Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin à Kappelen en 2003 : six TCSL sont testées sur des bandes d'une même parcelle de sols limoneux en monoculture de maïs.

Labour conventionnel

TCSL (déchaumeuse à socs, Charrue Perrein)



10 mai 2003, quinze jours après le semis. La différence la plus notable est la proportion de résidus en surface (>30% de la surface dans ce cas de TCSL).

La surface de la parcelle en TCSL a un aspect beaucoup plus mocheux que celle de la parcelle labourée conventionnellement qui présente des petites zones de croûtes structurales.



23 mai 2003 : (40 mm de pluie cumulée depuis le 10 mai), les différences entre labour conventionnel et TCSL se sont accentuées :

la fermeture du système poral par l'encroûtement de surface de la parcelle labourée réduit considérablement l'infiltration ;

sa surface est également plus lisse, alors que les mottes et les résidus de la parcelle en TCSL vont favoriser le stockage de l'excès d'eau dans de petites flaques, retardant et limitant ainsi le ruissellement.



31 mai 2003, après un orage particulièrement intense (57 mm en moins d'une heure) :

malgré la croûte, le sol a été incisé par le ruissellement important généré en amont sur la parcelle labourée ;

la surface de la parcelle en TCSL est aussi très encroûtée mais a résisté ; les résidus ont favorisé la formation de microbarrages.

Cependant l'appropriation et la maîtrise de ces modalités par les agriculteurs restent délicates, entraînant parfois une réorganisation profonde des systèmes de culture de l'exploitation. Le bilan agronomique global doit encore être précisé sous différents points de vue : qualité sanitaire des récoltes, maîtrise du parasitisme et des adventices, utilisation des produits phytosanitaires...

6.7.2.2. Les risques de ruissellement associés aux états de surface

① Identification des parcelles à risque

Pour les sols dont la stabilité structurale est faible et qui, du fait des cultures, sont très exposés aux pluies à certaines périodes de l'année, les risques de ruissellement associés à la dégradation des états de surface sont élevés.

Sont concernées toutes les parcelles dont les sols en surface appartiennent aux classes limoneuses et limono-sableuses, les plus sensibles étant ceux dont la teneur en argile est inférieure à 14 %.

Les périodes « à risques » sont celles qui suivent les chantiers de récoltes avec une forte proportion de la surface marquée par les empreintes de roues (maïs fourrage, betteraves), la période hivernale pour les céréales d'hiver, les périodes d'orage qui suivent les semis de printemps.

② Analyse des risques à l'échelle d'un bassin versant

Si, pour des conditions climatiques données ou probables, les surfaces ruisselantes à une période donnée de l'année peuvent être identifiées par l'observation ou à partir de critères relativement simples (appartenance à une classe texturale sensible à la battance et à une catégorie de cultures et de pratiques associées), leur contribution aux flux d'eau et aux flux associés (sédiments, polluants) à l'échelle de systèmes spatiaux plus étendus (versants, bassins versants, petite région) ne peut être établie de manière proportionnelle.

Le ruissellement formé sur les parcelles dont l'état de surface est dégradé cherche à prendre la direction de la plus grande pente. Mais la direction empruntée est souvent, celle imposée par l'orientation du travail du sol, en particulier dans le cas des faibles pentes. Sur le parcours suivi par l'eau, il y a en général des motifs linéaires (dérayures, traces de roue, fourrières, chemins...) qui collectent et concentrent les écoulements. En général ces collecteurs ont pour effet de réduire considérablement les distances entre l'endroit où le ruissellement se forme et le réseau de fossés et de cours d'eau : les possibilités éventuelles de réinfiltration le long du parcours avant d'atteindre le réseau diminuent et, une fois le réseau atteint, la vitesse et la force d'arrachement de l'écoulement augmentent. Ces motifs font souvent office de court-circuits, introduisant un changement de direction : le ruissellement rejoint plus facilement le réseau de fossés et des cours d'eau, sans passer sur les éventuelles surfaces enherbées (cf. planche réseaux de collecte ci-contre).

Lorsque dans un bassin versant, la proportion de surface ruisselante augmente, la probabilité que les surfaces soient connectées entre elles ou à un réseau augmente également : ce constat dépasse le cadre du guide des sols, dont la vocation est centrée sur l'échelle de la parcelle. Mais il doit attirer l'attention sur certaines situations à risque, et sur la nécessité de définir des solutions à l'échelle des **bassins versants élémentaires pour limiter les transferts**.

- **solutions de type agronomique** : par exemple gérer les assolements pour introduire davantage de diversité et de discontinuités (par exemple en jouant sur la distribution des cultures d'hiver et de printemps) ; cela suppose une concertation entre les exploitants.
- **solutions de type aménagement** pour gérer les passages de l'eau (bandes enherbées, chemins, fossés, petites retenues...) qui permettent de ralentir, stocker l'excès d'eau et favoriser l'infiltration dès l'amont des bassins versants.

Influence des réseaux de collecte

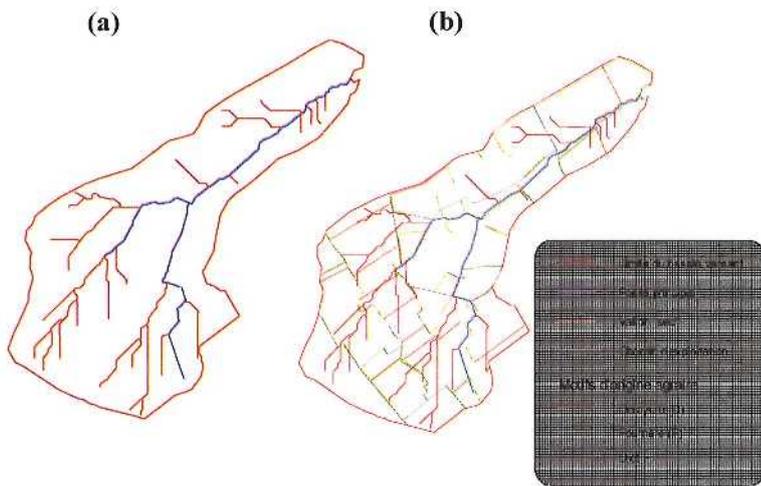


Figure 1 : cartes du réseau hydrographique (cours d'eau, fonds des vallons secs) sans (a) et avec (b) les motifs anthropiques. Bassin de Gutzwiller, Sundgau (68)

La présence des motifs anthropiques, en amont du réseau hydrographique, accroît considérablement la densité des collecteurs du ruissellement, et modifie fortement le routage du ruissellement (direction, distances de connexion, discontinuités).

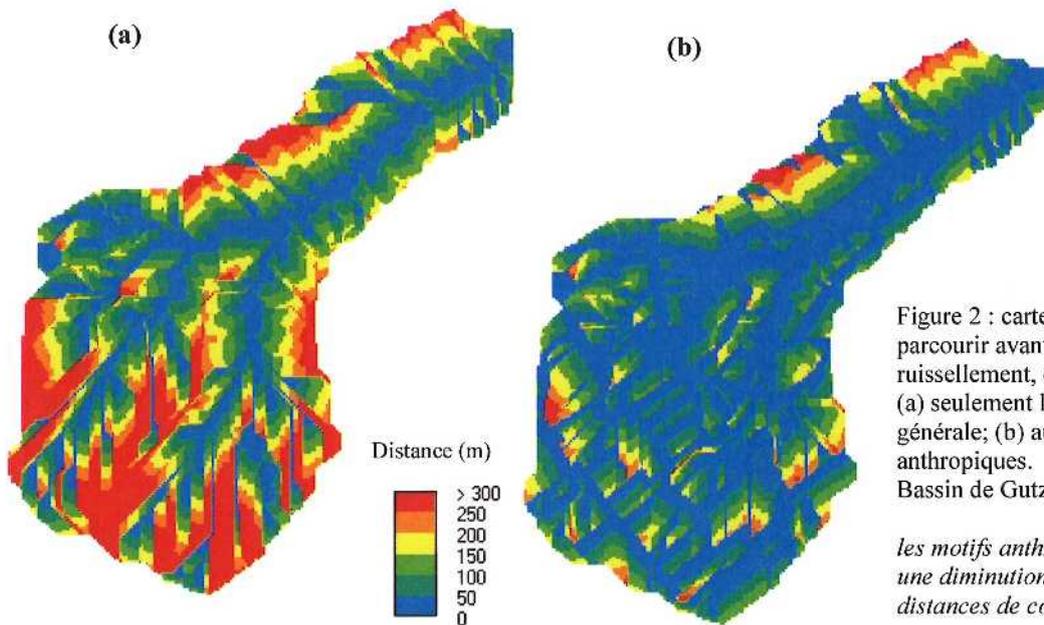


Figure 2 : carte des distances à parcourir avant concentration du ruissellement, en prenant en compte: (a) seulement la topographie générale; (b) aussi les motifs anthropiques.

Bassin de Gutzwiller (68), Sundgau

les motifs anthropiques induisent une diminution importante des distances de connexion au réseau

(d'après Lemmel, 2002)

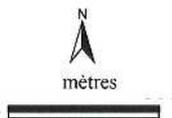


Illustration d'une parcelle située en bord de cours d'eau (en bas à gauche) et « court-circuitée »



Photo AV Auzet

6.7.3. Les conséquences du ruissellement

6.7.3.1. Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides)

Qu'est ce que l'érosion ?

L'érosion des sols par l'eau correspond à l'arrachement, au transport et au dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action en général combinée de la pluie et du ruissellement. La quantité de sol arrachée dépend des forces exercées sur le sol par ces deux agents, et de la résistance que celui-ci est capable de développer. L'érosion peut prendre différentes formes qui dépendent des rôles respectifs de la pluie et du ruissellement.

Les différentes formes de l'érosion

(cf. planche d'illustrations ci-contre)

- *Détachement de terre par rejaillissement*

Le détachement s'effectue lorsque les gouttes de pluie frappent la surface du sol et projettent la terre en tous sens (effet « splash »). Si la capacité de transport du ruissellement est faible, les particules détachées vont essentiellement se déposer et modifier la structure du sol en surface (fermeture des pores, diminution du microrelief), formant une croûte dite de battance.

- *Erosion diffuse sous l'effet d'un ruissellement non concentré*

L'érosion se produit de manière diffuse (photo 1) lorsque le détachement est essentiellement dû à la pluie et que le matériel est repris par un ruissellement non concentré s'écoulant sous forme de filets. Cette forme d'érosion est parfois aussi qualifiée d'érosion « en nappe ». L'érosion diffuse se produit surtout entre les lignes de semis, elle peut être importante et à l'origine d'importants dépôts en aval.

- *Erosion par incision sous l'effet d'un ruissellement concentré*

Des incisions se forment lorsque le ruissellement se concentre en raison de la topographie ou des façons culturales (lignes de semis, traces de roues, fourrières, dérayures) et qu'il acquiert une capacité de détachement suffisante pour qu'en un endroit toutes les particules ou agrégats soient mobilisés, quelle que soit leur taille.

Ces incisions peuvent avoir le caractère éphémère de griffures qui pourront être effacées lors d'une autre pluie, ou celui de rigoles (photo 2) qui persisteront jusqu'à la prochaine opération de travail du sol.

Des incisions plus importantes, s'étendant en largeur et en profondeur jusqu'à gêner le passage des machines sont alors qualifiées de ravines. On parle de ravines éphémères (photo 3) lorsqu'elles se forment au sein des parcelles, et qu'elles peuvent être effacées par le prochain labour ou par une intervention.

Lorsque ces ravines ne sont pas rebouchées, elles prennent un caractère permanent et vont évoluer en s'élargissant et/ou en s'approfondissant.

- *Mouvements de masse*

D'autres transferts de terre peuvent se produire non pas sous l'effet du ruissellement, mais sous forme de mouvements de masse, parce que le sol présente une discontinuité et que la couche supérieure passe localement d'un état solide à un état plastique quasi-liquide.

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



Les formes de l'érosion en Alsace

Les différentes formes d'érosion se développent particulièrement sur des sols peu couverts par la végétation et sont favorisées par des pluies intenses et/ou des sols à faible stabilité structurale comme ceux développés sur les formations limoneuses. En Alsace, des formes diffuses et en rigoles se produisent surtout lorsque les orages de printemps s'abattent sur les préparations de semis. Néanmoins, des ravines éphémères se forment également lors des hivers particulièrement humides, dans les fonds de vallons où la saturation ne fait qu'accroître les volumes ruisselés.

En Alsace, certains versants pentus cultivés sont sensibles du fait de la présence d'une discontinuité imperméable dans le sol (superposition des limons sur un niveau argileux d'origine géologique - marnes proches de la surface - ou pédologique - horizon lessivé très argileux, ou accident cultural potentiel - tassement profond ou semelle de labour).

A l'image d'autres régions françaises à couverture limoneuse, les risques de ruissellement et d'érosion sont avérés dans l'Outre-Forêt (**Ifen-Mate-INRA, 1998 ; Mate-INRA, 1996 ; Le Bissonnais et al., 2002**). Les sols limoneux qui s'y trouvent sont tous a priori concernés.

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. 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 entre les cultures, soit une couverture végétale (même légère), soit un mulch** pour protéger la surface de l'impact des gouttes de pluie et favoriser la formation de flaques plutôt que le ruissellement,
- **en troisième lieu, il faut agir sur l'époque et le type de travail du sol,**
- **le sens de travail du sol est important.** L'idéal est un travail en courbes de niveau sur des parcelles dont la largeur est limitée dans le sens de la pente, mais il n'est pas réalisable dans les structures de parcelles actuelles. Le travail perpendiculaire à la pente n'est pas souvent efficace.
- **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).

6.7.3.3. 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 la pluie et le ruissellement surviennent peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

Le cas des phytosanitaires, pour lesquelles les données locales sont fragmentaires, est traité également au paragraphe 6.9.

Des résultats de mesures à Spechbach-le-Haut

Sur un dispositif d'étude conduit par l'ARAA, l'ITCF, l'INRA et la Chambre d'agriculture du Haut-Rhin à Spechbach - le - Haut de 1997 à 1999, le volume et la concentration en atrazine et métabolites dans les eaux de ruissellement ont été étudiés à l'aval de parcelles de 250 m². Ces parcelles étaient cultivées en monoculture de maïs sur un sol de type limoneux à limono-argileux, décarbonaté, profond et sain, présentant 2,5 % de pente. Les principales conclusions sont les suivantes :

- Le ruissellement émis par les parcelles est très faible ou inexistant au semis du maïs et apparaît dans les semaines qui suivent, suite à la diminution de la capacité d'infiltration de la surface du sol ;*
- Ce sont les épisodes de ruissellement intervenant dans les 2 à 3 mois suivant l'application qui génèrent l'essentiel des flux d'atrazine entraînée par ruissellement ;*
- Pour le désherbant étudié, l'atrazine, au total moins de 0,5 % de la dose appliquée est entraînée par ruissellement hors de la parcelle. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans de nombreux sites d'étude ;*
- Une bande enherbée de 12 mètres de large en bas de la parcelle intercepte selon l'année de 50 à 100 % du flux d'atrazine et de ses métabolites. Dans la même situation, l'efficacité d'une bande enherbée de 6 mètres varie de 40 à 99 %. Ces différences d'interception sont expliquées par les variations de la pluviométrie de fin de printemps et début d'été et 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 oeuvre de la fertilisation azotée minérale, la réalisation de plans d'épandages des déjections animales ou de tout autre sous-produit riche en azote doivent prendre en compte ce risque.

Pour ce guide, nous avons retenu de présenter une analyse du risque potentiel de lessivage de chacun des sols, indépendamment du système de culture mis en oeuvre qui modulera l'expression de ce risque (voir encadrés ci-après «Calcul de l'indice de risque de lessivage hivernal F , d'après le modèle de I.G. Burns» et p. 135 «L'analyse du risque présenté par les systèmes de culture en place»).

Nous avons retenu d'analyser ce risque sur 2 saisons :

- l'hiver, période de reconstitution des réserves en eau du sol puis de drainage, et de faible consommation d'azote par le couvert végétal quand il existe,
- le printemps, période d'apport des engrais minéraux azotés aux cultures d'été qui se mettent progressivement en place.

6.8.1. Le risque de lessivage hivernal

6.8.1.1. Généralités

Chacune des fiches descriptives d'un type de sol comporte **un indice** relatif au risque de lessivage hivernal des nitrates.

Ce risque est défini ici comme intrinsèque et potentiel. Il concerne le lessivage des nitrates présents en début de période de drainage hivernal, sur l'épaisseur de sol exploitée par les racines des cultures, et déterminée par observation chaque fois que cela était possible.

Les variations de l'indice retenu dépendent uniquement du sol - caractérisé par sa capacité au champ estimée sur la profondeur exploitable par les racines - **et du climat hivernal local**. Il permet ainsi un classement relatif des différents types de sols au sein de la petite région naturelle. Il a pour but d'attirer l'attention des agriculteurs, techniciens et aménageurs sur la variabilité spatiale des risques. Cet indice est cohérent dans son principe avec la méthode d'estimation du risque de lessivage proposée à l'occasion de l'établissement de cartes du risque de lessivage (**PIREN EAU ALSACE, 1987**).

Il l'est aussi avec l'indicateur proposé par le **CORPEN**, bâti sur l'analyse du rapport « réserve en eau du sol » sur « pluie hivernale d'octobre à mars ».

Le calcul de cet indice repose sur l'utilisation d'un modèle simple d'estimation du lessivage des nitrates (**Burns, 1975**) largement éprouvé par des travaux récents. Ce modèle a été appliqué pour calculer la proportion d'azote nitrique, initialement réparti sur l'ensemble du profil de sol, qui sera entraînée hors de portée des racines dans le cadre d'un scénario agronomique et climatique précis. Il ne tient pas compte d'une éventuelle dénitrification qui peut se produire dans des sols riches en matière organique et très affectés par l'excès d'eau.

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE LESSIVAGE HIVERNAL F, D'APRES LE MODELE DE I.G. BURNS

Le modèle proposé par BURNS dès 1975 vise à rendre compte du flux de nitrates qui quittent le sol sous l'effet du drainage interne. Les variables quantitatives requises par le modèle sont :

d'une part l'humidité volumique à la capacité au champ (V_m) qui rend compte du volume maximal d'eau retenu par le sol après ressuyage,

d'autre part l'estimation de la lame d'eau drainante (d), qui est obtenue par un calcul de bilan hydrique faisant intervenir les précipitations (P), l'évapotranspiration (ETM) et l'état de reconstitution (r) de la réserve en eau du sol (RU), avec r variant de 0 à RU :

$$d = P - ETM - (RU - r)$$

Pour calculer un indice de risque de lessivage hivernal, nous nous sommes placés dans le cas très fréquent en Alsace de la reconstitution de la réserve en eau du sol après une culture récoltée en début d'automne. Nous avons ainsi décliné l'équation proposée par Burns de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{d}{d + \frac{V_m}{10}} \right)^{\frac{h}{2}} \times 100 = \left(\frac{P - ETM - RFU}{P - ETM - RFU + \frac{V_m}{10}} \right)^{\frac{h}{2}} \times 100$$

où

F = fraction de l'azote nitrique qui est lessivée, exprimée en %. Au départ, cet azote nitrique est celui qui reste dans le sol après la récolte. Nous l'avons supposé uniformément réparti sur l'ensemble de la profondeur h exprimée en cm.

P - ETM - 2/3 RU = Estimation de la lame d'eau drainante (d) (ou « pluie efficace » des hydrogéologues). Elle est exprimée en mm et calculée jour après jour entre le 1^{er} octobre et le 31 mars. Cette donnée dépend du type de sol à travers la réserve utile RU , du climat et de l'occupation du sol du lieu à travers le terme $P-ETM$. Cette lame d'eau est estimée pour un sol dont la réserve en eau facilement utilisable (RFU) est vide au départ (ici à la récolte de la culture d'été). Par convention $RFU = 2/3 RU$. Dans cette situation, le niveau de reconstitution de la réserve en eau du sol (r) est égal à $1/3 RU$. Par ailleurs, nous avons retenu $ETM = 0,5 ETP$ pour rendre compte d'un sol nu ou d'un couvert végétal peu dense, présentant ainsi un risque de lessivage maximal.

V_m = humidité volumique à la capacité au champ (soit humidité pondérale à la capacité au champ multipliée par la densité apparente du sol) sur la profondeur h , exprimée en %. Elle dépend du type de sol.

h = profondeur de sol estimée accessible aux racines des plantes cultivées, et au delà de laquelle les nitrates ne pourront plus être absorbés par une culture, exprimée en cm. Sa détermination résulte d'observations de terrain. La valeur $h/2$ en exposant est utilisée dans l'équation proposée par Burns pour rendre compte d'une répartition uniforme des nitrates présents dans le profil au départ c'est-à-dire à l'entrée de l'hiver.

Remarque :

Ce modèle rend compte du seul mouvement des nitrates sous l'effet des flux d'eau verticaux dans le sol. Il ne prend pas en compte le phénomène de dénitrification (réduction de N nitrique en N_2O et N_2 gazeux) particulièrement important dans certains sols très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.8.3. Sols hydromorphes et dénitrification).

Ce scénario considère que

- la réserve dite "facilement utilisable" du sol est pratiquement vide au 1^{er} octobre, comme derrière une culture d'été et que l'azote nitrique présent est uniformément réparti dans le profil.
- le sol reste nu ou avec un faible couvert végétal durant l'automne et l'hiver et on considère alors que ETM est voisine de 0,5 ETP jusqu'au 31 mars.
- le sol subit un climat hivernal humide qui se traduit par un excès d'eau climatique P-ETM de 300 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
ENTZHEIM (1971-2000)	190	249	311	61	113	171	124	182	241
GAMBSHEIM* (1983-2000)	332	358	432	187	228	271	260	284	351
HAGUENAU* (1973-1989)	331	383	503	189	251	370	260	316	437
LAUTERBOURG* (1973-1987)	339	371	383	202	240	252	270	306	316
STATTMATTEN* (1971-1989)	301	405	455	176	275	328	239	340	391
STRASBOURG (1971-2000)	244	311	354	109	168	212	177	244	283
LA WANTZENAU** (1993-2000)	277	339	387	132	174	257	205	257	322

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

** Les données sont présentées à titre indicatif car la période de mesures est très courte

Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates est présenté en encadré ci-contre. Ce sont les résultats de ce calcul qui figurent dans les fiches de sol, avec un classement en 5 niveaux de risque :

Classe	F calculé pour P-ETM = 180 mm	Risque de lessivage hivernal
1	moins de 10 %	Très limité
2	10 à 25 %	Limité
3	25 à 40 %	Moyen
4	40 à 60 %	Elevé
5	supérieur à 60 %	Très élevé

Commentaire sur le lessivage en sols profonds quand la fertilisation est excessive

En sols profonds, la modélisation du risque de lessivage développée par Burns met en évidence que seule une très faible fraction de l'azote nitrique présent dans le sol est lessivée. Ceci explique leur classement en sols à risque de lessivage plus 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 Epfing 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.

Même en sol profond, il est important d'ajuster la fertilisation et dans la mesure du possible de mettre en oeuvre des techniques permettant de prélever les nitrates en excès. La pratique d'un engrais vert derrière blé ou culture de primeur répond à cet objectif.

6.8.1.2. Les risques de lessivage hivernal dans le Ried Nord

Les résultats et le classement obtenus pour le Ried Nord sous cet ensemble d'hypothèses sont présentés dans les tableaux, pages suivantes.

Nous présentons par ailleurs des éléments d'information qui permettent aux techniciens d'évaluer plus précisément les risques de lessivage hivernal. Ce sont :

- d'une part une analyse fréquentielle du bilan climatique hivernal P-ETP, qui correspond à un sol avec couverture végétale dense,
- d'autre part, dans chaque fiche, les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns où F est fonction de l'excès de bilan hydrique $P - ETM - (RU - r)$, à partir d'une situation de départ où la RFU est vide ($r = 1/3 RU$).

**Classe de risque de lessivage hivernal pour les principaux sols
du Ried Nord**

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour : P-ETM = 300 mm	Appréciation du risque de lessivage des nitrates : classement
1	Sable, profond, calcaire, sur alluvions sableuses du Rhin	RU = 85 mm Vm = 19,5 % h = 100 cm	67 %	Classe 5 risque très élevé
2	Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire, sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin	RU = 50 mm Vm = 36,0 % h = 30 cm	82 %	Classe 5 risque très élevé
3	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres proches du Rhin	RU = 240 mm Vm = 37,5 % h = 100 cm	27 %	Classe 3 risque moyen
4	Limon argilo-sableux, à gley, calcaire, des méandres proches du Rhin	RU = 140 mm Vm = 36,0 % h = 70 cm	55 %	Classe 4 risque élevé
5	Limon argilo-sableux, peu profond, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	RU = 100 mm Vm = 33,0 % h = 50 cm	70 %	Classe 5 risque très élevé
6	Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	RU = 120 mm Vm = 42,0 % h = 70 cm	52 %	Classe 4 risque élevé
7	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres de la plaine du Rhin	RU = 120 mm Vm = 36,4 % h = 70 cm	56 %	Classe 4 risque élevé
8	Argile, décarbonatée, à gley, des méandres de la plaine du Rhin	RU = 160 mm Vm = 56,0 % h = 70 cm	37 %	Classe 3 risque moyen
9	Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui, du Ried noir rhénan	RU = 140 mm Vm = 42,0 % h = 70 cm	49 %	Classe 4 risque élevé
10	Argile, hydromorphe, tourbescente du Ried noir rhénan	RU = 220 mm Vm = 58,8 % h = 70 cm	27 %	Classe 3 risque moyen
11	Sable, acide, profond, sain sur sables pliocènes de Haguenau	RU = 90 mm Vm = 20,0 % h = 70 cm	75 %	Classe 5 risque très élevé

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour : P-ETM = 300 mm	Appréciation du risque de lessivage des nitrates : classement
12	Sable argileux et argile sableuse, hydromorphe, sur argiles pliocènes de Haguenau	RU = 120 mm Vm = 32,0 % h = 60 cm	65 %	Classe 5 risque très élevé
13	Sable, acide, moyennement profond, sur alluvions de la Moder	RU = 40 mm Vm = 10,0 % h = 60 cm	90 %	Classe 5 risque très élevé
14	Sable à sable argileux, hydromorphe, sur alluvions de la Sauer	RU = 80 mm Vm = 22,0 % h = 60 cm	77 %	Classe 5 risque très élevé
15	Argile à argile sableuse, hydromorphe des vallées vosgiennes	RU = 100 mm Vm = 43,0 % h = 60 cm	58 %	Classe 4 risque élevé
16	Limon à limon argileux, calcaire, sain, sur loess	RU = 180 mm Vm = 33,4 % h = 130 cm	30 %	Classe 3 risque moyen
17	Limon à limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	RU = 220 mm Vm = 34,5 % h = 120 cm	26 %	Classe 3 risque moyen
18	Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe sur lehm-loess	RU = 180 mm Vm = 35,7 % h = 100 cm	38 %	Classe 3 risque moyen
19	Limon argileux, calcaire, peu hydromorphe, des vallons loessiques	RU = 220 mm Vm = 32,6 % h = 120 cm	28 %	Classe 3 risque moyen
20	Limon calcaire à décarbonaté, très hydromorphe, des vallons limoneux humides	RU = 220 mm Vm = 34,3 % h = 120 cm	27 %	Classe 3 risque moyen

- Vm = Humidité volumique à la capacité au champ = mesure d'humidité pondérale à la capacité au champ multipliée par la densité apparente pour les différents horizons, exprimée en % (dépend donc du type de sol)
- h = profondeur de sol retenue en tenant compte de l'enracinement potentiel des cultures en cm (dépendante du type de sol)
- F = % des nitrates initialement présents supposés uniformément répartis sur la profondeur h, qui seront lessivés

Avertissement : Dans le tableau ci-dessus, les valeurs retenues pour les calculs de F (Vm, RU et h) se rapportent généralement au profil considéré comme représentatif du type de sol. Pour les sols de la plaine du Rhin, cette situation correspond à une nappe permanente en position haute dans le sol, soit un risque maximal de lessivage, rencontré en hiver et au printemps. Les profondeurs réelles d'enracinement des cultures estivales peuvent cependant atteindre 100 cm. La réserve utile de ces sols pour ces cultures peut alors être supérieure à celle indiquée dans ce tableau.

L'ANALYSE DU RISQUE PRÉSENTE PAR LES SYSTÈMES DE CULTURE EN PLACE

Pour aller au-delà d'un indice de risque propre au sol et au climat, il faut en outre prendre en compte les systèmes de culture pratiqués et les risques qui peuvent y être associés - de la prairie permanente à la succession de cultures d'été laissant le sol nu en hiver - ainsi que l'état des pratiques agricoles à l'échelle parcellaire - surfertilisation azotée ou ajustement des doses - par exemple.

Pour ce faire, FERTI-MIEUX propose de choisir, en les rangeant de ceux qui présentent le moins de risques de pertes de nitrates vers ceux qui en présentent le plus, les systèmes de culture d'une part et les milieux (sol x climat) de l'autre.

Ce classement est lui-même repris en faisant intervenir en dernier lieu la variabilité interannuelle des rendements qui va influencer sur la facilité ou non à prévoir les besoins en azote des cultures. Cela donne la grille de risque ci-dessous (Sebillotte et Meynard, 1990) :

		Risque de lixiviation d'azote hors de portée des racines les plus profondes durant les cycles culturaux successifs		
		Faible à nul	Inter-médiaire	Fort à certain
Variabilité interannuelle des potentialités agricoles	FAIBLE : Besoins en azote assez prévisibles	A	B	C
	FORTE : Besoins en azote imprévisibles	D	E	F

A l'intérieur de cette grille de risques, on peut distinguer les situations :

- pour lesquelles les **risques** de pertes de nitrates sont **élevés** car les nitrates seront très vite hors de portée des racines (sols peu épais et/ou très filtrants en climat présentant des périodes d'excédent hydrique $P-ETM > 0$ (cases C et F) ;
- qui seront **faiblement, voire rarement polluantes**, dès lors que les fertilisations seront conformes aux besoins, car les nitrates resteront, en général, dans la zone de colonisation des racines (sols épais, accessibles aux racines, en climat avec un excédent hydrique $P-ETM$ peu important) (cases A et D) ;
- qui présenteront des **risques de pollution de manière irrégulière** selon le climat de l'année en interaction avec les cultures présentes (cases B et E, cas le plus général).

Cette méthode peut être retenue à l'occasion de diagnostics ponctuels visant à préciser les risques réels de lessivage de surfaces considérées comme importantes vis-à-vis de l'alimentation en eau de la nappe phréatique.

Pour plus de précisions, consulter «Protection de l'eau - Le guide FERTI-MIEUX pour évaluer les modifications des pratiques des agriculteurs» D. Lanquetuit, M. Sebillotte - ANDA - 1997.

6.8.2. Le risque de lessivage printanier

6.8.2.1. Généralités

Ce risque de lessivage peut affecter les situations de culture d'été en début de croissance sur lesquelles ont été effectués des apports récents d'engrais minéraux azotés, ou de matières fertilisantes organiques riches en azote rapidement minéralisable (fumiers, lisiers, fientes, certaines boues de station d'épuration).

Le climat printanier de la région se caractérise par un maximum pluviométrique en mai-juin avec 70 à 90 mm de pluie en moyenne par mois.

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE LESSIVAGE PRINTANIER F D'APRES LE MODELE DE I.G. BURNS

Pour le calcul du risque de lessivage printanier, nous avons retenu les caractéristiques alsaciennes suivantes :

- Une réserve utile du sol pleine au 21 avril, simulant un semis sur des sols dont la réserve a été reconstituée au cours de l'hiver et au début du printemps. La lame d'eau drainante (d) est estimée par le terme $P-ETM$, car $r = RU$ au départ.
- Des nitrates présents en surface du sol comme dans le cas d'un apport d'engrais réalisé autour du semis. L'exposant prend alors la valeur h correspondant à la profondeur de sol accessible aux racines.
- L' ETM est calculée pour le maïs en début de croissance avec un coefficient k variant de 0,3 à 0,9 selon le stade de développement.

L'équation de Burns se décline alors de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{P-ETM}{P-ETM + \frac{Vm}{10}} \right)^h \times 100$$

6.8.2.2. Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels

Pour illustrer ce risque, nous avons choisi de présenter :

❶ les données du bilan climatique correspondant à une culture d'été implantée courant avril comme un maïs ou un tournesol (voir tableau « Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique entre le 21 avril et le 30 juin »).

❷ les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns, selon un scénario spécifique à cette situation printanière (cf. encadré ci-dessus). La hiérarchie établie entre les sols pour les classes de risque de lessivage hivernal se retrouve pour l'analyse du risque printanier.

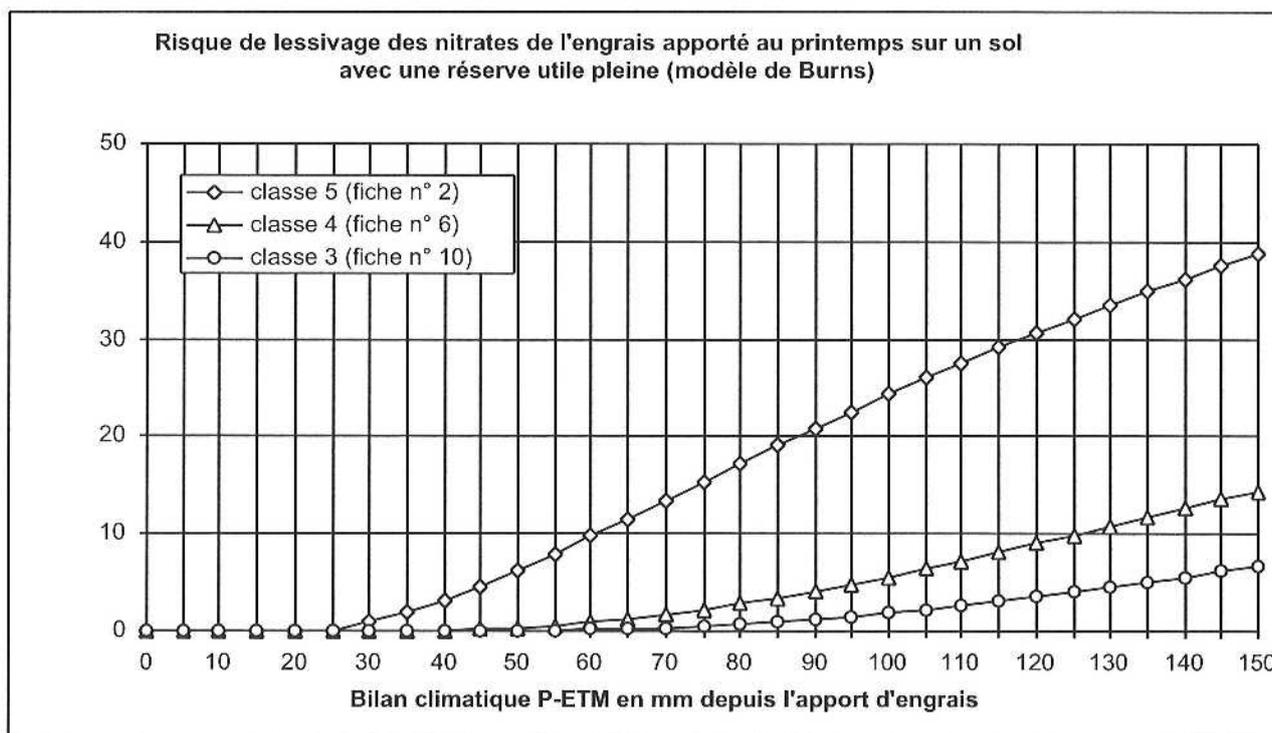
Aussi, nous avons choisi de ne représenter que 3 types de sols, représentatifs de différentes classes de risque de lessivage hivernal (cf. graphique ci-contre).

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
ENTZHEIM (1971-2000)	133	168	206	-27	+19	+59
GAMBSHEIM* (1983-2000)	161	196	225	-9	+43	+79
HAGUENAU* (1973-1989)	145	181	230	-17	+26	+85
LAUTERBOURG* (1973-1987)	132	158	222	-17	+14	+83
STATTMATTEN* (1971-1989)	129	206	242	-19	+63	+102
STRASBOURG (1971-2000)	137	186	245	-13	+35	+98
LA WANTZENAU** (1993-2000)	164	197	216	-9	+30	+63

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

** Les données sont présentées à titre indicatif car la période de mesures est très courte

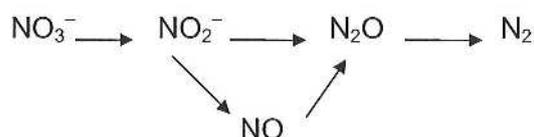
Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin fait apparaître un excès de l'ordre de 20 à 60 mm un an sur deux, et de 60 à 100 mm un an sur cinq. Les excédents supérieurs à 60 mm créent des pertes supérieures à 20 % des nitrates apportés en surface pour les quelques sols les plus filtrants (cf. graphique ci-dessous). Il ressort de cette analyse que des risques de lessivage printanier existent en particulier pour les sols les plus superficiels ou très filtrants (fiches 1, 2, 5, 11 à 14). Dans ces sols où le risque de lessivage printanier est le plus probable, il est indispensable de systématiser le fractionnement en 2 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été, voire en 3 fois pour les situations à très fort risque et si la praticabilité du terrain le permet. Le but est de retarder au maximum les apports importants pour les ajuster au calendrier des besoins de la culture.



6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification

Le modèle de lessivage de Burns ne tient pas compte des phénomènes de dénitrification qui, dans les sols organiques et hydromorphes, peut conduire à une épuration de l'eau drainante et diminuer le taux de nitrates.

La dénitrification correspond à une réduction des nitrates du sol par action de micro-organismes, principalement des bactéries. Elle comporte la chaîne de réactions suivantes allant jusqu'à la libération de gaz N_2 .



Selon les bactéries ou les conditions de milieu, la chaîne de réactions est réalisée totalement ou partiellement, ce qui peut conduire à des accumulations variées des formes intermédiaires et notamment à la libération de protoxyde d'azote N_2O (Hénault, 1995). La proportion d'azote libérée sous forme de N_2O lors de la dénitrification est très variable, allant de 0 à 100 % et les facteurs de régulation sont encore mal connus.

Les principaux facteurs favorisant le processus de dénitrification dans le sol sont :

- la richesse en matière organique des sols,
- le degré d'anaérobiose lié au régime hydrique des sols,
- la concentration en nitrates et autres oxydes d'azote dans le sol.

La réaction est activée par des températures plus élevées du sol ; le pH optimal se situe entre 6 et 8.

Les mécanismes de régulation de cette transformation sont complexes et son intensité est très variable. Les pertes d'azote ainsi occasionnées peuvent aller de quelques kg à plusieurs dizaines de kg N/ha/an (Hénault 1993).

Dans la bibliographie actuellement disponible, quelques chiffres peuvent être relevés :

Dénitrification observée	Système étudié
environ 5 à 10 kg N/ha/an avec pointe exceptionnelle de 20 à 50 kg N/ha/an	maïs en loess et en <u>sol hydromorphe humifère</u> de la plaine d'Alsace (J. Hack, 1997)
3 à 10 kg N/ha de mars à mi-octobre	Blé sur sol argilo-limoneux (Germon, 1985)
15 à 20 kg N/ha de mi-mars à mi-septembre	Prairies temporaires avec mode d'exploitation intensif (Germon et Couton, 1989)
68 kg N/ha/an	sol faiblement drainé sous forêt (Lawrance, 1995 et Hanson, 1994)
5 kg N/ha/an	sol modérément drainé sous forêt (Lawrance 1995, Hanson 1994)

Dans les zones en bordure de rivières ou les zones de battement de la nappe où la dénitrification est la plus active, elle est aujourd'hui parfois considérée comme une voie de dépollution des eaux chargées en nitrates. Cependant, comme cela a été signalé plus haut, la réaction de dénitrification peut ne pas être totale et libérer préférentiellement du N_2O qui est un gaz à très fort effet de serre. Son augmentation dans l'atmosphère est indésirable. La dénitrification, dont on ne maîtrise pas toutes les étapes, peut ainsi dans certains cas, apparaître comme un transfert de pollution de l'eau du sol ou des nappes vers l'atmosphère.

Dans les sols hydromorphes cultivés, le risque de lessivage des nitrates est sans doute surestimé par le modèle de Burns qui ne prend pas en compte la dénitrification. L'erreur commise reste cependant modérée du fait des modestes quantités d'azote concernées en zone cultivée. Cette réaction, importante sous forêt alluviale, 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.

Du fait des incertitudes sur les mécanismes de la dénitrification des sols hydromorphes, le meilleur moyen de préserver l'aquifère de la pollution azotée est encore de raisonner la gestion de l'azote au plus près des besoins des cultures pour limiter les excès.

6.9. LE SOL ET LE DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

L'usage des produits phytosanitaires est largement répandu en agriculture pour se prémunir des effets néfastes des adventices ou des parasites des plantes, ainsi que dans des usages non agricoles, pour l'entretien des espaces verts et des infrastructures collectives (routes, voies ferrées, parking,...).

D'une manière générale, les données sur ce sujet sont très fragmentaires pour le territoire français. Quelques résultats d'observation sont cependant disponibles en Alsace, pour le Sundgau dans des sols limoneux équivalents à ceux situés en bordure Nord-Ouest du Ried Nord, dans les collines de l'Outre-Forêt (cf. encadré p. 128 « Des résultats de mesures à Spechbach-le-Haut »)

En agriculture, la cible du traitement est soit le feuillage, soit le sol lui-même. Mais entre 70 et 100 % de la matière active appliquée aboutira sur ou dans le sol. Le comportement du produit, en interaction avec les caractéristiques du sol et de la parcelle va conditionner son devenir, en particulier le risque d'un transfert vers les eaux de surface par ruissellement ou vers les eaux souterraines par lixiviation.

Le comportement de la matière active doit être envisagé sous 2 aspects :

- **la mobilité**, c'est-à-dire l'aptitude du produit à suivre les mouvements de l'eau du sol. Elle résulte de la solubilité dans l'eau, mais plus encore de l'affinité de la matière active pour les particules solides du sol, en particulier la matière organique. Elle est décrite par le coefficient de partage carbone organique - eau, Koc. Ainsi, une molécule dont le Koc est élevé sera peu mobile dans le sol. Les sols riches en matière organique retiendront fortement les matières actives et d'autant plus que leur Koc sera élevé.
- **la persistance**, c'est-à-dire sa résistance à la dégradation sur et dans le sol sous l'effet de réactions chimiques, d'une dégradation biologique ou sous l'effet de la lumière. Elle est décrite par la durée de survie de la molécule dans le sol, exprimée par le temps de demi-vie DT 50.

6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines

La présentation de deux cas opposés permet de comprendre les mécanismes en jeu :

- **Une matière active - ou un métabolite résultant de sa dégradation partielle - à la fois mobile avec l'eau et persistante**, sera facilement entraînée par les mouvements de l'eau dans le sol, en particulier le drainage profond. Elle pourra ainsi être retrouvée dans les eaux souterraines, où sa dégradation sera encore plus lente que dans le sol du fait de la quasi absence de possibilité de dégradation biologique.

Dans cette situation, les particularités du sol vont jouer un rôle,

- d'une part du point de vue du risque de lessivage, pour la vitesse de transfert,
- d'autre part du point de vue de l'activité biologique, pour la capacité à dégrader la molécule,
- enfin par la teneur en matière organique, pour les possibilités de fixation de la matière active.

Les grandeurs caractéristiques du sol déterminantes pour l'évaluation de ce risque sont la réserve utile sur l'épaisseur régulièrement exploitée par les racines des cultures et sans hydromorphie, et secondairement la teneur en matière organique. Mais ces caractéristiques de base doivent être appréciées en tenant compte de l'existence possible de chemins préférentiels pour l'écoulement de l'eau à travers le sol, comme les fentes de retrait observables dans les sols argileux à certaines périodes de l'année.

Cette analyse se rapproche de celle réalisée dans le cadre de l'estimation du pouvoir épurateur du sol vis à vis du recyclage de la matière organique, ou du devenir des composés-traces organiques biodégradables.

- **A contrario, une molécule fortement fixée et peu persistante** disparaîtra vite du sol, décomposée en gaz carbonique et eau avant d'avoir été lessivée.

Ainsi, le choix des matières actives adaptées apparaît prioritaire dans la prévention du risque sur les sols les plus sensibles au risque de lessivage.

6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement

Le transfert par ruissellement, concerne plutôt les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement entraînées avec les particules auxquelles elles sont liées à la surface du sol .

Cependant, si le ruissellement assure le transport de particules de sol, il peut aussi entraîner des produits en solution. Ainsi, une matière active mobile avec l'eau pourra être entraînée si le ruissellement survient peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

L'apparition du ruissellement sur une parcelle est conditionnée par de nombreux facteurs autres que les caractéristiques du sol (voir § 6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés). Aussi, la prévention de ce risque dépend plutôt des choix de techniques agricoles limitant l'apparition, l'importance ou la propagation du ruissellement que de considérations sur les caractéristiques intrinsèques du sol.

6.10. LE POUVOIR EPURATEUR DES SOLS

La capacité des sols à digérer des matières organiques biodégradables et à recycler des éléments minéraux est de plus en plus souvent mise à contribution par la collectivité : il s'agit ainsi d'éliminer au mieux des déchets d'origine urbaine ou industrielle, tels que des boues de station d'épuration des eaux usées ou des composts issus du traitement de déchets divers. Dans le cadre de l'activité agricole, cette aptitude est également sollicitée par les épandages de déjections animales des élevages, même si cette fonction semble aller de soi aux yeux de beaucoup : la réalisation de plans d'épandage pour les déjections d'élevages relevant de la législation des installations classées comme pour le recyclage des déchets en agriculture impose une bonne connaissance du pouvoir épurateur des sols. Cette exigence est d'autant plus forte que le Ried Nord est un milieu très sensible de par l'omniprésence de la nappe alluviale du Rhin.

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 c'est la nappe alluviale 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 la protection des sols contre un excès de matière organique biodégradable non toxique,
- la protection des eaux souterraines contre un risque de contamination biologique,
- la protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs,
- la protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques ou organiques,
- la protection des eaux de surface.

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 (J.C. 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.

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 sur tout le Ried Nord) 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.**⑥ Protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs**

L'azote est le principal élément lessivable dont on vise le recyclage par une production végétale.

Ainsi, la maîtrise du risque de lessivage de l'azote apporté par un déchet passe d'abord par les modalités d'usage du sous-produit : date d'apport, dose et prise en compte de l'azote libéré dans la fertilisation des cultures.

La prise en compte du risque de lessivage propre à chaque type de sol est nécessaire dans l'élaboration d'un plan d'épandage. Pour des déchets riches en azote facilement disponible, ceci doit conduire à limiter les apports d'été et d'automne sur les sols où le risque de lessivage est certain et élevé (classes 4 et 5), à prévoir un couvert végétal en automne après les épandages d'été et à privilégier les apports au printemps.

④ Protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques et organiques

Vis-à-vis des micropolluants, la protection des eaux et celle des sols sont liées par les mécanismes d'immobilisation, de remobilisation et de transfert de ces substances : une molécule ou un élément aujourd'hui retenu dans le sol ne migrera pas dans l'eau, mais pourra devenir indésirable pour la production agricole par suite de teneurs excessives. Demain, il pourra être de nouveau mobilisé suite à une modification des conditions du sol (évolution du pH par exemple), ou bien encore des dérivés de la molécule apparaîtront, issus de sa transformation par voie biologique ou physico-chimique.

Pour les métaux, le pH du sol détermine leur solubilité. Pour éviter à la fois la migration de métaux solubilisés vers les eaux souterraines et leur absorption par les plantes, aucun apport de déchets contenant des éléments-traces métalliques ne doit être réalisé sur des sols dont le pH est inférieur à 6. Ce pH minimal peut être obtenu et doit être maintenu par chaulage.

Pour les composés-traces organiques, la connaissance des mécanismes de transfert est trop fragmentaire pour proposer une règle de décision concernant le sol. Tout au plus peut-on avancer que l'épandage sur des sols présentant une activité biologique correcte constitue une première précaution vis-à-vis des substances organiques biodégradables.

Dans tous les cas, la surveillance des teneurs des sols en éléments-traces métalliques et en composés-traces organiques s'impose dans le cadre des **plans d'épandage** de déchets susceptibles d'en contenir. Des valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols sont d'ailleurs fixées par la réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées (cf. tableau suivant).

Valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols

D'après l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles, les valeurs fréquemment observées en Alsace (Baltzer, 1993 ; MRA68, 1999) et la proposition de seuil « d'alerte » (selon Baize, 1997).

Eléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg MS	Valeurs observées * en Alsace en mg/kg MS	Seuil « d'alerte » ** en mg/kg MS
Cadmium	2	0,25 à 0,40	0,60
Chrome	150	30 à 60	60
Cuivre	100	15 à 25	30
Mercure	1	< 0,15	0,30
Nickel	50	20 à 40	45
Plomb	100	20 à 40	50
Zinc	300	45 à 90	100

* chiffres en mg/kg de matière sèche (MS) correspondant à 3 cas sur 4

** seuil rarement dépassé en Alsace, dans moins d'un cas sur 10

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, par exemple, un sol brun calcaire profond sur loess en plaine d'Obernai présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur est donc A

A l'inverse, un sol limono-argilo-sableux peu profond (moins de 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'Ill 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 du Ried Nord

L'examen de chacun des types de sols au regard de ces critères conduit à proposer un classement des sols en **3 catégories** (voir tableau pages suivantes).

A : Pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- **Aucun sol** : compte tenu des conditions climatiques et des risques de lessivage des nitrates associés (P-ETM hivernal = 300 mm), de l'excès d'eau constaté dans de nombreux sols lié à la nappe du Rhin proche de la surface (1 à 2 m et moins), cette catégorie de sols n'existe pas dans la région.

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **Sols 16 à 19** : cette catégorie concerne les sols de limons éoliens à éléments fins épais. Le contrôle du pH est indispensable pour les sols 18 et 19, particulièrement si les produits épandus contiennent des éléments traces métalliques.
- **Sols 3, 6 et 7** : ce sont les sols profonds de la plaine du Rhin. Leur juxtaposition à des sols superficiels et caillouteux (sols 1, 2 et 5) ou hydromorphes (sols 4 et 8) au sein des mêmes parcelles est possible et doit être prise en compte. Enfin, le risque de lessivage des nitrates moyen à élevé impose d'être attentif à leur localisation vis-à-vis des captages d'eau potable et dans la gestion de l'azote.

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 4, 8 à 10, 15 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 produits minéraux demeure possible selon leur intérêt agronomique.
- **Sols 1, 2, 5, 11 à 14** : la faible RU et une sensibilité très élevée au lessivage des nitrates ne permettent pas de garantir des conditions d'épuration correctes en toutes conditions.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches.

APPRECIATION DU POUVOIR EPURATEUR DES SOLS DU RIED NORD

N° fiche	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydro- morphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbona- tation	
1	Sable, profond, calcaire, sur alluvions sableuses du Rhin	80 à 100 mm	0 à 1	5 : très élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates.
2	Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire, sur alluvions sablo- caillouteuses du Rhin	50 mm	0	5 : très élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates.
3	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres proches du Rhin	180 à 240 mm	2 à 3	3 : moyen	8,0 à 8,5 sol calcaire	B (à C) : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le contrôle de l'hydromorphie est indispensable.
4	Limon argilo-sableux, à gley, calcaire, des méandres proches du Rhin	120 à 140 mm	3 à 4	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'hydromorphie très importante et du risque élevé de lessivage des nitrates.
5	Limon argilo-sableux, peu profond, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	80 à 100 mm	0	5 : très élevé	7,0 à 8,0 sol calcique à calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates.
6	Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	120 à 140 mm	0 à 1	4 : élevé	7,0 à 8,0 sol calcique à calcaire	B (à C) : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.
7	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres de la plaine du Rhin	120 à 140 mm	2 à 3	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	B (à C) : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le contrôle de l'hydromorphie est indispensable. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.

8	Argile, décarbonatée, à gley, des méandres de la plaine du Rhin	160 à 180 mm	4	3 : moyen	6,0 à 7,0 sol décarbonaté sauf pratique de chaulage	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'hydromorphie très importante.
9	Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui, du Ried noir rhénan	120 à 140 mm	3 à 4	4 : élevé	6,0 à 7,0 sol décarbonaté sauf pratique de chaulage	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'hydromorphie très importante et du risque de lessivage des nitrates.
10	Argile, hydromorphe, tourbescente du Ried noir rhénan	200 à 220 mm	4	3 : moyen	5,0 à 6,0 en surface sauf pratique de chaulage sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'hydromorphie très importante et de l'acidité.
11	Sable, acide, profond, sain sur sables pliocènes de Haguenau	80 à 100 mm	0 à 2	5 : très élevé	5,5 à 6,5 en surface sauf pratique de chaulage sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'acidité et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
12	Sable argileux à argile sableuse, hydromorphe, sur argiles pliocènes de Haguenau	120 mm	3 à 3+	5 : très élevé	5,5 à 6,5 en surface 6,5 à 7,5 en profondeur sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'acidité, du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'excès d'eau .
13	Sable, acide, moyennement profond, sur alluvions de la Moder	40 mm	0	5 : très élevé	4,5 à 5,5 en surface sauf pratique de chaulage sol très acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'acidité, de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
14	Sable à sable argileux, hydromorphe, sur alluvions de la Sauer	80 mm	3 à 3+	5 : très élevé	5,5 à 6,5 sauf pratique de chaulage sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'hydromorphie, du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'acidité.
15	Argile à argile sableuse, hydromorphe des vallées vosgiennes	100 mm	3 à 4	4 : élevé	5,5 à 6,5 sauf pratique de chaulage sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque élevé de lessivage des nitrates et de l'hydromorphie.
16	Limon à limon argileux, calcaire, sain, sur loess	180 mm	0	3 : moyen	7,5 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.

N° fiche	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydro- morphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbona- tation	
17	Limon à limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	200 à 240 mm	0	3 : moyen	7,0 à 7,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.
18	Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe sur lehm-loess	180 à 220 mm	2 à 3	3 : moyen	6,0 à 7,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. Le contrôle du pH et de l'excès d'eau est indispensable
19	Limon argileux, calcaire, peu hydromorphe, des vallons loessiques	180 à 240 mm	0 à 2	3 : moyen	6,5 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. Le contrôle du pH et de l'excès d'eau est utile.
20	Limon calcaire à décarbonaté, très hydromorphe, des vallons limoneux humides	200 à 240 mm	3 à 4	3 : moyen	6,5 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'hydromorphie importante de ces sols.

ANNEXES

❶ DONNEES CLIMATIQUES

❷ TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

❸ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

❹ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

❺ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

❻ METHODES D'ANALYSE UTILISEES ET SYMBOLES EMPLOYES POUR LE DESSIN DES PROFILS

❼ EXPLOITATION DU FICHIER D'ANALYSES DE TERRE UTILISEES

❽ CORRESPONDANCES ENTRE LES FICHES DU GUIDE RIED NORD, LA CLASSIFICATION CPCs, LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE, LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS

① DONNÉES CLIMATIQUES

1. RAPPEL DE DEFINITIONS POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES ANALYSES CLIMATIQUES

ETR (Evapotranspiration réelle) : Evaporation d'un couvert végétal composée pour une part de l'évaporation directe de l'eau du sol et pour une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu (déficit climatique, vent...) et du couvert végétal dont les besoins en eau peuvent ne pas être satisfaits en totalité. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle (pour un sol nu en condition d'humidité moyenne, on considère que $ETR = ETM = 0,5 ETP$).

ETP (Evapotranspiration potentielle) : Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.

ETM (Evapotranspiration maximale) : Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.

RU (Réserve Utile) : Part accessible aux plantes du volume de porosité pouvant contenir durablement de l'eau. C'est une caractéristique relativement permanente d'un horizon ou d'un type de sol. Elle est exprimée sous forme d'une lame d'eau indépendante de la surface considérée (en mm d'eau). Elle correspond à la teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.

RFU (Réserve facilement utilisable) : Elle correspond à la part de RU facilement prélevable par les plantes : au-delà de cette limite, les mécanismes de défense des plantes contre la sécheresse sont mis en oeuvre (flétrissement).
Il est couramment admis que $RFU = 2/3 RU$.

Bilan climatique : $Bc = Pluie - ETM$

Bilan hydrique : $Bh = Pluie - ETM + RU$

2. ETAT DES DONNEES DISPONIBLES

Les données utilisées dans ce guide proviennent de relevés réalisés sur 7 postes météorologiques de la région ou de la proche région.

- 6 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Entzheim, Gombsheim, Lauterbourg, Stattmatten, Strasbourg et La Wantzenau,
- 1 poste avec des données pluviométriques seules : Haguenau.

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 750 à 850 mm selon les postes. Cette homogénéité autour de 800 mm est liée à la localisation des sites au nord de la Plaine d'Alsace.

Ainsi, la pluviométrie d'été est conditionnée par des orages apportant plus d'eau entre mai et juillet et en septembre.

La pluviométrie de printemps est plutôt liée au passage de perturbations d'origine atlantique.

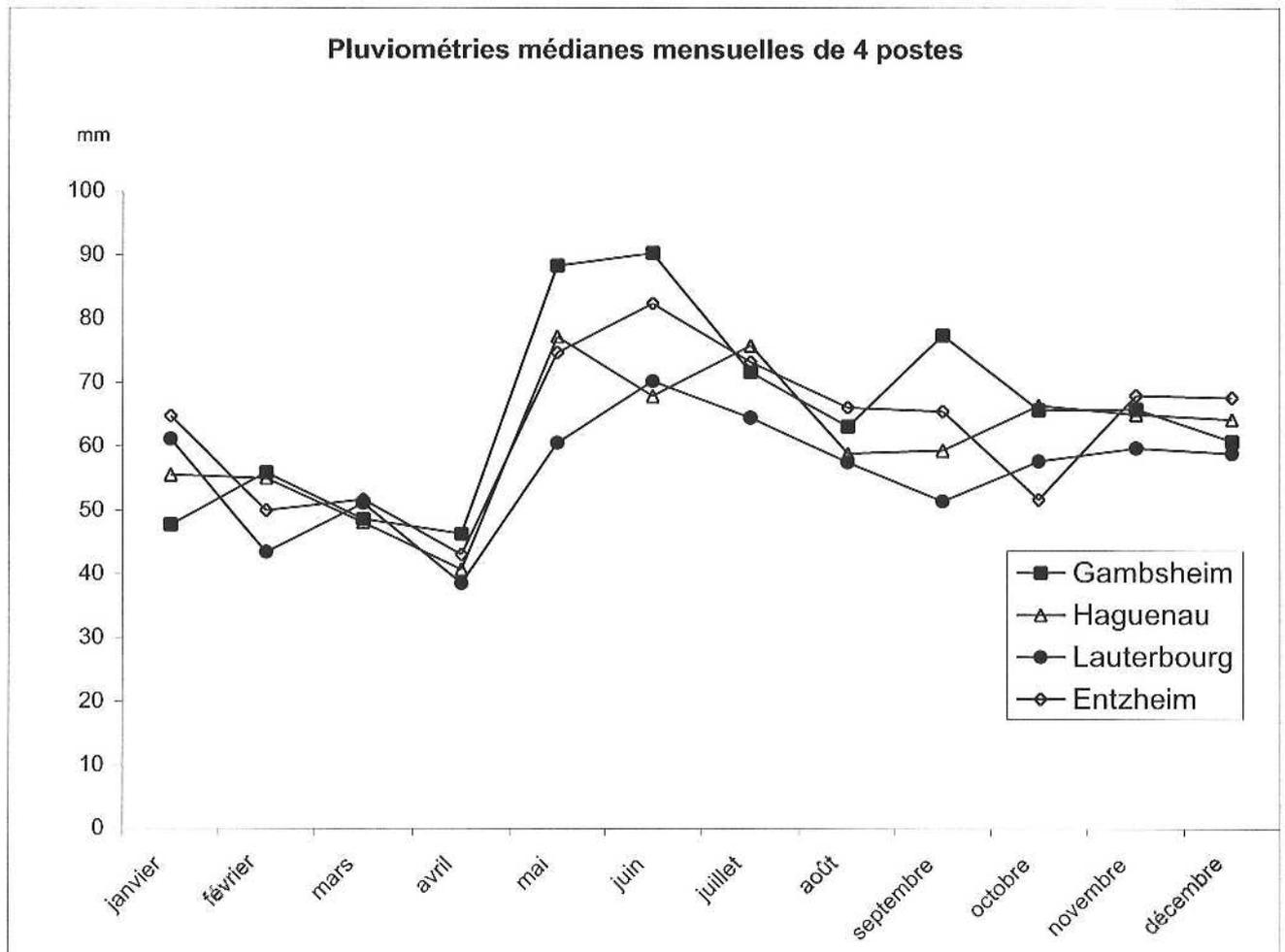
Pour tous les postes, la répartition des pluies dans l'année connaît un maximum en mai-juin avec des pluies mensuelles dépassant 70 à 90 mm une année sur deux.

L'hiver apparaît moins humide en comparaison. D'octobre à avril, la pluviométrie moyenne mensuelle est de 40 à 60 mm, avec 12 à 16 jours de pluie mensuels.

PLUVIOMETRIES MEDIANES MENSUELLES ET MEDIANES ANNUELLES (Données METEO France)							
poste	Entzheim	Gambsheim*	Haguenau*	Lauterbourg*	Stattmatten	Strasbourg	La Wantzenau**
période	1971-2000	1983-2000	1973-1989	1973-1987	1971-1989	1971-2000	1993-2000
médianes mensuelles							
janvier	29,4	47,7	55,5	61,1	64,7	37,2	37,7
février	29,8	55,9	55,0	43,4	50,0	39,6	47,3
mars	31,0	48,6	48,1	51,1	51,7	40,9	26,7
avril	36,6	46,3	40,7	38,5	43,0	43,6	47,0
mai	67,5	88,3	77,2	60,5	74,7	71,1	85,8
juin	74,0	90,3	67,9	70,2	82,4	78,4	80,4
juillet	68,8	71,6	75,8	64,5	73,2	70,1	60,2
août	60,2	63,1	58,9	57,5	66,1	63,5	63,2
septembre	57,9	77,4	59,4	51,4	65,5	58,0	82,1
octobre	48,3	65,7	66,4	57,7	51,7	52,4	60,9
novembre	43,1	65,8	65,0	59,7	68,0	56,2	56,4
décembre	41,6	60,8	64,2	58,9	67,6	49,2	57,5
médiane annuelle	628,9	819,9	832,2	796,4	816,0	703,2	723,0

* Données à interpréter avec plus de prudence car la période de mesures est inférieure à 25 ans

** Données présentées à titre indicatif car la période de mesures est très courte



3.2. La température et ses extrêmes

La **température moyenne annuelle** s'établit pour la région à environ 10,8 °C (de 10,2 à 11,4°C selon les différentes stations d'enregistrement), avec une amplitude thermique d'environ 18°C (janvier, de 1,2 à 2,7°C, juillet, de 19,5 à 20,7°C).

Les hivers sont généralement secs et froids avec des températures moyennes mensuelles atteignant 2 années sur 10 -3 à -4°C en janvier. Le nombre de jours de fortes gelées (températures minimales inférieures à -10°C) varie de 2 à 5 jours.

L'ensemble des stations présentent 50 à 70 jours de gel annuel, dont 40 à 50 jours pour les mois de décembre, janvier et février.

La période de gel s'étale de fin septembre à début mai, avec des **risques de gelées précoces** situés 1 année sur 2 entre le 27 octobre et le 13 novembre. Certaines années sont particulièrement précoces et les premières gelées peuvent être observées dès la mi-septembre.

Les **risques de gelées tardives** se situent une année sur deux entre le 21 mars et le 22 avril, les plus tardives ayant lieu jusqu'à la fin de la 2^{ème} décennie de mai.

Les **fortes chaleurs** apparaissent 2 années sur 10 en 1^{ère} décennie de juin et peuvent perturber la phase de remplissage des grains des céréales à paille ou bien encore l'activité photosynthétique du maïs.

Analyse fréquentielle des températures extrêmes
(Données METEO FRANCE)

TYPE DE RISQUE	à ENTZHEIM (1971 - 2000)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	17/09	17/10	27/10	09/11	28/11
Dernières gelées	08/03	08/04	20/04	26/04	07/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	02/06	06/06	20/06	04/07	09/07

TYPE DE RISQUE	à GAMBSHEIM (1983 - 2000)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	14/10	22/10	04/11	13/11	21/12
Dernières gelées	08/03	28/03	11/04	18/04	27/04
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	02/06	06/06	20/06	27/06	09/07

TYPE DE RISQUE	à STATTMATTEN (1972 - 1989)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	25/09	17/10	02/11	07/11	27/11
Dernières gelées	30/03	15/04	22/04	02/05	08/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	01/06	04/06	15/06	28/06	09/07

TYPE DE RISQUE	à LAUTERBOURG (1994 - 2000, résultats à titre indicatif)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	22/10	06/11	13/11	21/11	02/12
Dernières gelées	08/04	11/04	19/04	20/04	24/04
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	02/06	05/06	14/06	25/06	03/07

4. DONNEES CLIMATIQUES PARTICULIERES

4.1 Sommes des températures

Ces données sont présentées pour les 6 postes de relevés thermométriques pour lesquels les séries sont disponibles : Entzheim, Gamsheim, Lauterbourg, Stattmatten, Strasbourg et La Wantzenau.

Les sommes de température en base 6 °C permettent de décrire, à partir de la date de semis, le rythme de développement d'un grand nombre de **cultures d'été**, et de prévoir les dates de récolte possibles à l'automne. Les valeurs fréquentielles relevées sont les suivantes :

Analyse fréquentielle des sommes de température base 6 entre le 20 Avril et le 15 Octobre (Données METEO-FRANCE)			
Poste météo	Q1	médiane	Q4
ENTZHEIM 1972 - 2001	1743°C	1884°C	1996°C
GAMBSHEIM* 1983 - 2000	1852°C	1938°C	2061°C
LAUTERBOURG** 1993 - 2001	1891°C	1925°C	1978°C
STATTMATTEN** 1991 - 2001	1904°C	1958°C	2025°C
STRASBOURG 1972 - 2001	1924°C	2078°C	2176°C
LA WANTZENAU** 1991 - 2001	1930°C	2003°C	2055°C

* Données à interpréter avec plus de prudence car la période de mesures est inférieure à 25 ans

** Données présentées à titre indicatif car la période de mesures est très courte

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 :

Besoins en sommes de température pour différentes variétés de maïs (Source AGPM)		
Variété	Semis-floraison	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
FJORD	805 à 825 °C	1605 à 1625 °C
IKOS	830 à 850 °C	1630 à 1650 °C
CENTENA	855 à 875 °C	1655 à 1675 °C
DK312	905 à 925 °C	1705 à 1725 °C
BENICIA	930 °C	1720 °C
CITIZEN	955 à 975 °C	1830 à 1850 °C

La maturité grain, est partout atteinte 1 année sur 2 vers le 15 octobre.

Si l'on regarde les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableaux suivants), on observe que les variétés de type DK312 ou BENICIA atteindront leur maturité, 1 an sur 2, en 3^{ème} décade de septembre. Pour une variété de type CITIZEN, une année sur 5, il faudra attendre la fin de la 1^{ère} quinzaine d'octobre, époque qui correspond pratiquement aux premiers risques de gelées.

Statistiques sur les dates d'atteinte d'une somme de température donnée en base 6°C

Poste de ENTZHEIM - Période 1972-2001			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1450 °C	19 août	26 août	8 septembre
1500 °C	22 août	30 août	12 septembre
1550 °C	27 août	5 septembre	16 septembre
1600 °C	31 août	9 septembre	21 septembre
1650 °C	4 septembre	14 septembre	29 septembre
1700 °C	8 septembre	21 septembre	11 octobre
1750 °C	13 septembre	26 septembre	17 octobre
1800 °C	21 septembre	1 ^{er} octobre	2 novembre
1850 °C	28 septembre	9 octobre	10 décembre

Poste de GAMBSHEIM - Période 1983-2000			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1450 °C	16 août	24 août	30 août
1500 °C	19 août	28 août	03 septembre
1550 °C	23 août	02 septembre	08 septembre
1600 °C	27 août	06 septembre	14 septembre
1650 °C	30 août	10 septembre	20 septembre
1700 °C	3 septembre	15 septembre	24 septembre
1750 °C	8 septembre	20 septembre	2 octobre
1800 °C	12 septembre	25 septembre	7 octobre
1850 °C	17 septembre	3 octobre	14 octobre

Poste de STATTMATTEN - Période 1991-2001 (résultats à titre indicatif)			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1450 °C	18 août	19 août	25 août
1500 °C	21 août	23 août	28 août
1550 °C	25 août	27 août	1 ^{er} septembre
1600 °C	28 août	2 septembre	7 septembre
1650 °C	1 ^{er} septembre	6 septembre	12 septembre
1700 °C	6 septembre	10 septembre	17 septembre
1750 °C	11 septembre	17 septembre	22 septembre
1800 °C	16 septembre	24 septembre	1 ^{er} octobre
1850 °C	21 septembre	30 septembre	7 octobre

Poste de LAUTERBOURG - Période 1993-2001 (résultats à titre indicatif)			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1450 °C	20 août	22 août	24 août
1500 °C	24 août	25 août	30 août
1550 °C	28 août	31 août	4 septembre
1600 °C	1 septembre	4 septembre	9 septembre
1650 °C	6 septembre	9 septembre	14 septembre
1700 °C	10 septembre	14 septembre	20 septembre
1750 °C	14 septembre	21 septembre	26 septembre
1800 °C	20 septembre	28 septembre	5 octobre
1850 °C	25 septembre	4 octobre	10 octobre

4.2 Evapotranspiration potentielle et bilans hydriques

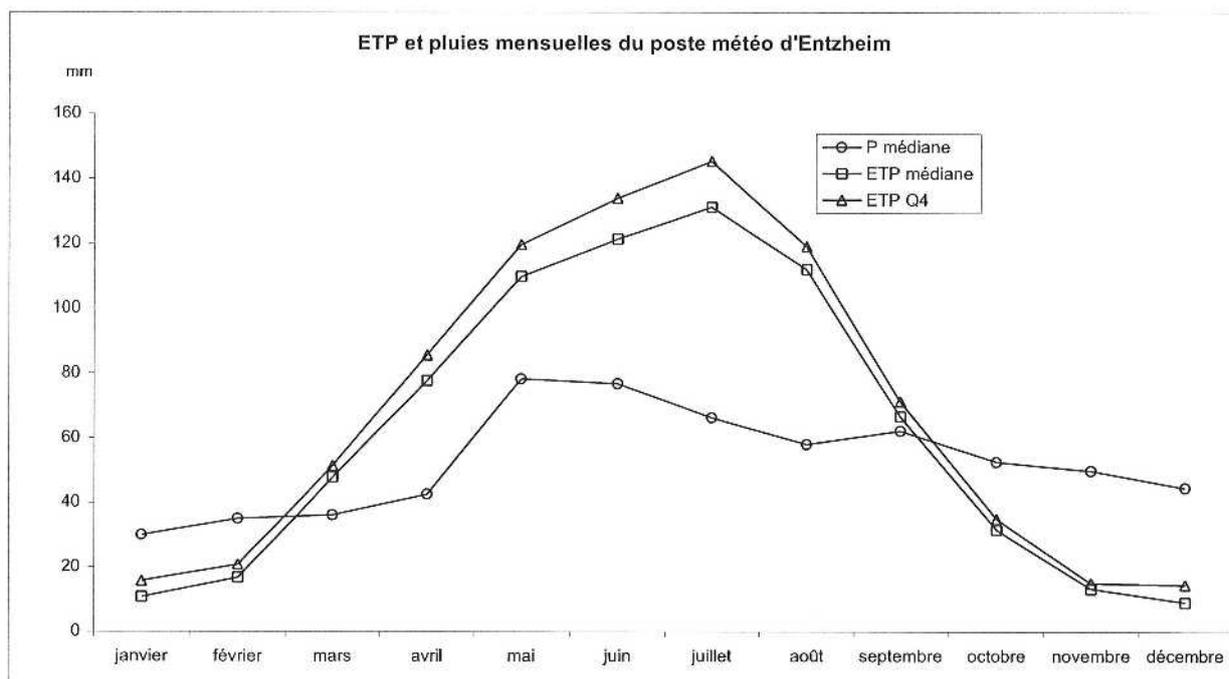
Dans ce paragraphe figurent les données brutes qui ont servi au calcul de l'évapotranspiration potentielle et des bilans hydriques. Ceux-ci sont présentés et commentés dans le **chapitre 6** de l'ouvrage, dans les paragraphes traitant des sols et de l'irrigation d'une part, du risque de lessivage des 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 – Entzheim (1971-2000)

ETP mensuelles	médiane	Q4
janvier	10,8	15,8
février	16,8	20,8
mars	47,7	51,4
avril	77,6	85,6
mai	109,7	119,6
juin	121,3	133,9
juillet	131,2	145,3
août	111,9	119,0
septembre	66,6	71,2
octobre	31,5	34,9
novembre	13,3	15,0
décembre	9,1	14,5
moyenne annuelle	748,1	804



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'III et rivières vosgiennes)

11. Alluvions rhénanes anciennes : terrasses et Hardt																
12. Alluvions rhénanes récentes : basse plaine																
13. Alluvions de l'III 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 (Löss et lehm)

21. Löss et lehm-löss																
22. Lehm																

3. Terrains argilo-caillouteux des collines (Collines sous-vosgiennes de la plaine d'Alsace et Plateau Lorrain d'Alsace Bossue)

31. Argile																
32. Mame (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	<div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Présence généralisée sur la région
	2. Basse plaine rhénane Nord	10. Plaine Sud Alsace	
	3. Pays de Hanau	11. Sundgau et Jura Alsacien	
	4. Arrière Kochersberg	12. Piémont Haut-Rhinois et Ochsenfeld	
	5. Kochersberg	13. Alsace Bossue	
	6. Plaine d'Erstein/Bruch de l'Andlau	14. Vosges gréseuses du Nord	
	7. Vignoble Nord	15. Vosges cristallines du Sud	
	8. Plaine Centre Alsace		

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993)

TYPOLOGIE DES SOLS DE LA PLAINE D'ALSACE

Ces tableaux ont été construits à partir de 3 sources d'information :

1. des extraits partiels du fichier régional d'analyses de terre CLARA constitué en 1988 à partir de résultats disponibles pour les 30 dernières années,
2. le fichier complet d'analyses de terre des témoins Ø azote de 1987 à 1992 (plus de 200 analyses),
3. 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 pratiqués.

Code	Appellation A: argile L: limon S: sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

1A. LA PLAINE ALLUVIALE DU RHIN ET DE L'ILL

11. Alluvions rhénanes anciennes : Terrasses ("Ried Brun")	11.0	Hardt superficielle	14 à 24	0 à 5	8 à 18	0	< 30	30	Guide 10 Fiches 6 à 8	Terrasse au sud de Colmar
	11.1	("Ried brun" caillouteux calcaire ou décarbonaté)	20 à 28	0 à 2 et 2 à 20	10 à 16	0	30/40	20 à 30	Guide 10 Fiche 9	Terrasse au nord de Colmar
	11.2	Hardt profonde ("Ried brun" profond sain)	18 à 34	2 à 30	8 à 18	0	> 120	0	Guide 10 Fiche 10 (Rustenhart)	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.3	Variante hydromorphe ("Ried brun" profond hydromorphe)	22 à 32	0 à 15	12 à 22	2 à 3	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.4	Variante moyennement profonde (60-80 cm)	voir 11.1			0	60/80	0 à 5		

12 Alluvions rhénanes récentes : Basse plaine ("Ried blond")	12.0	Basse plaine S. superficielle	20 à 24	6 à 22	8 à 12	0	30/50	10 à 15	Guide 10 Fiche 12	Bords du Rhin
	12.1	Basse plaine S. profonde	20 à 24	8 à 20	8 à 12	0	> 120	0 à 5	Guide 10 Fiche 11	Bords du Rhin
	12.2	Basse plaine LS. profonde hydromorphe	20 à 24	20 à 30	8 à 10	2 à 3	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	vers Saasenheim Schœnau
	12.3	Basse plaine LS. très hydromorphe	28 à 32	0 à 20	12 à 22	3	> 120	0	Guide 10 Fiche 13	vers Saasenheim Schœnau
	12.4	"Ried gris" rhénan calcique hydromorphe	40 à 55	0	32 à 38	3 à 4	60 ou +	0	Guide 08 Fiche 15	vers Saasenheim Schœnau

13 Alluvions de l'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 7	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 12	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 13	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 14	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 15	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	Schlrhein

Guide 08 Plaine Centre-Alsace - Numérotation de la nouvelle édition

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993-1998)

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 2/4	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 6	Stotzheim et environs
	14.4	Löss 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	Löss argileux à gley calcaire	18 à 28	15 à 20	.	3 à 4	> 120	0	Guide 06 Fiche 11	"Bruch" de l'Andlau
	14.6	Gley calcaire tourbeux ou tourbescent	25 à 35	15 à 25	.	4	> 120	0	Guide 06 Fiche 12	"Bruch" de l'Andlau
	14.7	Sol LAS à SA lessivé sur glacis d'épandage	15 à 25	0 à 2	6 à 10	1 à 3	> 120	0	Guide 06 Fiche 9	Base des collines hors lit majeur des rivières vosgiennes

15 Alluvions des rivières vosgiennes du Nord : Lauter Sauer-Moder-Zorn	15.1	Sol SL des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 4	Mommenheim Hochfelden-Hoerdt
	15.2	Sol A/AL à gley de la cuvette alluviale	35 à 50	0	22 à 30	3 à 4	> 100	0	Guide 05 Fiche 19	Mommenheim Hochfelden-Hoerdt
	15.3	Sol LSA/LAS colluvial du bas des collines	20 à 30	0 à 5	10 à 15	2 à 3	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 1	Mommenheim Hochfelden-Hoerdt
	15.4	Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	4 à 8	0	2 à 6	0 à 2	> 120	5 à 15	Guide 05 Fiche 16	Haguenau Bischwiller
	15.5	Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses	.	0	.	3	> 100	< 5	Guide 05 Fiche 15	Haguenau Bischwiller

17 Alluvions des rivières vosgiennes du Sud : Lauch-Thur-Doller	17.1	Alluvions fines (Sf) des bords de rivières	12 à 20	0	8 à 14	0	50 à 100	< 5	Guide 12 Fiche 2	Ensisheim à Cemay
	17.2	Alluvions grossières (SCx) des bords de rivières	8 à 18	0	6 à 12	0	<< 50	5 à 10	Guide 12 Fiche 1	Ensisheim à Cemay
	17.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	20 à 30	0	15 à 20	2 à 3	60 à 100	0 à 5	Guide 12 Fiche 4	Ensisheim à Cemay
	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 Cemay
	17.5	Sol LS lessivé à pseudogley argileux	10 à 15	0	6 à 12	2 à 3	> 100	0	Guide 12 Fiche 5	Ensisheim à Cemay
	17.6	Lehm-löss hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	Guide 11 (Fiche 26)	Près de Mulhouse

Des sols très proches du type 13.0 peuvent apparaître en bordure du domaine de l'III

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

2. LES DEPOTS EOLIENS DE LIMONS

21 Löss et lehm-löss	21.0	Löss légers	15 à 18	10 à 30	8 à 12	0	> 120	0	Guide 11 Fiche 1	Outre Forêt Sundgau
	21.1	Löss moyens (löss 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	Löss lourds	24 à 28	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	Guide 1 Fiche 7	Outre Forêt
	21.3	Löss très lourds	28 à 35	0 à 5	15 à 20	0	> 120	0	Guide 05 Fiche 6	Arrière Kochersberg
	21.4	Lehm sur löss (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	Löss colluvionné	15 à 35	6 à 20	6 à 15	0 à 3	> 120	0	Guide 11 Fiche 3	Toutes régions avec löss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)
	21.6	Löss hydromorphe	15 à 25	< 6	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 4	Toutes régions avec löss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)

22 Lehm	22.0	Lehm (L/LA-LaS- ou LSa)	12 à 25	0	5 à 15	3	> 100	0	Guide 11 (Fiche 12)	Outre Forêt Sundgau
	22.1	Lehm sur cailloux	10 à 15	0	6 à 10		50 à 60	< 5	Guide 11 (Fiches 9,15)	Sundgau
	22.2	Lehm LSa profond	< 12	0	6 à 10		80 à 100	0	Guide 11 Fiche 8	Outre Forêt Sundgau
	22.3	Lehm L peu profond	12 à 18	0	6 à 10		40 à 60	0		Sundgau
	22.4	Lehm hydromorphe (ex. : lehm sur argile)	18 à 25	0	6 à 10	2 à 3	A à 30	0	Guide 1 Fiche 13	Outre Forêt Sundgau
	22.5	Lehm colluvionné	25 à 45	0	15 à 25	1 à 3	> 100	0	Guide 11 Fiche 10	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

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993-1998)

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

- ARAA-AGPM (à paraître) - Contribution à l'étude des potentialités du maïs en Alsace.
- ARAA - CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- BOUDOT J.P. et al. (1979) - Carte phytoécologique d'Alsace au 1/100.000^{ème} – STRASBOURG et HAGUENAU - ULP Strasbourg - Région Alsace
- BRGM - Cartes géologiques de la France au 1/50.000^{ème} - Feuilles de Seltz-Wissembourg n° 169-199 (notice de 59 p.) et Brumath-Drusenheim n° 234 (notice de 31 p.).
- Centre de Géographie appliquée (1979) - Carte des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement – STRASBOURG et HAGUENAU - ULP Strasbourg - Région Alsace
- DEBUYSER C. (1996) – Opération Ferti-mieux sur le bassin versant de la Zorn. Typologie des exploitations agricoles et diagnostic agronomique sur les pratiques agricoles, CA-SUAD 67, 71 p. + annexes
- DIREN/SEMA, Agence de l'eau Rhin-Meuse (2004) – Qualité des cours d'eau en Alsace, année 2003 – Réseau national de bassin, 103 p.
- DIREN/SEMA (2002) – Directive nitrates. Compte rendu de la surveillance de la teneur en nitrates dans les eaux douces d'Alsace, année 2000-2001. 51 p.
- DUPRAT A., SIMLER L., VALENTIN J. (1979) - La nappe phréatique de la plaine du Rhin en Alsace Sciences géologiques n°60 - Institut de géologie - Université Louis Pasteur - Strasbourg - 266 p.
- EAT (1997) – Opération Ferti-mieux sur les collines de la Zorn. Analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique. Rapport final + annexes - Conseil Régional d'Alsace – Agence de l'eau Rhin-Meuse, 69 p.
- GOBILLON Y., GAILDRAUD C. (1993) - Inventaire général 1991/1992 de la qualité de la nappe de la plaine d'Alsace - Ministère de l'environnement - Région Alsace et Agence de l'eau Rhin-Meuse -27 p.
- IGN - Cartes topographiques au 1/25.000^{ème} de Soufflenheim-3914 W, Seltz-3914E, Schiltigheim/Brumath-3815 W, Bischwiller-3815E (série bleue), au 1/100.000^{ème} Strasbourg-Forbach, 12 (série verte), au 1/250.000^{ème}, 104 (série rouge)
- IWACO (2001) – Etude hydrogéologique Bande rhénane Nord – I. Rapport final. – II. Cartes et annexes. APRONA – Conseil Régional d'Alsace – Agence de l'eau Rhin-Meuse, 128 p.
- KOLLER R. (ARAA) et PARTY JP. (Sol Conseil) (1994) - Guide des sols Plaine Centre Alsace – Chambre régionale d'agriculture Alsace, 145 p.
- LEBRETON-THALER A. (Cap environnement), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (2001) - Guide des sols Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg – Région Alsace, 226 p.
- PARTY JP. (1992) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de l'usine agro-industrielle Roquette - Rapport SOL-CONSEIL, 40 p. + 3 cartes au 1/25.000^{ème} et 2 cartes au 1/50 000^{ème}
- PARTY JP. (1996) - Enracinement du maïs dans la plaine d'Alsace en fonction du type de sol. Conséquences sur l'alimentation hydrique de la culture et le rendement potentiel. Mastère en Ingénierie Agronomique. INA-PG - SOL-CONSEIL, 53 p. + annexes

- PARTY JP., BOULANGER L., CHOTTE JL. (1983) – Levés pédologiques de la CDTA Haguenau au 1/50.000^{ème} – DDAF67 / SATEC-Sodeteg
- PARTY JP., BURRUS D. (2000) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de la Communauté de Communes de Seltz - Rapport SOL-CONSEIL, 52 p. + 2 cartes au 1/25.000^{ème} et 3 cartes au 1/10 000^{ème}
- PARTY JP., DUCHAUFOUR H., REVOL P., THALER A. (1990) – Les unités de paysages et les sols du vignoble Alsacien. INAO-CIVA-ARAA / SOL-CONSEIL, 149 p. + annexes
- PARTY JP. (Sol Conseil), MEINRAD G., HISSLER Ch. (2001) - Etude pédologique interdépartementale en Alsace – Cartographie des sols au 1/50 000^{ème} - ARAA-MRA68 - Ademe-Agence de l'Eau.
- PARTY JP.(Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (1999) - Guide des sols d'Alsace - Plaine Sud-Alsace , Région Alsace, 183 p.
- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (2004) - Guide des sols d'Alsace – Plaine Centre-Alsace, Région Alsace, 216 p.
- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (2005) - Guide des sols d'Alsace – Outre-Forêt, Région Alsace, 253 p.
- PIREN EAU Alsace-ULP Strasbourg (1991) - Qualité agricole de l'eau de la nappe phréatique d'Alsace dans le secteur d'Ensisheim-Colmar. Essai de classification et de cartographie. Région Alsace, Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin, MDPA, 34 p.
- Région Alsace (2000) – Inventaire (1997) de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur.
- Région Alsace (2005) – Inventaire (2000) de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur.
- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de la maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.
- STEPHANY D. (1999) – Diagnostic agronomique préalable à la mise en place de l'opération Ferti-mieux sur le secteur Bande rhénane Nord, CA-SUAD 67, 71 p. + annexes
- VEIT C. (1999) –Ferti-Zorn. Une opération de conseils aux agriculteurs pour un meilleur respect de la nappe phréatique en Alsace. Evaluation intermédiaire. Bilan, perceptions de l'opération et propositions d'actions après 2 années de fonctionnement, CA-SUAD 67, 41 p. + annexes

BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

- BERNHARD C. (1985) - Evaluation du risque de contamination des eaux souterraines du Ried Centre Alsace par les nitrates - Institut de mécanique des fluides - Université Louis Pasteur - 192 p.
- I.G. BURNS (1976) - Equations to predict the leaching of nitrate uniformly incorporated to a known depth or uniformly distributed throughout a soil profile, J. Agri. Sci. Cambridge, 86, p. 305-313
- I.G. BURNS (1975) - An equation to predict the leaching of surface applied nitrate, J. Agri. Sci. Cambridge, 85, p. 443-454
- Anonyme (1987) - Détermination du coefficient de lessivage f (modèle de Burns), Perspectives agricoles, n° 115, p 52
- PIREN EAU Alsace-ULP Strasbourg (1987) - Cartes du risque de lessivage des nitrates dans les sols au 1/25.000 feuilles n° 6 (Neuf-Brisach) et feuille n° 8 (Hirtzfelden, Fessenheim), Département du Haut-Rhin, Ministère de l'Environnement, Agence de l'eau Rhin-Meuse.
- SEBILLOTTE M., MEYNARD J.M. (1990) - Systèmes de culture, systèmes d'élevage et pollutions azotées -International symposium nitrates-eau-agriculture - R. Calvet/INRA - Paris - p. 289-312
- SCHENCK C. DELPHIN J-E (1996) - Observation de longue durée in situ des principaux paramètres intervenant dans le transfert de l'eau et des nitrates dans les sols cultivés en Alsace.

SOLS HYDROMORPHES ET DENITRIFICATION

- CELLIER P. (1997) - Les émissions d'ammoniac (NH₃) et d'oxydes d'Azote (NO_x et NO₂) par les sols cultivés : mécanismes de production et quantification des flux, Les colloques INRA N°83, p 25-37
- MARIOTTI A. (1997), Quelques réflexions sur le cycle biogéochimique de l'azote dans les agrosystèmes, Les colloques INRA N°83, p 9-22
- HACK J. (1997), N₂O Emissionen und Denitrifikationsbedingte Stickstoffverluste landwirtschaftlich genutzter Böden im Elsass unter Berücksichtigung von Boden und Witterungsfaktoren sowie der nitratereduzierenden und nitrifizierenden Mikroflora, 300 p
- HENAUULT 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
- ARMAND R. (2003) - Risque de ruissellement des terres agricoles et Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) : évaluation par les états de surface du sol. Application au suivi d'essais dans le Sundgau Alsacien. Mémoire de Géographie Physique. ULP. 80 p. + annexes.
- AUZET A.V., (1987) - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects agronomiques, CEREG, 60 p.
- AUZET A.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
- AUZET A.V., LEMMEL M. (2003) - Bassin versant de l'Ibenbach en amont de Landser (68). Occupation et états de surface des sols, collecte et concentration du ruissellement des versants vers le réseau hydrographique. Rapport DIREN Alsace, 9 p.+ 9 cartes et CD.
- 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.
- IFEN, MATE, INRA, (1998) - Cartographie de l'aléa érosion des sols en France. Etude et travaux, 18. 63p + annexes et 1CD
- 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
- LE BISSONNAIS Y., THORETTE J., BARDET C., DAROUSSIN J. (2002) - L'érosion hydrique des sols en France. 107 p (<http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>)
- LEMMEL M., (2002) - Collecte et concentration du ruissellement par les motifs topographiques et agraires au sein de bassins versants cultivés . DEA Systèmes Spatiaux et Environnement, ULP, IMFS UMR7507 CNRS. 84 p + annexes.
- LUDWIG B., AUZET A.-V., BOIFFIN J., PAPY F., KING D. ET CHADOEUF J., (1996) - Etats de surface, structure hydrographique et érosion en rigole de bassins versants cultivés du Nord de la France. *Etude et Gestion des Sols*, 3, 53-70.
- LUDWIG B. (2000) – Les déterminants agricoles du ruissellement et de l'érosion – De la Parcelle au bassin versant, Ingénieries – EAT – N°22, p 37 à 47
- MARTIN Ph., MEYNARD JM. (1997) - Systèmes de culture, érosion et pollution des eaux par l'ion nitrate. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 303-322
- MATE-DPPR (1996) - Les coulées de boues liées à l'érosion des terres agricoles en France. Rapport de synthèse

- PAPY F., BOIFFIN J., (1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré II - Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles, *Agronomie* 8 (9), p. 745 - 756.
- PAPY F., DOUYER C., (1991) - Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques, *Agronomie* 11, pp. 201-215.
- PAPY F., MARTIN P., BRUNO J.F., (1996) - Comment réduire les risques d'érosion par les pratiques agricoles ? S'adapter aux systèmes érosifs et au contexte économique, *Forum sécheresse, pollution, inondation, érosion - Poitiers*.
- RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., NEVEU A., PAPY F. (1997) - L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. Ed. INRA, 411 p.
- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. Ed. INRA, 214 p.
- VANSTEELANT J.Y., TREVISAN D., PERRON L., DORIOZ J.M., ROYBIN D., (1997) - Conditions d'apparition du ruissellement dans les cultures annuelles de la région lémanique. Relation avec le fonctionnement des exploitations agricoles, *Agronomie*, 17, p. 65 - 82.

SOLS ET DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET DES ELEMENTS TRACES

- BAIZE D. (1997) - Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France) - Ed. INRA, 409 p.
- BAIZE D., TERCE M., coord. (2002) – Les éléments traces métalliques dans les sols : approches fonctionnelles et spatiales – Ed. INRA, 565 p.
- BALTZER C. (1993) - Les métaux lourds dans les boues d'épuration urbaines du Bas-Rhin : quel risque en cas d'épandage agricole. DESS, Univ. Strasbourg, 75 p.
- CAMBIER Ph., MENCH M. (1998) - Contamination des sols par les métaux lourds et autres éléments traces. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 161-172
- GUYOT C. (1992) - Protection des cultures et protection des eaux souterraines : les mécanismes d'infiltration - in Colloque Phyt'eau - Ministère de l'agriculture, Ministère de l'environnement, Ministère de la santé, UIPP - Versailles - p 63-77
- HAYO M.G. VAN DER WERF (1997) - Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement - in *Courrier de l'environnement* n°31 - INRA - Paris - p 5-22
- MADRIGAL I., BENOIT P., BARRIUSO E., ETIEVANT V., SOUILLER C., REAL B., DUTERTRE A., (2002) - Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Deuxième partie : propriétés de rétention de deux herbicides, l'isoproturon et le diflufenilcanil dans différents sols de bandes enherbées. *Étude et gestion des Sols*, 9(4) : p.287-302.
- 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
- SOUILLER C., COQUET Y., POT V., BENOIT P., REAL B., MARGOUM C., LAILLET B., LABAT C., VACHIER P., DUTERTRE A., (2002) - Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Première partie : Dissipation des produits phytosanitaires à travers un dispositif enherbé ; mise en évidence des processus mis en jeu par simulation de ruissellement et infiltrométrie. *Étude et gestion des Sols*, 9(4) : p. 269-285.

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 résiduelles 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., ARLLOT 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 AGRONOMIE

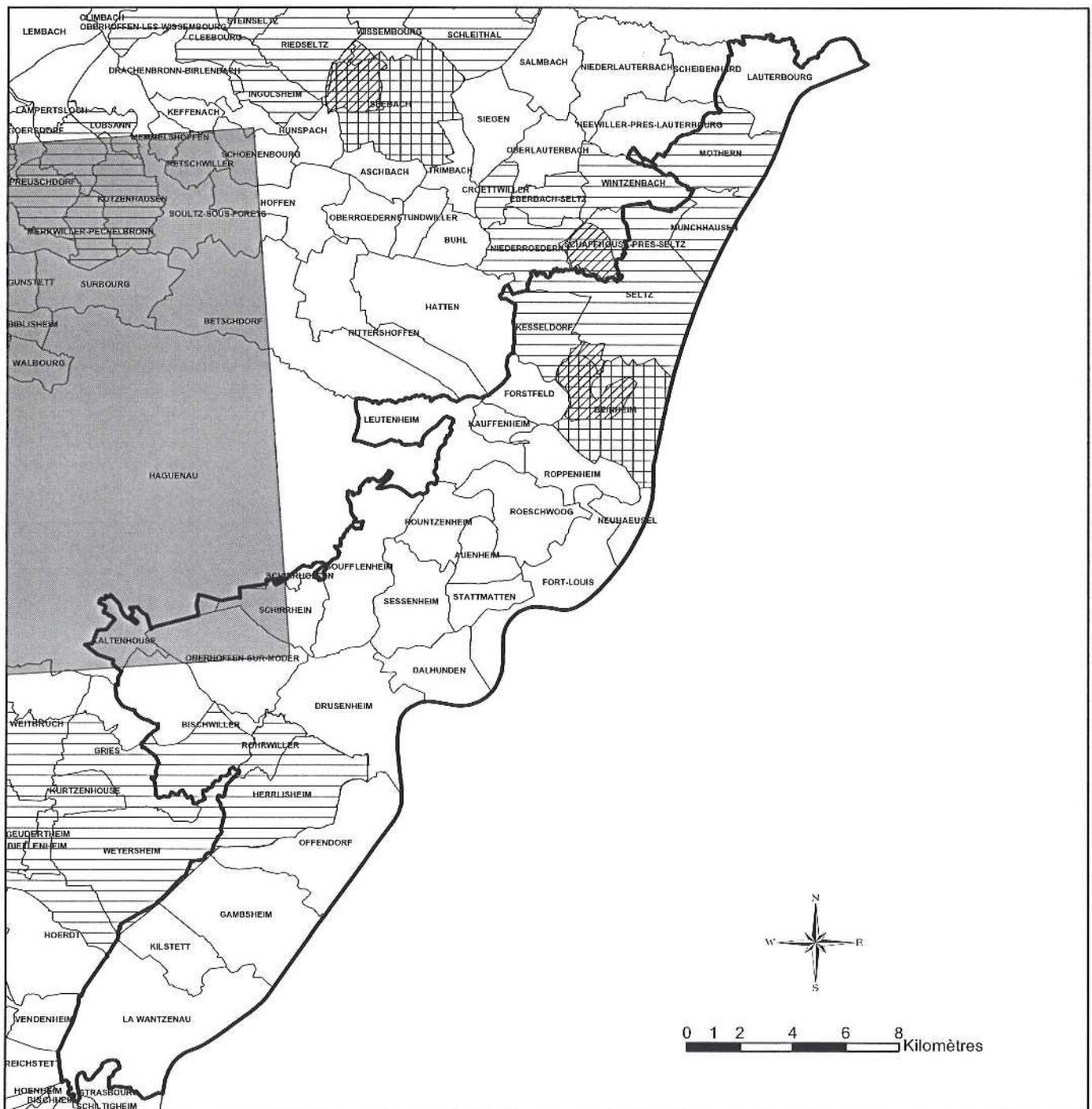
- MOREL R. (1989) - Les sols cultivés - Tec et Doc -373 p.

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 "Ried Nord"



Réalisation : ARAA
Données ARAA
Fond de carte : BD CARTO IGN (R)
Autorisation n°70 40041
février 2005

Etudes de sols

- Guide des sols "Ried Nord"
- Secteurs de référence à 1/25 000 usine de Roquette
- Etude préalable au recyclage agricole des boues de l'usine de Roquette à 1/50 000
- Etudes préalables au recyclage agricole des boues de stations d'épuration à 1/25 000 (*)
- Carte des terres agricoles à 1/50 000 - Feuille de Haguenau

(*) Stations de la Basse Zorn, Herrlisheim et Seltz

⑥ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

Dénomination du sol en termes courants

-Référence dans la typologie des sols d'Alsace

Nom dans la classification CPCS (*classification élaborée par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols et largement utilisée en France depuis 1967 et jusqu'au début des années 90*)

Nom dans le Référentiel pédologique (*nouveau système de classification qui remplace la classification CPCS*)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Localisation préférentielle du type de sol, topographie
Description des matériaux et processus de mise en place du sol
Facteurs de formation du sol

Mise en valeur actuelle : (occupation du sol observée)

Etendue estimée :
(à l'échelle de la petite région naturelle)

Photographie de paysage caractéristique de l'unité de sol,
ou photographie de détail de la surface du sol si elle a des particularités marquées,
ou bloc diagramme illustrant la position dans le paysage de l'unité de sol,
ou extrait du zonage agropédologique situant l'unité de sol par rapport aux autres

Commentaires

CRITERES DE RECONNAISSANCE

(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.)

Localisation géographique

à l'oeil (surface du sol): couleur de la terre
éléments grossiers
aspect de la structure du sol en surface

Position topographique

au toucher (surface): texture simplifiée

à la pissette : Effervescence
(réaction à l'acide chlorhydrique HCl)

Matériau dominant (description synthétique avec caractères les plus marquants : texture éléments grossiers, effervescence, couleur)

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 région 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

Commune : coordonnées X Lambert2, Y Lambert2

Date

Occupation du sol

REPRESENTATIVITE du profil par rapport à l'unité de sol

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique

Photographie en couleurs du profil pédologique avec délimitation des différents horizons

Pour chaque horizon on trouve
 - son nom selon le référentiel pédologique
 - sa profondeur d'apparition (haut et bas),
 - les observations de terrain relatives à la texture, la présence de calcaire, la couleur, la structure, la compacité, la présence de racines....
 Seules les observations remarquables et caractéristiques du profil sont retenues ici. De plus ces informations sont le **résultat de l'appréciation du spécialiste**. Elles peuvent présenter un certain décalage par rapport aux valeurs analytiques ci-dessous mais elles se rapprochent plus de ce qu'un opérateur de terrain peut observer

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	code horizon RP	granulométrie 5 classes					%Matière Organique
		Sable Grossier	Sable Fin	Limon Grossier	Limon Fin	Argile	

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

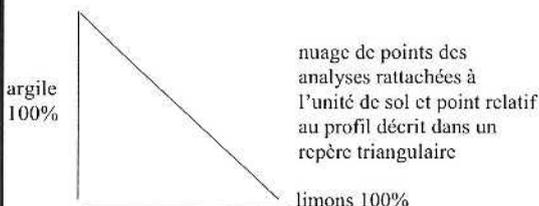
PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer, JH et Olsen	pH eau	pH KCl	Bases échangeables Ca Mg K Na CEC	S/T saturation
-----	----------------------	------------------------	--------	--------	-----------------------------------	----------------

méthode précisée
 en cmol/kg équivalent à meq/100g

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 :

Elle est illustrée à partir des analyses provenant de la base de données régionale sur les sols d'Alsace gérée par l'ARAA

(précise l'origine géographique des analyses de terre utilisées pour décrire la variabilité des textures de surface à travers le triangle de texture ci-contre)

Région naturelle n°
nom région ou sous-région
Dénomination du sol en termes courants

Fiche sol n°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

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.

Variabilité du sol

Les facteurs de variabilité de l'unité de sol quand ils existent sont présentés ci-contre

Profil d'enracinement du maïs

La présence de racines est notée à partir d'un dénombrement réalisé dans un maillage de 2 cm x 2 cm sur une largeur d'1 m. Les cases grises correspondent à la présence d'une racine de diamètre inférieur à 1 mm. Les cases noires illustrent la présence d'une racine de diamètre supérieur. A proximité de la surface, quand le chevelu racinaire est très dense, l'horizon entier est figuré en gris.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

profondeur du sol (*c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement*)

texture de surface simplifiée (*avec variations possibles*)
texture de profondeur simplifiée (*avec variations possibles*)
pierrosité

battance calculée à partir des valeurs mesurées sur le profil

densité apparente mesurée sur le profil

RU sans prise en compte des remontées capillaires

porosité / perméabilité

classe d'hydromorphie selon Favrot

origine de l'excès d'eau

pH initial sans intervention (*fourchette de valeurs*)

valeurs pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques calcaire

variante de l'unité de sol décrite selon ses caractéristiques :

Le renseignement de ces caractères fait appel à la connaissance de terrain. L'objectif est la description de la variabilité de l'unité de sol. Les paramètres en gras sont renseignés dans tous les cas, les autres ne sont précisés que dans les cas opportuns.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

satisfaction des besoins en eau
obstacle à l'enracinement
aptitude à se réchauffer
ressuyage, risque de tassement
contrainte due à l'excès d'eau
contrainte liée à la localisation
sensibilité au ruissellement et à l'érosion

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 région 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 (→ 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 sous-produits

choix des sous-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-Laflèche, 1974). Appliqué aux sols limoneux d'Alsace, il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir de données disponibles (analyses de la base de données régionale sur les sols d'Alsace). Il n'a pas été calé pour les sols de glacié du Piémont, il est à utiliser avec plus de prudence dans ce cas. Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 Lf + 0,75 Lg) / (A + 10 MO)) - C$$

avec, Lf : limons fins ; Lg : limons grossiers ; A : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre

C, coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2x(pH-7)$

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule : $I_B = 5x(R - 0,2)$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$ terre stable.

On peut utiliser I_B ou R en tant que tel selon les classements suivants :

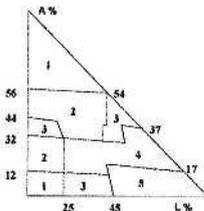
classe 1 : $R < 1,4$	non battant
classe 2 : $1,4 < R < 1,6$	peu battant
classe 3 : $1,6 < R < 1,8$	assez battant
classe 4 : $1,8 < R < 2,0$	battant
classe 5 : $R > 2,0$	très battant

OU

classe 1 : $I_B < 6$	non battant, stable
classe 2 : $6 < I_B < 7$	peu battant
classe 3 : $7 < I_B < 8$	assez battant
classe 4 : $8 < I_B < 9$	battant
classe 5 : $I_B > 9$	très battant

• **classes de stabilité structurale** : Normalement mesurée en laboratoire, la stabilité structurale peut aussi être évaluée par le biais du triangle de texture :

Classe 1 : très stable
Classe 2 : stable
Classe 3 : moyennement stable
Classe 4 : instable
Classe 5 : très instable



Pour l'horizon de surface labouré,
(INRA Avignon)

• **réserve utile en eau du sol (RU)** : Part accessible aux plantes du volume de porosité du sol, pouvant contenir durablement de l'eau. La RU est calculée à partir des valeurs de densité apparente mesurées dans le profil représentatif de l'unité de sol, pour la profondeur de sol prospectée par les racines d'une culture annuelle de type maïs (fourchettes de valeurs permettant d'intégrer la variabilité de l'unité de sol pour la profondeur d'enracinement) sans prise en compte des remontées capillaires.

• **classes d'hydromorphie selon Favrot** : La note d'hydromorphie traduit les difficultés de circulation de l'eau dans le sol. Cette classification distingue 6 classes :

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

• **pH** : par défaut c'est le pH initial sans intervention (fourchette de valeurs) qui est donné, si nécessaire dans les sols acides recevant souvent des amendements calcaires les valeurs de pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques sont également précisées.

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

• **risque de lessivage des nitrates** : Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates selon Burns est présenté en encadré page 130. 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 141 à 152. 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		
. Bases échangeables		Extraction par l'acétate de NH4 N à pH 7. Dosage, absorption atomique.	en milliéquivalents pour 100 g de terre (meq/100 g)
- Calcium	Ca		
- 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		Mise en solution au DTPA Dosage Extraction et dosage par ICP	en ppm
- Fer	Fe DTPA		
- 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		

⑦ EXPLOITATION DU FICHER D'ANALYSES DE TERRE UTILISEES

Le fichier d'analyses de terre (anciennement CLARA) issu de la base de données régionale sur les sols d'Alsace, gérée par l'ARAA a fourni 755 analyses sur les 30 communes du périmètre du Ried Nord. Afin d'établir les triangles de texture, seules les analyses comportant une granulométrie complète ont été retenues, soit un total de 523 analyses.

❶ Dans un premier temps, les communes ont été triées selon 4 ensembles :

- la Plaine du Rhin,
- le Ried rhénan,
- les Sables de la Forêt de Haguenau,
- les Loess.

❷ Ceci a permis, dans un deuxième temps, au vu du zonage préliminaire des sols de rapporter chaque analyse à un ensemble de sol pour un choix de 1, 2 ou 3 fiches dans chaque cas. Pour cela, nous avons réparti les analyses dans un triangle de texture en y associant le pH et le taux de CaCO_3 total.

❸ Dans un troisième temps, sur ces 4 triangles, chaque fiche de sol a été identifiée par une courbe enveloppe du lot d'analyses les constituant. Ce sont ces triangles synthétiques qui illustrent chacune des fiches.

Ces analyses n'étant pas toutes géoréférencées, elles ont fait l'objet d'une répartition cartographique par commune. On y constate la répartition suivante :

- Plaine du Rhin : 351 analyses (67 %),
- Ried rhénan : 120 analyses (23 %),
- Sables de Haguenau : 38 analyses (7,5 %),
- Loess : 13 analyses (2,5 %).

Une petite moitié des analyses à $\text{pH} > 7$ (environ 45 %) correspond principalement aux alluvions les plus proches du Rhin. Un tiers des analyses réalisées dans cette plaine présente des pH compris entre 6 et 7. Ces analyses correspondent à des sols décarbonatés qui sont les plus éloignés du Rhin.

Les analyses à $\text{pH} < 6$ (environ 30 %) correspondant aux sables de Haguenau et des rivières vosgiennes, pour les plus acides et les moins organiques ($\text{MO} < 1,8\%$) et au Ried rhénan très organique (MO compris entre 5 et 12 % dans 90 % des cas, MO de 15 à 45 % dans 10 % des cas).

Notons enfin pour mémoire les détails suivants :

- 330 analyses sont référencées en coordonnées XY, soit près de 2/3 de l'ensemble utilisé (les autres sont rattachées à la commune du siège de l'exploitation agricole)
- la quasi totalité des analyses (sauf pour CEC et Na – environ 30 %, Ca - 3 %) et présentent un profil chimique complet (CEC, Ca, Mg, K, Na) en plus de la granulométrie, du pH , du CaCO_3 et du carbone,
- l'analyse du CaCO_3 actif est assez souvent réalisée (près de 30 % des analyses),
- enfin, 60 analyses (environ 12 %) concernent l'un ou l'autre des oligo-éléments suivants : Fe, Mn, Cu, Zn, Bo.

⑧ CORRESPONDANCES ENTRE :

- **LES FICHES DU GUIDE RIED NORD,**
- **LA CLASSIFICATION CPCS,**
- **LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE,**
- **LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS**
- **ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS**

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
1	Sable, profond, calcaire, sur alluvions sableuses du Rhin	Sol alluvial peu évolué calcaire sableux– Fluvisol carbonaté sableux issu des alluvions de la basse plaine du Rhin	12.1	guide 8 fiche 18
2	Limon sablo-argileux, superficiel, calcaire, sur alluvions sablo-caillouteuses du Rhin	Sol alluvial calcaire superficiel limono sablo-argileux– Fluvisol carbonaté, limono sablo argileux leptique, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin	12.0	guide 8 fiche 19
3	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres proches du Rhin	Sol alluvial hydromorphe limono argilo sableux calcaire – Fluvisol rédoxique limono sablo argileux, calcaire, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin	12.3	guide 8 fiche 21
4	Limon argilo-sableux, à gley, calcaire, des méandres proches du Rhin	Sol hydromorphe à gley calcaire – Réductisol fluviq, calcaire, issu des alluvions de la basse plaine du Rhin	12.4	guide 8 fiche 20
5	Limon argilo-sableux, peu profond, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	Sol brun calcique à calcaire – Calcosol-calcisol fluviq, issu des alluvions de la plaine du Rhin	11.1	guide 8 fiche 16
6	Limon argilo-sableux, peu hydromorphe, calcaire à calcique, sur alluvions du Rhin	Sol brun calcique à calcaire peu hydromorphe – Calcosol-calcisol fluviq rédoxique en profondeur, issu des alluvions des méandres de la plaine du Rhin	11.4	proche guide 10 fiche 7
7	Limon argilo-sableux, hydromorphe, calcaire, des méandres de la plaine du Rhin	Sol brun calcique à calcaire hydromorphe– Calcosol-calcisol fluviq, rédoxique, issu des alluvions des méandres de la plaine du Rhin	11.2	guide 8 fiche 17
8	Argile, décarbonatée, à gley, des méandres de la plaine du Rhin	Sol alluvial à gley décarbonaté – Réductisol fluviq issu des alluvions du Rhin	11.3	-
9	Argile limono-sableuse, à gley tourbescent enfoui, du Ried noir rhénan	Sol alluvial à gley humique – Réductisol histique issu du Ried noir rhénan	16.6	guide 5 fiche 20
10	Argile, hydromorphe, tourbescente du Ried noir rhénan	Sol hydromorphe à gley tourbeux à tourbescent – Réductisol-histosol, saprique, issu du Ried noir rhénan	16.5	guide 5 fiche 22
11	Sable, acide, profond, sain sur sables pliocènes de Haguenau	Sol brun acide à lessivé à pseudogley – Brunisol oligosaturé à luvisol rédoxique, issu des alluvions anciennes sableuses de Haguenau	15.4	guide 5 - fiche 14 guide 1 – fiche 2

Guide 1 : Outre-Forêt

Guide 5 : Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

Guide 8 : Plaine Centre-Alsace (édition 2004)

Guide 10 : Plaine Sud-Alsace

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
12	Sable argileux à argile sableuse, hydromorphe, sur argiles pliocènes de Haguenau	Sol brun hydromorphe à pseudogley – Rédoxisol fluviatique, pseudoplanosolique issu des alluvions anciennes argilo-sableuses de Haguenau	15.5	guide 5 - fiche 15 guide 1 – fiche 3
13	Sable, acide, moyennement profond, sur alluvions de la Moder	Sol brun acide – Alocrisol à brunisol oligo-saturé, fluviatique, issu des alluvions anciennes de la Moder	15.4 (variante à définir)	guide 5 - fiche 16 guide 1 – fiche 1
14	Sable à sable argileux, hydromorphe, sur alluvions de la Sauer	Sol lessivé à pseudogley – Luvisol fluviatique, rédoxique, issu des alluvions anciennes sablo-argileuses de la Sauer et du Seltzbach	15.4 (variante à définir)	guide 5 - fiche 17 guide 1 – fiche 4
15	Argile à argile sableuse, hydromorphe des vallées vosgiennes	Sol alluvial à gley décarbonaté – Réductisol fluviatique, duplique, issu d'alluvions récentes d'origine vosgienne	15.2	guide 5 - fiche 19 guide 1 – fiche 6
16	Limon à limon argileux, calcaire, sain, sur loess	Sol brun calcaire – Calcosol limoneux issu de loess	21.1	guide 1 – fiche 7 guide 5 - fiche 3
17	Limon à limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	Sol brun calcique à faiblement lessivé sur loess – Calcisol à néoluvisol issu de loess	21.5	guide 1 – fiche 8 guide 5 - fiche 1
18	Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	Sol brun lessivé à pseudogley sur lehm-loess – Néoluvisol à luvisol rédoxique	22.4	guide 1 – fiche 10 guide 5 - fiche 2
19	Limon argileux, calcaire, peu hydromorphe, des vallons loessiques	Sol brun calcaire colluvial sur loess – Calcosol colluvique issu de loess	21.5	guide 1 – fiche 16 guide 5 - fiche 4
20	Limon calcaire à décarbonaté, très hydromorphe, des vallons limoneux humides	Sol brun colluvial calcique à gley – Colluviosol calcique rédoxique à réductique calcaire à calcique issu d'alluvions limoneuses	21.6 à 22.5 (variante à définir)	guide 1 – fiche 17 guide 5 - fiche 21

Guide 1 : Outre-Forêt

Guide 5 : Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg

Guide 8 : Plaine Centre-Alsace (édition 2004)

Guide 10 : Plaine Sud-Alsace

Guide des sols d'Alsace

Ried Nord

- ▶ **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
2 rue de Rome – B.P. 30 022 SCHILTIGHEIM – 67013 STRASBOURG Cédex
- ▶ **Auteur :**
Sol Conseil (J.-P. PARTY) - 251 route de la Wantzenau - 67000 STRASBOURG
- ▶ **Composition des documents cartographiques :**
Service SIG de la Région Alsace
Sol Conseil
Ogham - Harald Mourreau
ARAA
- ▶ **Composition de la couverture et des fiches de sols :**
Ogham - Harald Mourreau – 163 rue Dannheck – 67190 HEILIGENBERG
- ▶ **Maquette d'origine :**
R. KOLLER et J.-P. PARTY (1994)
- ▶ **Crédits photographiques :**
J.-P. PARTY A.-V. AUZET M. LEMMEL V. DORNIER R. ARMAND
- ▶ **Le comité scientifique "Guide des sols d'Alsace" pour le Ried Nord est composé de :**

A.-V. AUZET – IMFS/CNRS-ULP	A. HARDY - DRAF/ SREA ALSACE
M.-L. BURTIN – ARAA	R. HARDY – INRA
M. COLOBERT – METEO FRANCE	R. KOLLER – ARAA
P. ELSASS – BRGM	R. MICHAEL - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
J.-C. FAVROT – EXPERT PEDOLOGUE	F. POTIER - AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
L. GARTNER - REGION ALSACE	J. SAUTER – ARAA
P. GEIST - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN	F. TOULET - APRONA
M. GERLIER - DIREN-SEMA ALSACE	P. VAN DIJK – IMFS/CNRS-ULP
- ▶ **Duplication :**
Impression BERNHART – 3 quai des Pêcheurs – 67000 STRASBOURG
- ▶ **Impression :**
Imprimerie Kocher – rue Jean-Mentelin – 67650 ROSHEIM

DOCUMENT DISPONIBLE A LA REGION ALSACE

Direction de l'Agriculture, de la Forêt, du Tourisme et de l'Environnement

1 place du Wacken - B.P. 1006 - 67070 STRASBOURG Cedex - Tél. 03 88 15 68 67 - Fax 03 88 15 68 15

Dans la même collection, les guides des sols existent pour les petites régions naturelles suivantes :

- Piémont bas-rhinois, plaines d'Erstein, d'Obernai et Bruch (région naturelle n°6), paru en 1999
- Plaine Sud-Alsace (région naturelle n°10), paru en 1999
- Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg (région naturelle n°5), paru en 2001
- Sundgau et Jura alsacien (région naturelle n°11), paru en 2001
- Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld (région naturelle n°12), paru en 2004
- Plaine Centre-Alsace (région naturelle n°8), nouvelle édition parue en 2004
- Outre Forêt (région naturelle n°1), paru en 2005
- Alsace Bossue (région naturelle n°13), à paraître courant 2007
- Pays de Hanau et pays de Saverne (région naturelle n° 3), à paraître courant 2007

**Ce document a été réalisé
grâce au soutien technique et financier de
la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse**

