

Guide des sols d'Alsace



Petite région naturelle Plaine Sud-Alsace

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

Région  Alsace

- Mars 1999 -

SOMMAIRE DU GUIDE

1. INTRODUCTION.....	5
Un guide des sols pour concilier économie 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.....	7
2.3. Le choix d'un itinéraire technique.....	9
3. LA PETITE REGION NATURELLE PLAINE SUD-ALSACE.....	11
3.1. La délimitation de la petite région Plaine Sud-Alsace.....	11
3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale.....	13
3.3. Comprendre la géologie et les paysages.....	14
3.3.1. Les domaines alluviaux : Rhin, Ill et rivières vosgiennes.....	14
3.3.2. Régime des eaux et saisons climatiques.....	14
3.4. La nappe alluviale de la plaine du Rhin.....	15
3.4.1. Quelques caractéristiques de la nappe phréatique.....	15
3.4.2. La zone inondable de l'Ill.....	16
3.4.3. Qualité des eaux souterraines, vulnérabilité, accès à l'irrigation.....	18
4. OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER.....	19
Critères simples à retenir pour la petite région Plaine Sud-Alsace	
4.1. La pratique de l'observation pédologique.....	19
4.2. Les critères d'observation importants.....	19
4.2.1. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation.....	19
4.2.2. Les cailloux.....	20
4.2.3. L'hydromorphie (gley et pseudogley)	21
4.3. Les éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils.....	23
4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol.....	24
4.5. Lexique.....	26
5. LES TYPES DE SOLS DE PLAINE SUD-ALSACE.....	29
Guide pour la lecture des fiches et l'identification des sols sur le terrain	
5.1. La clé d'identification des fiches de sols.....	29
5.2. Les fiches de sols.....	32
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000.....	103

6. SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THÈME	109
6.1. Les sols et l'application des techniques agricoles.....	109
6.1.1. Les sols et l'irrigation.....	109
6.1.1.1. <i>Besoins en eau des cultures de la région plaine Sud-Alsace</i>	109
6.1.1.2. <i>Irrigation, environnement et précautions à prendre</i>	112
6.1.2. La praticabilité des terrains.....	113
6.1.3. Les sols hydromorphes et le drainage.....	115
6.1.4. La fertilisation phosphatée et potassique.....	118
6.1.5. L'entretien calcique et magnésien des sols.....	118
6.2. Les sols et la préservation des ressources naturelles : interface avec le cycle de l'eau.....	119
6.2.1. Les inondations et les risques d'érosion.....	119
6.2.2. Les sols et le risque de lessivage des nitrates.....	119
6.2.2.1. <i>Le risque de lessivage hivernal</i>	119
6.2.2.2. <i>Le risque de lessivage printanier</i>	125
6.2.2.3. <i>Sols hydromorphes et dénitrification</i>	127
6.2.3. Les sols et le ruissellement.....	129
6.2.3.1. <i>La formation du ruissellement</i>	129
6.2.3.2. <i>La propagation du ruissellement</i>	129
6.2.3.3. <i>Les conséquences du ruissellement</i>	129
6.2.4. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires.....	130
6.2.4.1. <i>Transfert vers les eaux souterraines</i>	131
6.2.4.2. <i>Transfert vers les eaux de surface par ruissellement</i>	131
6.2.5. Le pouvoir épurateur des sols.....	132
6.2.5.1. <i>Qu'est-ce que l'épuration par le sol?</i>	132
6.2.5.2. <i>Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle</i>	133
6.2.5.3. <i>Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?</i>	133
6.2.5.4. <i>Le pouvoir épurateur des sols de plaine Sud-Alsace</i>	137
 ANNEXES	
- Données climatiques.....	142
- Typologie régionale des sols.....	151
- Bibliographies régionale et thématique.....	157
- Inventaire des documents pédologiques disponibles.....	163
- Guide de lecture des fiches de sols.....	167
- Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils.....	173
- Exploitation des fichiers d'analyses de terre CLARA et données ponctuelles utilisées.....	177
- Correspondance entre les fiches du guide n°10, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols	181

1. INTRODUCTION

Un guide des sols pour concilier économie 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'information 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 000ème. 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.

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 Plaine Sud-Alsace**. Ce n'est ni un inventaire exhaustif des différents types existants, ni une cartographie détaillée des sols, caractérisés par une forte variabilité en milieu alluvionnaire. 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 :

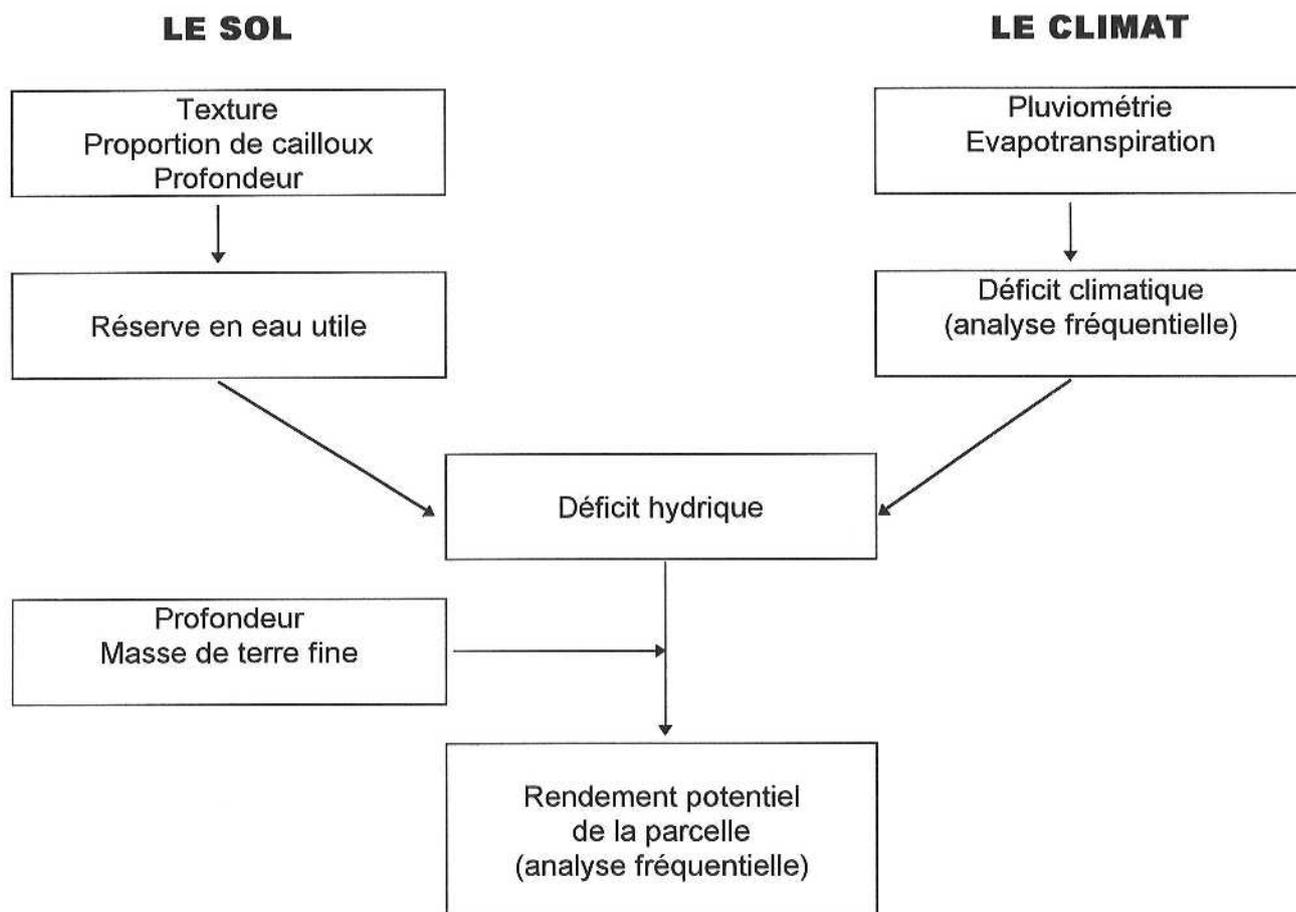
- choisir les cultures et la rotation,
- décider des itinéraires techniques,
- évaluer les risques d'exploitation,
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

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 ainsi apparaître entre parcelles, liées pour l'essentiel à l'alimentation en eau de la culture, conformément au schéma page suivante (adapté d'après F. LIMAUX, 1991).



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

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

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

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

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

2.3. Le choix d'un itinéraire technique

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

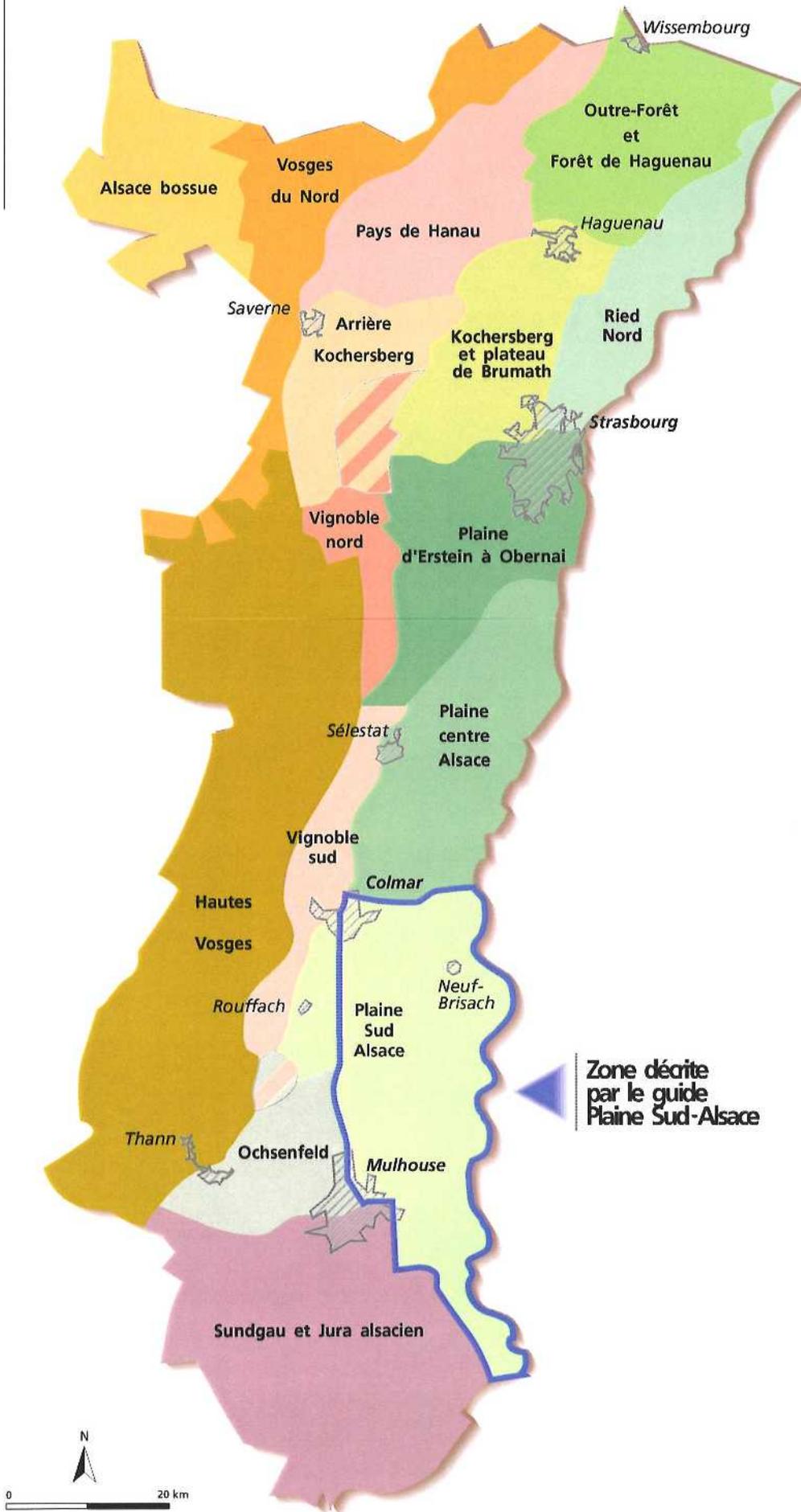
Ainsi, pour une variété de blé, à partir de l'objectif de rendement fixé en relation avec le potentiel parcellaire, on définit un "nombre de pieds sortie hiver par m²" minimum nécessaire pour prétendre atteindre cet objectif compte tenu de la précocité ou de la tardiveté du semis. Concrètement, ceci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

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

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

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

Les petites régions naturelles d'Alsace



3. LA PETITE REGION NATURELLE PLAINE SUD-ALSACE

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

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

3.1. La délimitation de la petite région "Plaine Sud-Alsace"

L'aire d'utilisation du présent guide correspond à une partie de la plaine rhénane. Elle s'inscrit entre l'Ill et la base des collines du Sundgau à l'Ouest et le Rhin à l'Est, et entre les latitudes de Colmar au Nord et de Saint Louis, à la frontière suisse, au Sud. Elle représente une surface totale d'un peu plus de 85.000 ha pour près de 42.000 ha de SAU.

Cette portion de plaine d'Alsace est remarquable sur 3 points :

- La quasi totalité des sols décrits dans les fiches concernant la Hardt se sont constitués à partir de matériaux alluviaux très diversifiés déposés par l'Ill et le Rhin. En raison des efforts de présentation et de synthèse réalisés, il subsistera une certaine variabilité des situations réelles par rapport aux types décrits.
- La grande majorité de la zone est comprise dans l'aire d'extension de la nappe alluviale du Rhin et de ses affluents. Même si dans ce secteur la nappe alluviale n'est quasiment jamais proche de la surface contrairement à la situation observée plus au Nord dans la petite région Plaine Centre-Alsace, une grande attention sera portée aux caractéristiques des sols pouvant avoir des conséquences environnementales : risque de lessivage des éléments minéraux et pouvoir épurateur en particulier.
- La topographie et avec elle le réseau hydrographique de l'Ill et de ses affluents présentent des caractéristiques favorisant les inondations sur une surface de l'ordre de 6.000 ha. Cette situation a conditionné l'apparition de certains types de sols.

Il va de soi que certains des sols répertoriés dans ce périmètre seront également présents dans les autres petites régions proches du Rhin, à savoir :

- ◆ le Ried Nord,
- ◆ la plaine d'Erstein à Obernai pour partie (guide « Piémont Bas-Rhinois » édité en 1999),
- ◆ la plaine Centre Alsace (guide « Plaine Centre-Alsace » édité en 1995).

PLAINE SUD-ALSACE : UNE SOUS-UNITE DE LA PLAINE RHENANE

*La Plaine Sud Alsace avec le Ried Nord, la Plaine d'Erstein à Obernai et la Plaine Centre-Alsace auraient pu former une seule région naturelle : la **plaine rhénane**. Cette solution n'a pas été retenue pour 3 raisons :*

1. *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 Plaine Sud-Alsace décrite dans ce guide),*
 - *zone de convergence des alluvions de l'Ill et du Rhin marquée par la présence de la nappe phréatique à très faible profondeur (région naturelle Plaine Centre-Alsace),*
 - *zone d'apports sableux vosgiens au Nord de Strasbourg et prédominance des éléments fins (région naturelle Ried Nord),*
2. *les variations climatiques observées le long de cette bande de plus de 200 kilomètres sont importantes,*
3. *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. En outre, un tableau spécifique de correspondance avec la région naturelle Plaine Centre-Alsace a également été réalisé dans ce guide (cf. annexe 8).

3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale

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

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

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

La typologie régionale des sols d'Alsace permet de faire le lien entre les différentes petites régions naturelles. Cette typologie inventorie, pour chaque formation superficielle, les différents types de sols connus qui en sont l'expression, et propose pour chacun d'eux une description succincte mais suffisante pour constituer une clef commune à tous les guides des sols. Elle est présentée en annexe 2.

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

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

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

3.3. Comprendre la géologie et les paysages

3.3.1. Les domaines alluviaux : Rhin, Ill et rivières vosgiennes

La petite région "Plaine Sud-Alsace" correspond à une partie de la plaine Rhénane. Celle-ci, constituée 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 calcaires sur quelques dizaines à quelques centaines de mètres d'épaisseur. Celles-ci ont été charriées et déposées par le Rhin et sont issues en grande partie de l'érosion progressive des Alpes depuis cette époque.

En revanche, les alluvions plus récentes, déposées par l'Ill, sont acides et d'une épaisseur relativement faible (quelques mètres). Ces alluvions limoneuses reposent donc sur le cailloutis rhénan.

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 souvent aléatoire (passées alternativement caillouteuses, argileuses ou sableuses).

Le domaine rhénan est constitué d'alluvions sableuses et limoneuses à proximité du Rhin ("Basse Plaine", fiches 11 et 12). Il comporte en outre des dépressions plus humides entre Geiswasser et Vogelgrün (fiche 13). Ces alluvions deviennent d'autant plus caillouteuses que l'on s'éloigne du Rhin ("Hardt grise", fiches 9 et 10, "Hardt rouge", fiches 6 à 8).

Plus à l'Ouest, on passe ensuite au domaine de l'Ill. Il est marqué par des épandages franchement sableux (fiche 1), puis argileux et limoneux, sains localement (fiche 2), parfois caillouteux (fiche 3), plus souvent humides (fiche 4). Enfin certaines dépressions humides sont un peu plus organiques (fiche 5) et marquées par l'excès d'eau.

En limite du cône d'épandage de la Thur, affluent de l'Ill, on trouve des limons humides reposant à faible profondeur sur des argiles alors qu'en bordure de berge, ce sont des sables caillouteux (fiches 19 et 20).

Enfin, on trouve au Sud de Mulhouse en limite du Sundgau, des levées loessiques formées par des dépôts éoliens datant des dernières glaciations (il y a 10 à 12 000 ans environ) et les colluvions de pentes limoneuses des collines (fiches 14 à 18).

3.3.2. Régime des eaux et saison climatique

En plaine Sud-Alsace, 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 phénomène est lié à la fonte des neiges, plus tardive dans le haut bassin du Rhin.

Les hautes eaux de l'Ill et des rivières vosgiennes, si elles deviennent importantes ou brutales, provoquent des inondations ou des engorgements importants aux mêmes époques. Ce régime de hautes eaux peut ainsi s'étendre jusqu'au mois de Mai. Les aménagements hydrauliques de bassin versant prennent en agriculture une importance cruciale, puisque ces périodes de printemps sont celles de l'installation des cultures d'été.

3.4. La nappe alluviale de la plaine du Rhin

3.4.1. Quelques caractéristiques de la nappe phréatique

La nappe phréatique au centre de la plaine du Rhin peut atteindre, voire dépasser localement une épaisseur de 200 m à l'aplomb de Neuf-Brisach ; ceci correspond à peu près à l'épaisseur des alluvions qui créent un pouvoir de stockage de l'ordre de 35 milliards de m³ d'eau pour la seule partie alsacienne de la nappe. Elle est alimentée par les eaux du Rhin, de l'Ill, des rivières vosgiennes et les pluies traversant les sols, à raison de 1 300 millions de m³/an en moyenne. Les prélèvements destinés aux usages domestiques, industriels et agricoles sont estimés à 500 millions de m³/an, soit près de 40 % du renouvellement de la ressource. Les puits de pompage, lorsqu'ils sont importants peuvent créer localement un rabattement du niveau de la nappe et une modification de sa circulation.

Dans la région Sud-Alsace, le toit de la nappe se trouve entre 2 m de profondeur au Nord et 15 à 20 m au Sud. Elle est alimentée par les eaux de pluie ayant percolé au travers du sol, par l'Ill jusqu'à l'amont de Colmar et par les rivières vosgiennes. Cette percolation est estimée en moyenne à 100 mm/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.

Les échanges nappe-rivières dépendent de la position relative du cours d'eau vis-à-vis de la cote de la nappe. Ainsi, dans le secteur de la Hardt, près du Rhin, les cours d'eau sont toujours perchés par rapport à la nappe et alimentent celle-ci en toute période.

En période de hautes eaux, la nappe est 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 et du Jura, avec des crues de printemps et de fin d'automne (parfois aussi en début d'été pour l'Ill), et un régime d'étiage en fin d'été.

En période d'étiage, la nappe est également alimentée par ces cours d'eau.

L'Ill s'infiltré entre Mulhouse et Colmar toute l'année à un débit de l'ordre de 5 m³/s, conduisant à des assecs fréquents sur une bonne partie de ce tronçon. Le volume d'eau moyen annuel infiltré par l'Ill dans la nappe entre Ensisheim et Colmar est estimé à 120 millions de m³, soit 10 % environ du renouvellement moyen de l'ensemble de la nappe de la plaine d'Alsace.

De même, les petits cours d'eau descendant du versant oriental du Sundgau s'infiltrent en quasi-totalité dans la nappe, sauf cas de crue exceptionnelle.

Dans la région Sud-Alsace, l'écoulement de l'eau de la nappe est régulier et se fait du Sud vers le Nord (d'Ouest en Est en bordure) à une vitesse comprise entre 1 et 8 m/jour en moyenne. La pente de la nappe n'est pas régulière : de 0,1% au centre, elle passe à 1 % en bordure de nappe, où les sédiments sont moins épais.

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.

3.4.2. La zone inondable de l'III

Les inondations constatées dans la région sont liées aux crues de l'III en combinaison avec les affluents d'origine vosgienne, ici essentiellement la Doller et la Thur. Cependant, dans la région d'étude, la zone inondable de l'III est limitée entre Mulhouse et Réguisheim. Ensuite, entre Réguisheim et Horbourg, l'endiguement existant empêche les débordements, sauf en cas de rupture de digue. Ainsi, dans ce périmètre, les inondations sont très rares car l'III a été totalement rectifiée.

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 de l'III est classée selon les débits observés à Colmar au Ladhof. Ainsi 170 m³/s correspondent environ à une crue de période de retour de 2 ans, 240 m³/s à une période de retour de 5 ans, 290 m³/s environ à la crue décennale, 440 m³/s à la crue centennale. A titre de comparaison, les débits caractéristiques des rivières du secteur sont les suivants :

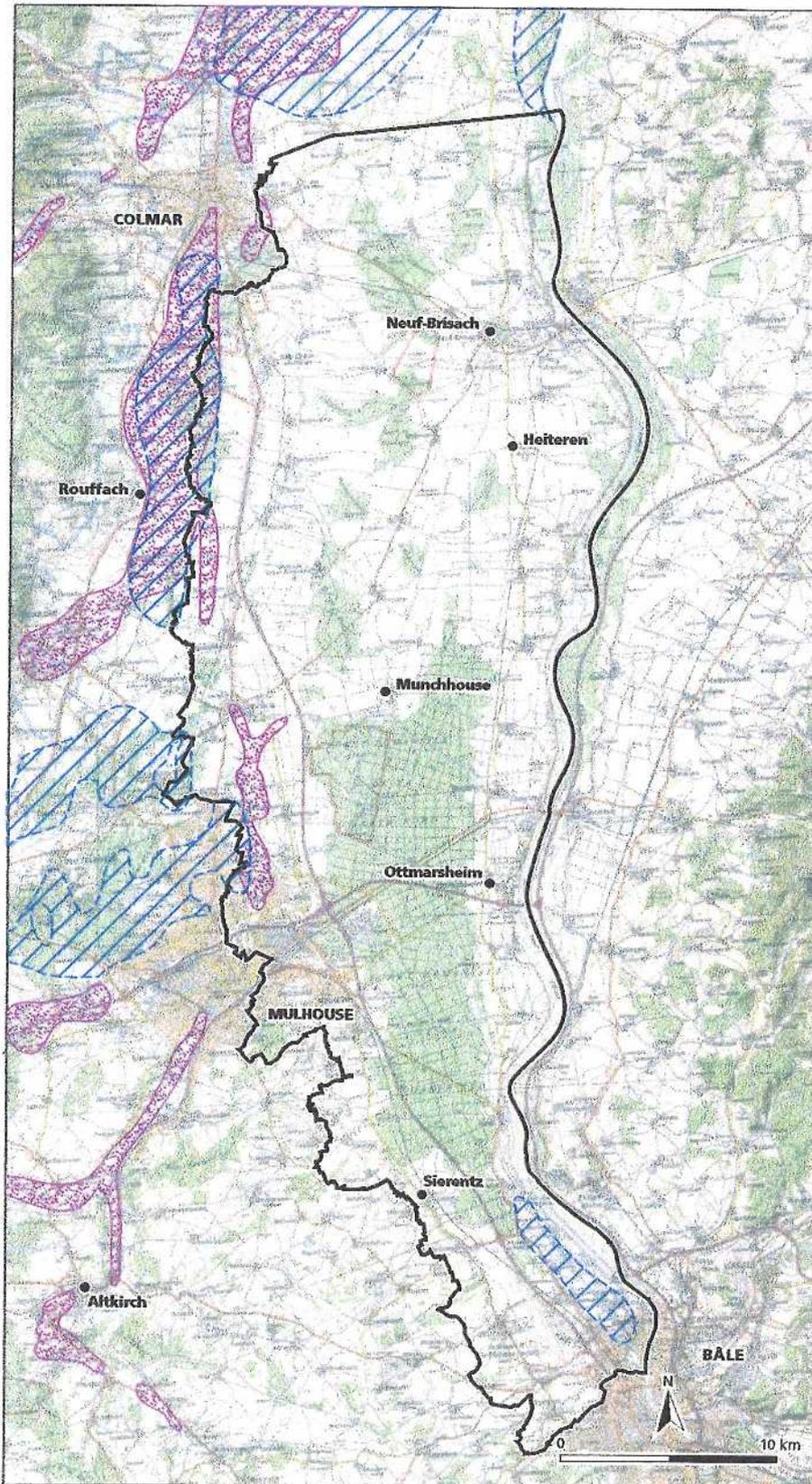
	Débit moyen du mois le plus sec*	Débit moyen du mois le plus humide*
L'III à Colmar	6,3 m ³ /s en août	37,1 m ³ /s en février
La Thur à Staffelfelden	1,9 m ³ /s en septembre	12,5 m ³ /s en février
La Doller à Reiningue	1,0 m ³ /s en septembre	9,3 m ³ /s en février

* Moyenne sur la période 1976-1995 (source DIREN Alsace / SEMA).

Les lames de crues se répandent dans des champs d'inondations entre Mulhouse et Colmar sur près de 6 000 ha. Les débordements de cours d'eau correspondent en général à une fréquence inférieure à 5 ans sur les parties non aménagées, de 10 à 20 ans pour les parties protégées par des digues. Elles ont lieu plus fréquemment entre la fin décembre et la fin mai.

Ces inondations dans les zones de débordement représentent de faibles variations du niveau d'eau selon l'importance de la crue. Ainsi, entre une crue décennale et cinquantenaire, les différences de niveau observées sont de quelques dizaines de centimètres seulement.

Les zones inondables dans la petite région naturelle "Plaine Sud-Alsace"



- limite du guide des sols
Plaine Sud-Alsace
-  champs d'inondation
-  zone de remontée de la nappe
à moins de 2 mètres du sol

Région  Alsace

Réalisation : Région Alsace / DAFTE / C.Sira
Données : Schéma régional
d'aménagement des eaux /
Conseil Régional d'Alsace
& limites des guides des sols / ARAA
Fond de carte : ©IGN Scan 100 - feuille 31
Mars 1998

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

Au débouché des rivières vosgiennes, l'eau est douce (moins de 15 °F), puis sa dureté croît avec le contact du milieu calcaire de plaine (15 à 30 °F). Elle devient très dure (plus de 30 °F) entre les berges du Rhin et la terrasse de la Hardt.

Pour les teneurs naturelles en **sulfates**, une concentration voisine de 30 à 50 mg/l est observée au Nord de Mulhouse. Cependant, à l'aval de Vieux-Thann et dans le bassin potassique au Nord-Ouest de Wittelsheim, des teneurs de 250 mg/l et plus peuvent être observées à l'aval des terrils.

Pour les teneurs en **chlorures**, les effets de l'exploitation du bassin potassique se font fortement sentir entre Staffelfelden et Colmar où les teneurs sont supérieures à 200 mg/l ainsi que dans la Hardt pratiquement jusqu'au niveau de Sainte-Croix-en-Plaine et entre Munchouse et Blodelsheim. Ceci peut conduire à des restrictions d'usage, y compris agricole (voir carte thématique des teneurs en chlorures de l'inventaire de la qualité des eaux souterraines de la vallée du Rhin supérieur réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la Région Alsace). En dehors de ce large secteur où les eaux sont de type chloruré sodique, l'ensemble de la région présente un type bicarbonaté calcique.

Les zones labourées avec des sols superficiels ou filtrants recouvrent en grande partie ces 2 faciès (basse terrasse sablo-caillouteuse comprenant Hardt rouge et Hardt grise, et basse plaine sablo-limoneuse). Pour les teneurs en **nitrites**, ces zones présentent les concentrations les plus élevées (entre 25 et 50 mg/l). Ces concentrations peuvent atteindre et dépasser 50 mg/l au pied des collines du Sundgau. Il en est de même vers Petit-Landau et Blodelsheim par exemple, mais dans ces cas, l'origine de la pollution est vraisemblablement industrielle.

L'irrigation est très présente dans ce secteur au vu du bilan hydrique climatique et des sols à faible réserve utile. Le toit de la nappe phréatique est généralement situé entre 15 et 20 m de la surface du sol.

Pour les autres secteurs, plaine de l'III et collines du Sundgau, soit les sols ont une réserve utile suffisante (limons loessiques et limons de l'III), soit ils présentent un excès d'eau (plaine de l'III), soit le bilan hydrique est moyennement défavorable (60 à 100 mm), soit encore la ressource en eau est trop fortement chlorurée (plaine de l'III en particulier). Sur ces surfaces, seuls quelques cas ponctuels pourront être pris en compte, avec une étude précise des facteurs climat, sol et qualité de la ressource en eau.

4. OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER

Critères simples à retenir pour la petite région naturelle Plaine Sud-Alsace

4.1. La pratique de l'observation pédologique

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...),
- au toucher, selon la composition de la terre de surface en sables, limons et argiles,

➔ ensuite avec quelques outils simples,

- la pissette d'acide chlorhydrique, HCl (acide que l'on trouve chez le droguiste dilué 10 fois) qui renseigne sur le caractère calcaire 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 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 critères d'observation importants

4.2.1. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation

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

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

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

- Si tous les éléments du sol (matrice fine, sables et cailloux) sont calcaires, ce sont les **sols calcaires (C3)**,
- Si la matrice est décarbonatée en surface (30 à 50 cm de profondeur), mais non en profondeur, ou si la matrice est décarbonatée sur toute sa profondeur, mais pas le squelette, ce sont les **sols calciques à réserve calcaire (C2)**,
- Si la matrice et le squelette sont totalement décarbonatés, mais que le sol est saturé en Ca^{++} (cette saturation est indiquée par l'analyse par un rapport S/T voisin de 100 %), ce sont les **sols calciques ou décalcarifiés (C1)**,
- Si la matrice et le squelette sont décarbonatés et appauvris, voire dépourvus de Ca^{++} , ce sont les **sols décalcifiés (C0) et acides (AC)**.

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

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

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

4.2.2. Les cailloux

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

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

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

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

4.2.3. L'hydromorphie (gley et pseudogley)

L'excès d'eau revêt dans les régions de plaine une grande importance.

Il s'agit le plus souvent de sols à couche de gley 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 (fiche 13), 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 le domaine de l'Ille et localisée dans le domaine rhénan (Geiswasser, Vogelgrün).

Elle doit être distinguée de l'hydromorphie de nappe perchée du type pseudogley. Cette dernière correspond 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 gris-rouille 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 (fiche 20), d'origine alluviale ou éolienne, comme les lehms peu représentés dans la région (fiche 15).

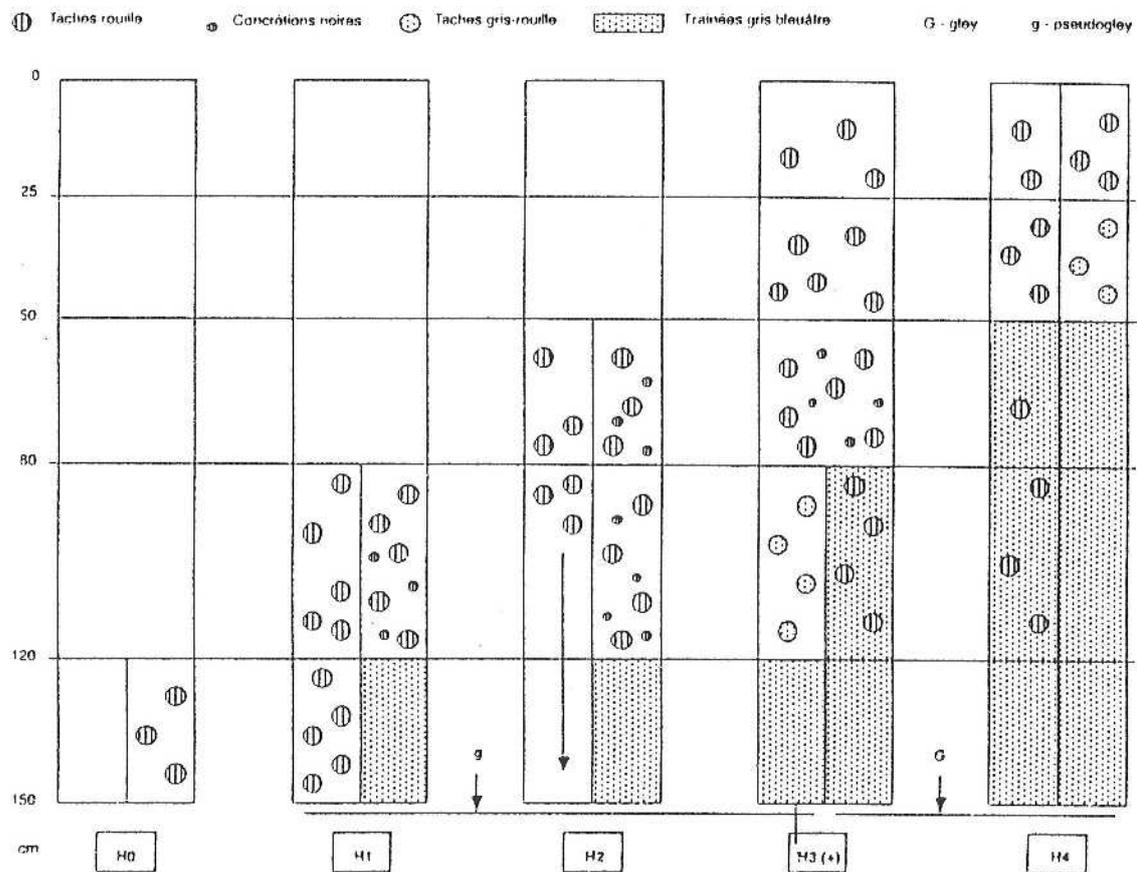
Les 2 types d'hydromorphie peuvent en outre être présents dans le même sol.

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 tableaux ci-dessous et d'après FAVROT et DEVILLERS (FAVROT, 1983).

Code	Description	Drainage interne
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 éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils

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

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

EN SURFACE :

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

En milieu forestier ou prairial, des horizons de surface très organiques peuvent apparaître. Ils sont désignés par la lettre O ou par H quand ils sont assez longuement saturés en eau.

PLUS EN PROFONDEUR, apparaissent fréquemment des horizons S, E ou B.

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

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

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

ENFIN, EN FOND DE PROFIL, se distingue :

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

ET TOUT EN BAS...

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

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

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

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

⇒ **En présence d'une nappe permanente** se développent des horizons 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 de **pseudogley, notés g**, caractérisés par une juxtaposition de taches grises et de taches rouille vif.

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. Exemple : h pour un horizon plus humifère que la norme, ca pour noter la présence de calcaire.

Les chiffres romains sont utilisés pour indiquer une superposition de différents matériaux.

4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol

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

Elle doit comporter pour cela :

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

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

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

La mise en mémoire informatique de la plus grande partie des analyses de terre réalisées depuis 1980 par les agriculteurs de la région a permis de compléter utilement chaque fiche descriptive des principaux types de sols.

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

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

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

Le fichier CLARA - pour Consultation et Lecture des Analyses de la Région Alsace - est géré par l'ARAA avec le concours de la SADEF et de la SCPA. Il est associé à la base de données informatique sur les sols.

4.5. Lexique

Brun, brunification	Processus de base de l'édification des sols conduisant à la formation de complexes stables d'argile et d'humus reliés par des oxydes de fer. Ce processus donne une couleur brune au sol.
Battance	Désagrégation et tassement de la terre sous l'action de l'eau de pluie ou des irrigations qui, par sédimentation du limon et du sable fin, forme une croûte superficielle et continue à la surface du sol.
Capacité d'échange cationique (CEC ou T)	Quantité maximale d'éléments chimiques (cations échangeables) qu'un sol peut retenir. Elle est exprimée en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche de sol.
Complexe argilo-humique (ou adsorbant)	Ensemble formé par les particules d'argiles et d'humus fortement liées entre elles par des oxydes de fer. Il conditionne la CEC.
Cône alluvial (Cône de déjection)	Partie aval des dépôts d'un torrent ou d'une rivière de montagne où se sont étalés les matériaux transportés.
CPCS	Système français de classification des sols élaboré en 1967 par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols. Il est depuis peu 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.
Drainage interne	Evacuation de l'eau du sol grâce à sa propre porosité et sous l'effet de la gravité.
ETR (Evapotranspiration réelle)	Evaporation d'un couvert végétal comportant l'eau du sol et une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu 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 $ETR = ETM = 0,5 ETP$).
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.
Fersiallitique	Se dit d'un sol riche en fer, silicium et aluminium, plus ou moins décarbonaté et "rougi" par les oxydes de fer accompagnant l'argile.
Gley (horizon réductique)	Horizon hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe permanente.
Gley organique	Gley avec nappe à faibles oscillations conduisant à une accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley minéral	Gley avec nappe à fortes oscillations, défavorable à l'accumulation d'humus et de matières organiques.
Horizon	Couche de sol (différenciée selon l'évolution du sol) plus ou moins parallèle à la surface du sol.

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 l'eau.
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).
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 depuis les horizons supérieurs vers les horizons profonds du sol.
Limons de débordement	Limons fins des berges de rivières issus d'inondations lentes en plaine (décarbonatés sur 1,5 à 2 m au moins dans le cas de l'III).
Limons remaniés	Concerne des dépôts loessiques mélangés à des alluvions à proximité d'un cône alluvial, avec enfouissement parfois profond de loess auparavant affleurant.
Lixiviation	Entraînement en profondeur des sels solubles dans l'eau du sol (nitrates, bicarbonates, sulfates, chlorures, ...). Elle conduit à l'exportation de ces éléments du sol vers une nappe d'eau souterraine. Improprement appelée lessivage .
Loess (et levées loessiques)	Limons fins calcaires apportés par le vent et déposés sans stratification entre collines et plaine alluviale en Alsace.
Marne	Roche sédimentaire composite argilo-carbonatée, meuble et plastique.
Matrice	Fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille inférieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules fines que l'on ne distingue pas à l'œil nu (< 0,2 mm, soit argiles + limons + sables fins).
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	Propriété du sol à laisser facilement s'écouler l'eau dans les pores du sol sous l'effet de la gravité.
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 (horizon rédoxique)	Horizon de sol hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) et à nappe temporaire reposant sur un horizon quasi-imperméable.

Réduit/oxydé	Etats du fer. En conditions anaérobies, dans les sols à nappe permanente (gley), il 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.
Remanié	Se dit de dépôt repris et transporté par le ruissellement. S'applique en particulier aux matériaux limoneux mélangés à des alluvions de rivières vosgiennes.
Rendzine	Sol calcaire, peu profond, à pH supérieur ou égal à 8, riche en matière organique et en carbonates. Des cailloux calcaires sont généralement présents dans tous les horizons.
Réserve Utile (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).
Rétrogradation	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).
Rubéfaction (sol rubéfié)	Evolution du fer lié aux argiles dans les sols qui prennent alors une couleur rouge. Ce phénomène est lié à une dessiccation plus ou moins brutale ayant eu lieu sous un climat méditerranéen passé.
Saturation en eau	Correspond à une occupation par l'eau de tous les vides du sol. C'est le cas dans une nappe.
Saturé-désaturé, saturation du complexe adsorbant	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	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...).
Terrasses alluviales	Dépôt plat d'alluvions grossières 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 (syn. conductivité hydraulique)	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.
V.m. (Humidité volumique à la capacité au champ)	Humidité pondérale mesurée à la capacité au champ, multipliée par la densité apparente du sol.
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 des dépôts éoliens massifs de matériaux limoneux.

5. LES TYPES DE SOLS DE PLAINE SUD-ALSACE

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

Le système proposé repose sur trois entrées possibles :

① une **clé d'identification** associée à une carte de localisation (cf. pages suivantes), permet de s'orienter vers les fiches de sol correspondant à la situation rencontrée, à partir de données simples : localisation dans le paysage à l'aide du carton morpho-pédologique de la région Plaine Sud-Alsace, paramètres facilement identifiables de carbonatation, pierrosité, hydromorphie, couleur du sol...

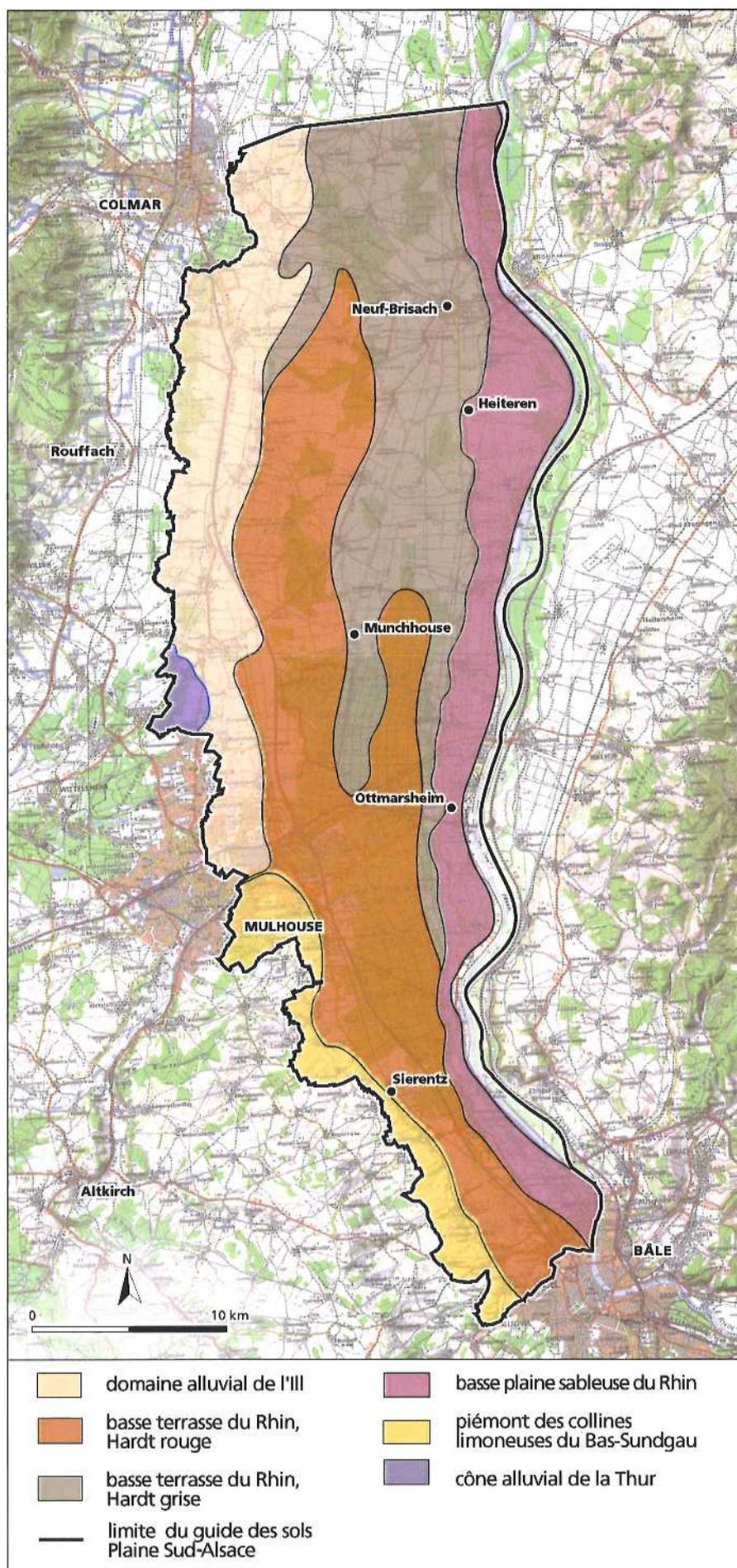
② l'utilisateur disposant de plus de temps et ayant déjà acquis une bonne connaissance régionale peut feuilleter directement les **fiches** de sols.

③ en consultant le **zonage agro-pédologique**, présenté hors texte à la suite des fiches, l'utilisateur se reporte à l'une ou l'autre fiche de sol recherchée. Ce zonage complète la clé d'identification.

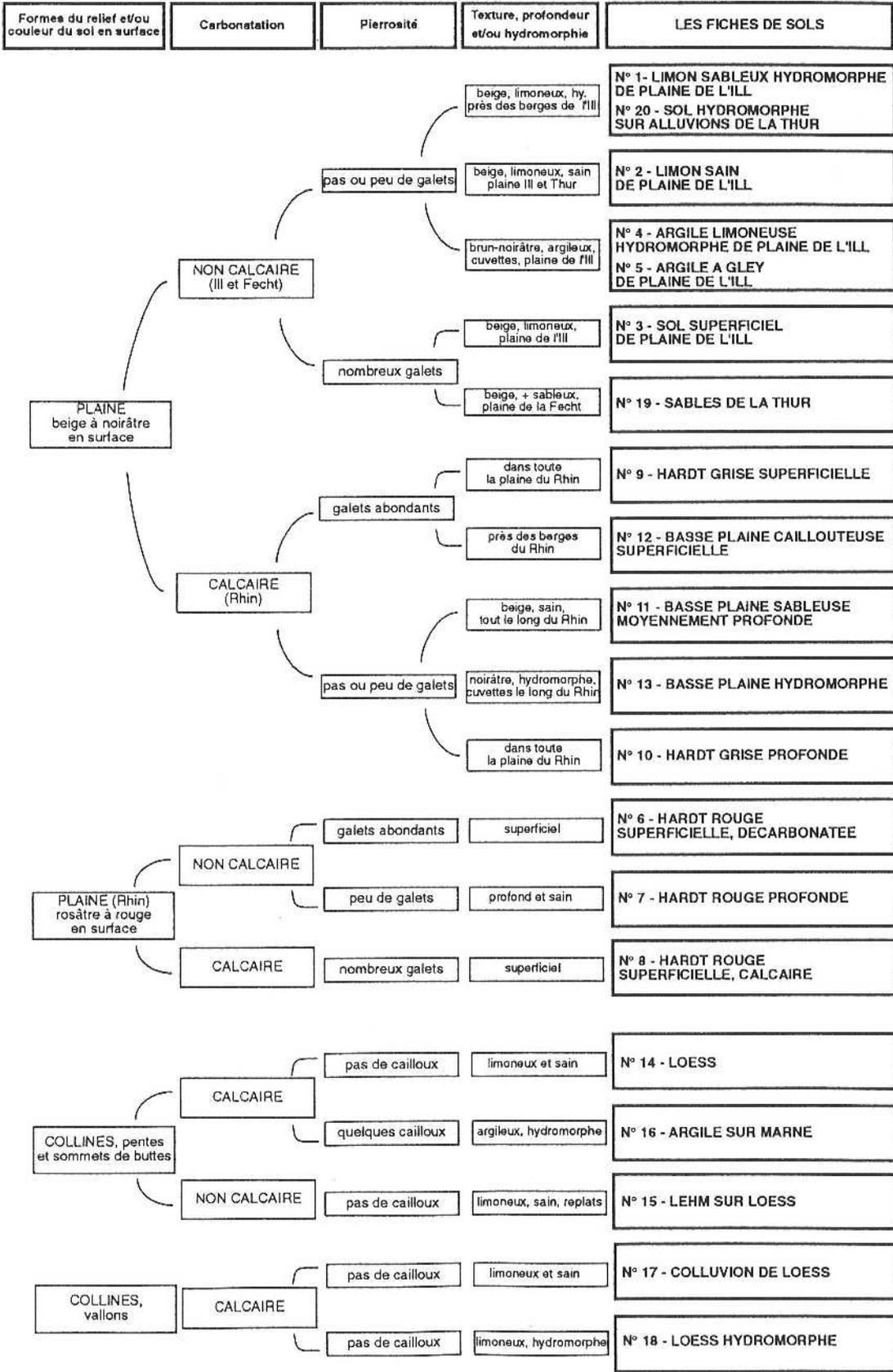
L'identification définitive sur le terrain ne peut de toute façon être réalisée que par un ensemble d'observations concordantes avec celles proposées sur la première page de chaque fiche à la rubrique "critères de reconnaissance" : c'est un principe analogue à celui du "retour à la parcelle" défini dans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

5.1. La clé d'identification des fiches de sols

Carton morpho-pédologique de la Région "Plaine Sud-Alsace"



Critères d'identification



5.2. Les fiches de sols

Deux ensembles de fiches ont été constitués : le premier comporte les fiches détaillées spécifiques à la région d'étude, en tout 13 fiches. Le second comporte des fiches simplifiées marginales pour la région d'étude, soit 7 fiches, qui seront détaillées ultérieurement dans d'autres guides.

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.
- une troisième page présente les caractères généraux et les contraintes du sol vis-à-vis des cultures et leurs conséquences pour la production agricole et l'environnement. Des observations sur l'enracinement du maïs sont présentées lorsqu'elles sont disponibles.
- sur la quatrième page, l'ensemble des caractéristiques agronomiques sont examinées et commentées. Par ailleurs, une courbe d'évolution simulée du lessivage des nitrates en conditions hivernales illustre le risque évoqué en contrainte.

Les fiches simplifiées comportent 2 pages :

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

Comment lire les fiches de sols ?

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

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

Ainsi, les fiches désignent les principales contraintes dont il faut tenir compte. Elles doivent être complétées par des analyses adaptées à chaque objectif d'application parcellaire visé. A l'aide de ces données de base, chaque culture pourra par exemple être calée sur un objectif de rendement selon un modèle de potentialité agronomique.

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

Liste des fiches détaillées (sols caractéristiques de la plaine Sud-Alsace)

- domaine alluvial de l'III,

• sur les matériaux limoneux,

Fiche n° 1 : Sol limono-argilo-sableux profond hydromorphe sur alluvions de l'III (sol limono-sableux hydromorphe de plaine de l'III) p. 37

Fiche n° 2 : Sol limono-argilo-sableux, profond, sain, décarbonaté sur alluvions limoneuses de débordement de l'III (sol limoneux sain de plaine de l'III) p. 41

• sur les matériaux plus argileux et plus humides,

Fiche n° 3 : Sol limono-argilo-sableux, peu profond (40 à 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III (sol superficiel de plaine de l'III) p. 45

Fiche n° 4 : Sol argilo-limoneux, profond, hydromorphe, à gley profond, décarbonaté des cuvettes de l'III (sol argilo-limoneux hydromorphe de plaine de l'III) p. 49

Fiche n° 5 : Sol argilo-limoneux à argileux, profond, hydromorphe, à gley peu profond, décarbonaté des cuvettes proches de l'III (sol argileux à gley de plaine de l'III) p. 53

- domaine alluvial du Rhin,

• sur la Hardt rouge (basse terrasse),

Fiche n° 6 : Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (50 cm), rubéfié sur alluvions caillouteuses du Rhin (sol de Hardt rouge superficielle décarbonatée) p. 57

Fiche n° 7 : Sol caillouteux, rosâtre, profond (80 cm), sur alluvions caillouteuses du Rhin (sol de Hardt rouge profonde) p. 61

Fiche n° 8 : Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin (sol de Hardt rouge superficielle calcaire) p. 65

• sur la Hardt grise (basse terrasse),

Fiche n° 9 : Sol caillouteux, limono-argilo-sableux, moyennement profond, irrégulièrement calcaire sur alluvions du Rhin (sol de Hardt grise superficielle) p. 69

Fiche n° 10 : Sol limoneux à argilo-limono-sableux, profond, calcaire, lié aux méandres d'inondation du Rhin (sol de Hardt grise profonde) p. 73

• sur la Basse plaine sableuse proche du Rhin,

Fiche n° 11 : Sol sableux à sablo-argileux, calcaire, avec quelques épandages caillouteux, sur alluvions sableuses du Rhin (sol de basse plaine sableuse moyennement profonde) p. 77

Fiche n° 12 : Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin (sol de basse plaine superficielle caillouteuse) p. 81

- *sur les zones humides de la Basse plaine sableuse proche du Rhin,*

Fiche n° 13 : Sol limono-sablo-argileux à argilo-limoneux hydromorphe, calcaire sur alluvions du Rhin (sol de basse plaine hydromorphe) p. 85

Liste des fiches simplifiées (types de sols plus spécifiques d'autres petites régions)

- piémont des collines limoneuses du Bas-Sundgau,

- *sur les limons loessiques des collines,*

Fiche n° 14 : Sol limoneux calcaire profond sur loess et lehm-loess (loess) p. 89

Fiche n° 15 : Sol limoneux décarbonaté profond sur lehm-loess (lehm sur loess) p. 91

- *sur les marnes et calcaires des collines,*

Fiche n° 16 : Sol argileux calcaire sur marne ou calcaire dur (sol argileux sur marne) p. 93

- *sur les limons colluvionnés des vallons,*

Fiche n° 17 : Sol limoneux à limono-argileux calcaire ou calcique profond sur loess colluvionné (colluvion de loess) p. 95

Fiche n° 18 : Sol limoneux calcaire colluvial hydromorphe sur loess (loess hydromorphe) p. 97

- cône alluvial de la Thur, à la confluence de l'III,

- *sur matériaux sableux,*

Fiche n° 19 : Sol sableux à limono-sableux, acide, peu profond sur alluvions de la Thur (sol sableux de la Thur) p. 99

- *sur matériaux plus limoneux,*

Fiche n° 20 : Sol limono-sablo-argileux profond hydromorphe sur alluvions fines de la Thur (sol hydromorphe sur alluvions de la Thur) p. 101

LES FICHES DE SOLS

Limon sableux hydromorphe de plaine de l'III - Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.0 (variante à définir)
Sol alluvial hydromorphe - Fluviosol brunifié, rédoxique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en bordure Ouest de la petite région Sud-Alsace, entre Mulhouse et Colmar. Il correspond principalement aux berges de l'III ou à ses chenaux de diffluence.

Les sols sont constitués d'un recouvrement sableux de 80 cm à plus de 1 m, sur une couche de galets non calcaires. Dans ces situations, les sols sont marqués par la remontée temporaire de la nappe à faible profondeur (moins de 1 m). L'hydromorphie est manifeste dès 50 cm. Il peut être associé à des sols localement peu profonds (1B) et des sols calcaires profonds (1A).

Mise en valeur actuelle : alternance de cultures de maïs, céréales à paille et jachères

Etendue estimée : 2 à 3 %



La diversité des types de cultures est en relation avec la profondeur variable de ce sol

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de l'III
- Bordure de zone inondable
- Matériau non calcaire, beige gris-rouille en profondeur

à l'œil



- couleur beige blanchi de la terre de surface, battance

au toucher



- texture limono-argilo-sableuse

à la pissette



- pas d'effervescence

à la tarière



- sol profond (> 1 m) ; texture limono-argilo-sableuse ; signes d'hydromorphie dès 50 cm.

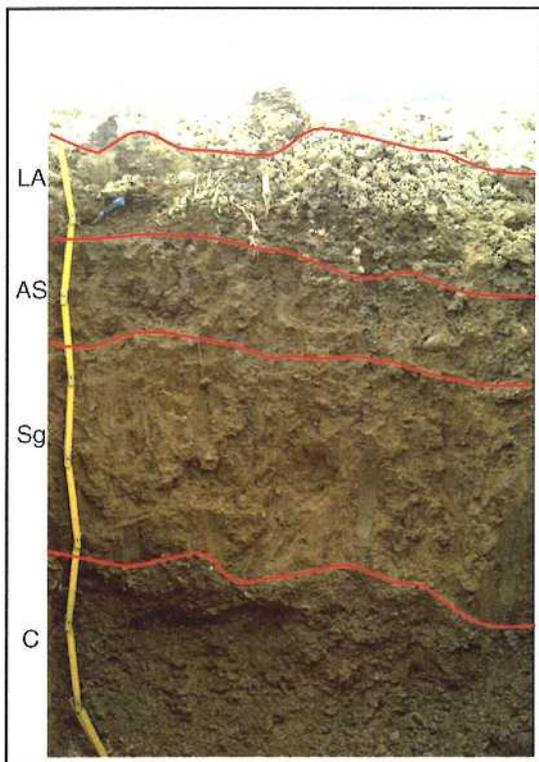
Limons sableux hydromorphe de plaine de l'III

UN EXEMPLE DE PROFIL

Meyenheim : X = 973.8 Y = 2335.7

Mars 1997. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, beige, structure polyédrique, peu compact. Racines peu nombreuses.

Horizon AS (25-50 cm) - Limon argilo-sableux, beige, structure polyédrique, peu compact. Rares taches d'oxydation.

Horizon Sg (50-105 cm) - Limon argilo-sableux, orangé. Structure prismatique, peu compact. Nombreuses taches d'oxydo-réduction.

Horizon C (105-160 cm) - Sable caillouteux, gris-jaunâtre.

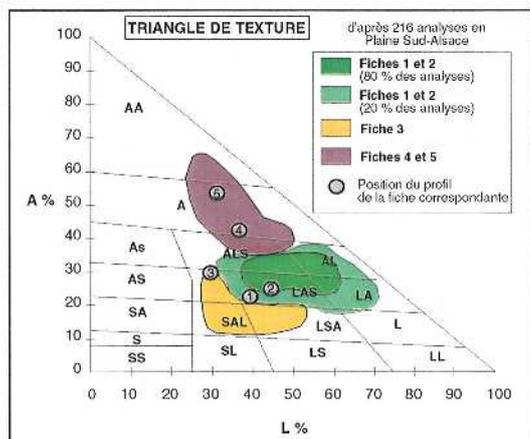
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LA	24,2	16,2	18,4	21,7	18,2	1,4
25-50 cm	AS	20,1	17,7	18,1	21,7	21,8	0,7
50-105 cm	Sg	22,2	18,2	19,0	27,5	12,8	0,3
105-160cm	C	85,5	4,5	3,4	2,7	3,7	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables. meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,0	141	7,1	10,0	0,79	0,44	0,18	8,1	Sat.
7,6	0,0	17	7,2	10,4	1,66	0,17	0,35	8,9	Sat.
5,0	0,0	-	7,5	11,0	2,58	0,11	0,35	9,1	Sat.
5,4	0,0	-	7,4	4,1	1,03	0,07	0,14	4,2	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 101 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du domaine alluvial de l'III.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité au delà de 50 cm de profondeur
par les niveaux de battement de la nappe
phréatique

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80 à 100 cm et plus)
- Superposition de textures : limono-argilo-sableuse à limono-sablo-argileuse en surface (15 à 20 % d'argile, 40 à 60 % de sable), sablo-argileuse en profondeur à 70/80 cm (moins de 15 % d'argile)
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 120-130 mm pour 100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie H2
- pH variant de 6 à 7,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire, mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Engorgement lié à la faible perméabilité du sol (hydromorphie à 40-50 cm) ; sols cependant "séchants" en été du fait de la texture de surface à tendance sableuse
- Forte sensibilité à la battance (nettement visible en particulier en fin d'hiver)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur correct, mais parfois insuffisant à cause de l'excès d'eau

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Risque d'inondation

- Inondations locales à proximité de l'III, plus fréquemment entre fin Décembre et fin Mai

Potentialités

- Grandes cultures limitées par l'hydromorphie ; possibilités de culture d'été type maïs ; localement, une irrigation d'appoint est pratiquée à partir de la nappe

Praticabilité et travail du sol

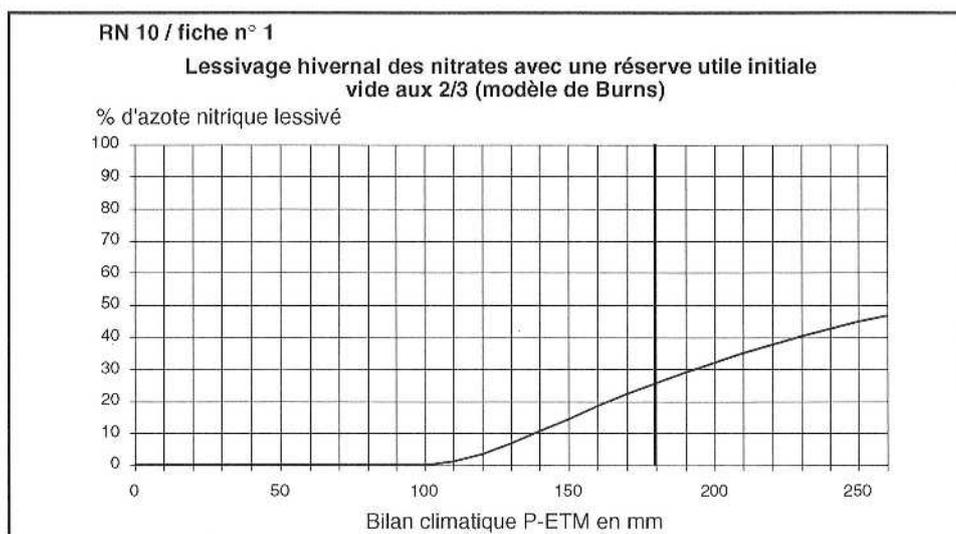
- Sensibilité à la battance élevée
- Stagnation fugace des eaux d'inondation

Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques indispensables pour le maintien du pH
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois

Risque de lessivage de l'azote

moyen



Pouvoir épurateur

- correct, mais parfois insuffisant à cause de l'excès d'eau, et sous réserve du contrôle du pH
- peut éventuellement valoriser des sous produits à très forte teneur en calcium

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce sol se situe dans les cuvettes de la plaine de l'III entre Mulhouse et Colmar. Il correspond aux levées de débordement de l'III. Sur ces plages, les sols sont en général sains sur plus de 120 cm de profondeur, plus rarement légèrement hydromorphes. Au Nord de la région près d'Andolsheim et d'Horbourg-Wihr, sur certaines surfaces, ils sont d'une composition texturale comparable aux sols sur limons loessiques si ce n'est l'absence de carbonates.

Mise en valeur actuelle

Ce sol est occupé essentiellement par du maïs, parfois des céréales et quelques prairies, localement quelques cultures spéciales (betteraves, parfois choux).

Etendue estimée : 8 à 10 %



Dans ces sols, un travail en conditions humides provoque des tassements bien marqués

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de l'III
(au Nord de Colmar)

- Zone non inondable

- Matériau limoneux non calcaire, sans galets

à l'œil



- labours (grandes cultures et cultures spéciales)
- absence de cailloux

au toucher



- texture de surface limono-argilo-sableuse

à la pissette



- pas d'effervescence

à la tarière



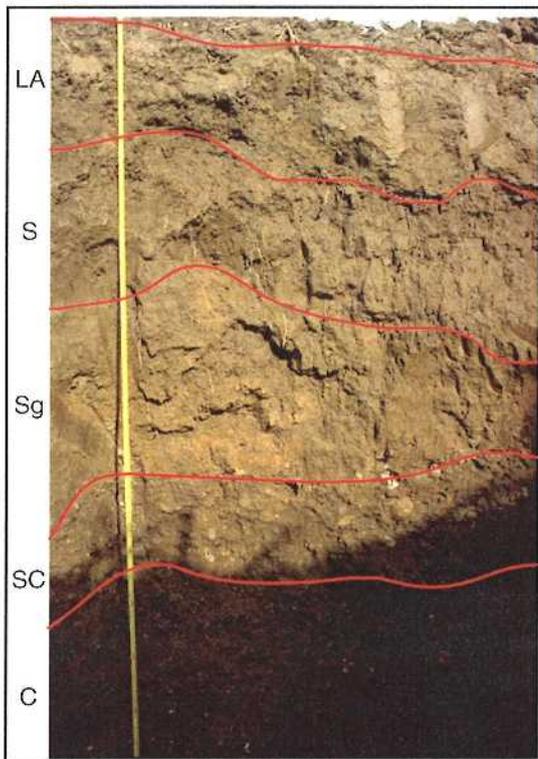
- sol profond (> 1 m), limon sableux beige ; gley très profond (vers 1,5 à 2 m)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Munwiller : X = 975.4 Y = 2338.2

Octobre 1994. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argilo-sableux, brun, structure polyédrique, peu compact. Nombreuses racines.

Horizon S (35-70 cm) - Limon argilo-sableux, beige clair, structure polyédrique à prismatique, compact. Nombreuses racines.

Horizon Sg (70-105 cm) - Limon argilo-sableux, beige. Structure prismatique, très compact. Peu de racines. Quelques taches rouille.

Horizon SC (105-150 cm) - Sable argileux, beige grisé, structure particulière, très compact. Très peu de racines. Nombreux galets.

Horizon C (150 cm et +) - Sable caillouteux, gris jaunâtre, compact. Très nombreux galets.

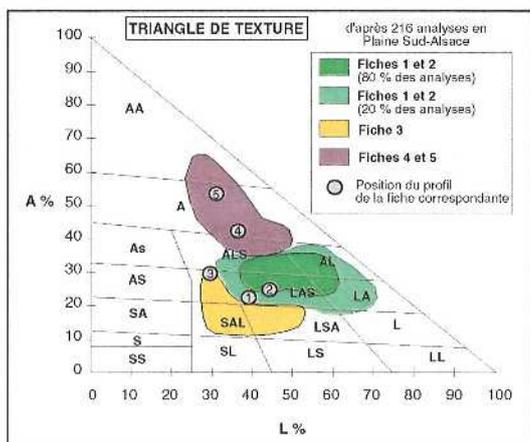
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	14,9	18,8	22,4	22,5	19,8	1,7
35-70 cm	S	14,7	15,9	18,5	23,7	26,1	1,0
70-105 cm	Sg	9,2	27,7	16,8	19,4	26,0	0,9
105-150 cm	SC	53,1	20,6	4,2	5,2	16,4	0,5
150 cm et +	C	72,8	21,7	1,2	0,9	3,2	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0,0	238	5,7	8,1	0,89	0,45	0,26	10,6	92
7,2	0,0	16	7,2	14,9	2,58	0,21	0,13	13,2	Sat.
9,1	0,0	18	7,5	15,6	2,18	0,21	0,13	13,2	Sat.
8,7	0,0	36	8,0	11,6	1,14	0,15	0,10	7,9	Sat.
12,9	4,6	25	8,6	29,6	0,55	0,06	0,06	2,1	-

P2O5 Dyer - 168 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA



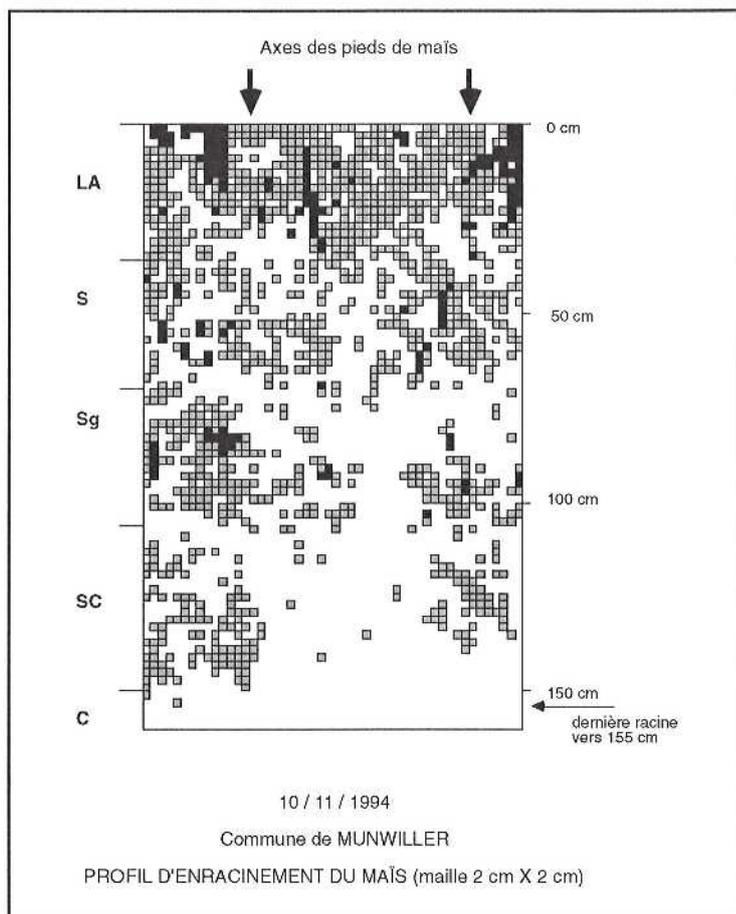
Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du domaine alluvial de l'III.

Enracinement du maïs

Munwiller. Octobre 1994

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur le type de sol présenté dans la région Sud-Alsace.

**CARACTERES GENERAUX DU SOL**

- Profondeur importante (1 à 2 m)
- Texture limono-argilo-sableuse sur 1 m de profondeur au moins, teneur en argile de l'horizon de surface de 20 à 30 %
- Densité apparente comprise entre 1,5 et 1,6 (en Sg)
- Réserve utile de 150 à 180 mm pour 1 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H0 à H1
- pH compris entre 6,0 et 6,5 sur le premier mètre sauf chaulage
- Pas de calcaire, mais complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Sensibilité au tassement moyenne à élevée
- Profondeur importante (1 à 2 m) et texture équilibrée
- Porosité et structure favorables à un ressuyage rapide (2 à 3 jours)
- Nappe phréatique à moyenne profondeur (entre 2 et 3 m)
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant ; contrôle du pH indispensable

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentiel de production élevé même en cultures d'été non irriguées
- Irrigation d'appoint possible à partir de la nappe phréatique

Praticabilité et travail du sol

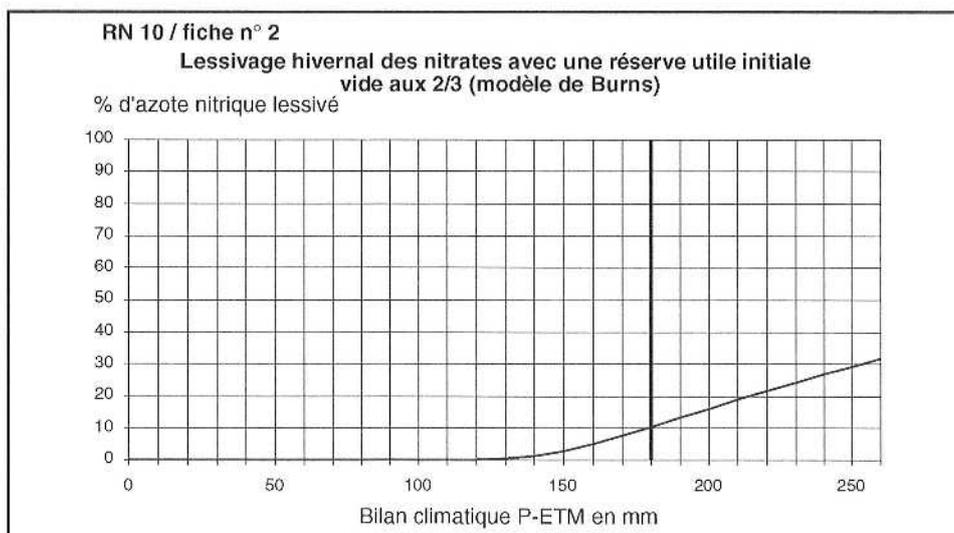
- Possibilités de nombreuses interventions techniques, mais risques de tassement et de semelle de labour en conditions limites de ressuyage

Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques indispensables pour le maintien du pH à une valeur comprise entre 6,5 et 7,0

Risque de lessivage de l'azote

limité

**Pouvoir épurateur**

suffisant ; le contrôle du pH est indispensable

Sol limono-argilo-sableux, peu profond (40 à 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III

Sol superficiel de plaine de l'III - Typologie des sols d'Alsace : code n° 13.3 (variante à définir)

Sol alluvial superficiel - *Fluvisol brunifié, leptique, caillouteux*

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans toutes les parties planes de la vallée de l'III entre Mulhouse et Colmar.

La délimitation précise de ce type est difficile du fait de son imbrication avec les autres unités du domaine alluvial (fiches n° 2 et 4). Le seul ensemble homogène sur de grandes surfaces se situe vers Wihr-en-Plaine, Bischwihr et Andolsheim.

Mise en valeur actuelle

Terres labourées en cultures d'été (maïs) ; localement, jachère en prairie naturelle.

Etendue estimée : 5 %



Ce type de sol présente généralement un taux de cailloux très élevé en surface comme en profondeur

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de l'III
- Zone inondable (et ses bordures)
- Matériau non calcaire, à galets

à l'œil



- nombreux cailloux par plages

au toucher



- texture de surface limono-argilo-sableuse à limono-argileuse

à la pissette



- pas d'effervescence

à la tarière



- texture sablo-caillouteuse en profondeur,
- cailloux bloquant la tarière vers 40 cm

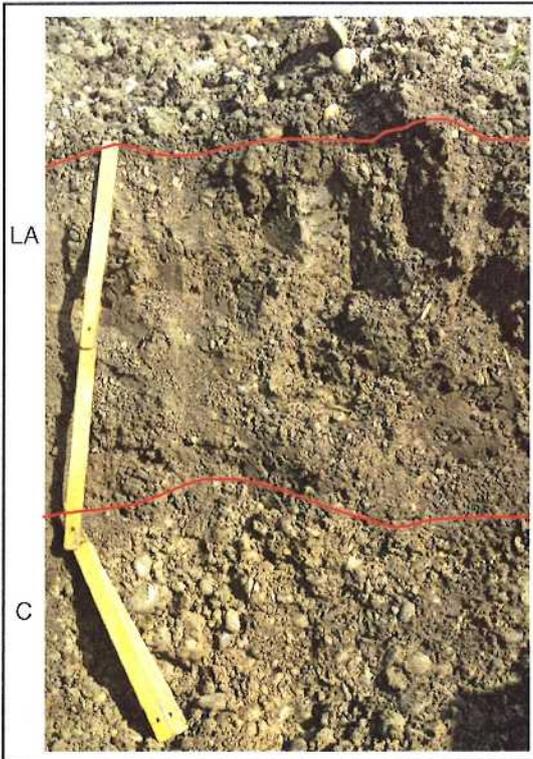
Sol superficiel de plaine de l'III

UN EXEMPLE DE PROFIL

Bischwihr : X = 979.8 Y = 2356.7

Mars 1997. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-40 cm) - Limon argilo-sableux, brun, structure polyédrique, peu compact à compact. Racines peu nombreuses. Nombreux galets.

Horizon C (> 40 cm) - Sable caillouteux, gris.

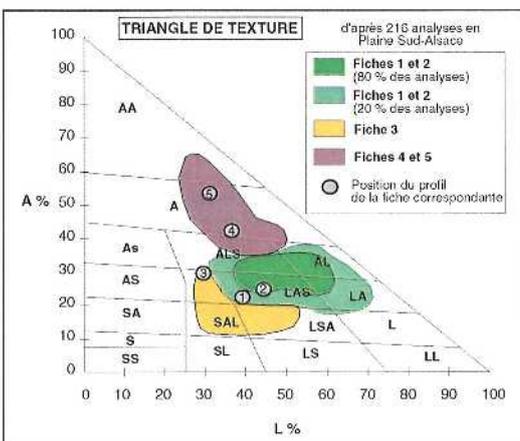
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40 cm	LA	18,4	15,9	9,9	19,3	33,3	3,2
40-60 cm	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	409	6,3	23,2	1,64	0,84	0,09	21,4	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Dyer - 86 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du domaine alluvial de l'III.

Enracinement du maïs.

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

Enracinement limité par les galets à faible profondeur (vers 30-50 cm en général)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur de 30 à 50 cm au plus
- Texture limono-argilo-sableuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 25 à 35 %, niveau caillouteux avec matrice sablo-argileuse à partir de 40 cm, compact
- Densité apparente voisine de 1,5
- Réserve utile de 60 mm pour 40 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 6,0 et 7,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire, mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très limitée, infiltration rapide des eaux de surface
- Présence de nombreux cailloux
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Risque d'inondation

- Pas de risque de submersion à la sortie de l'hiver

Potentialités

- Limitation des cultures en terres labourables (cultures d'été seulement)
- Potentialités faibles à moyennes en cultures d'été sans irrigation
- Irrigation possible à partir de la nappe phréatique ; privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles

Praticabilité et travail du sol

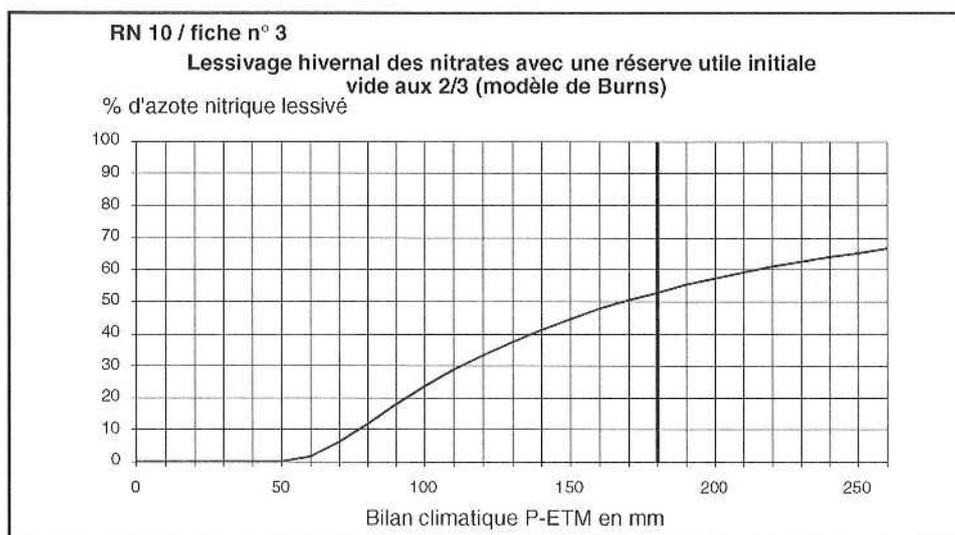
- Labour d'automne indispensable ou autre technique à développer (semis de printemps sous couvert de graminées par exemple)

Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques localement nécessaires pour maintenir le pH proche de la neutralité, après analyse de terre (chaulage d'entretien)
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Risque de lessivage de l'azote

élevé



Pouvoir épurateur

du fait de la faible profondeur de ce sol, le pouvoir épurateur est médiocre ou insuffisant vis-à-vis de la matière organique. Seuls les sous-produits minéraux riches en calcium (et autres éléments recyclables par la production végétale) peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains.

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce sol correspond aux cuvettes de décantation de l'III entre Colmar et Ensisheim. Sur ces plages, les sols sont argileux sur au moins 100 cm de profondeur. Ils présentent un excès d'eau élevé à la moindre pluie du fait d'une faible perméabilité à partir de 80 cm de profondeur et sont décarbonatés.

Mise en valeur actuelle

Ce sol comporte essentiellement du maïs, parfois des céréales et quelques prairies.

Etendue estimée : 4 à 5 %



Dans ces sols, la texture argileuse conduit à un émiettement du labour

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de l'III
(d'Ensisheim à Ste Croix en Plaine)

- Zone inondable

- Matériau argilo-limoneux non calcaire, sans galets, hydromorphe,

à l'œil 

- absence de cailloux
- couleur beige olive, labour rapidement émietté

au toucher 

- texture de surface argilo-limoneuse

à la pissette 

- pas d'effervescence

à la tarière 

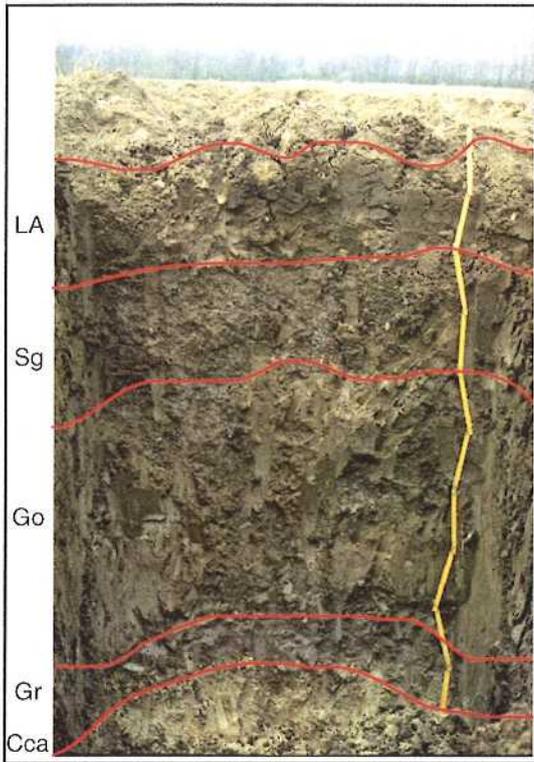
- sol profond (> 1 m), sain d'apparence, mais avec gley profond (vers 1,5 m)

UN EXEMPLE DE PROFIL

Meyenheim : X = 976.2 Y = 2336.6

Mars 1997. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Argile limoneuse, brun, structure polyédrique à grumeleuse, compact. Racines peu nombreuses

Horizon Sg (35-80 cm) - Argile, beige olive, structure polyédrique à prismatique, compact. Quelques taches rouille.

Horizon Go (80-160 cm) - Argile, beige jaunâtre. Structure prismatique, très compact. Nombreuses taches rouille.

Horizon Gr (160-180 cm) - Argile, gris rouille, structure prismatique, très compact. Nombreuses taches d'oxydo-réduction et de dégradation.

Horizon Cca (180-200 cm) - Limon argileux, gris blanc, structure continue, peu compact, calcaire.

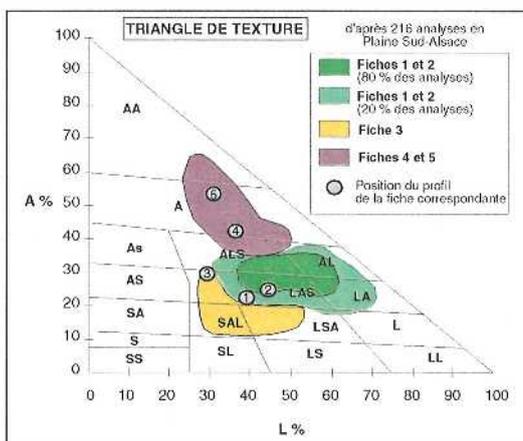
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	5,9	9,1	12,4	28,0	41,8	2,7
35-80 cm	Sg	1,8	3,0	7,2	26,4	59,9	1,6
80-160 cm	Go	2,9	4,1	5,6	20,4	65,7	1,3
160-180 cm	Gr	4,5	8,7	9,0	20,2	56,4	1,0
180-200cm	Cca	7,2	13,6	16,1	43,6	18,9	0,4

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0,0	175	6,7	23,0	2,97	0,44	0,12	23,2	Sat.
7,7	0,0	-	7,5	36,0	5,01	0,42	0,20	29,3	Sat.
7,5	0,0	-	7,5	41,2	5,35	0,42	0,26	29,7	Sat.
9,1	2,2	-	8,1	48,5	4,25	0,32	0,22	24,8	Sat.
6,8	33,9	-	8,5	43,8	2,20	0,18	0,10	11,8	-

P2O5 Dyer - 86 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du domaine alluvial de l'III.

Enracinement du maïs.

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

Enracinement limité par le taux d'argile et l'hydromorphie à faible profondeur.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur importante (1 à 2 m)
- Texture argilo-limoneuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 35 à 45 % et texture argileuse en profondeur
- Densité apparente comprise entre 1,4 et 1,6 (en Sg)
- Réserve utile de 100 à 120 mm pour 80-120 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H2-3
- pH compris entre 6,0 et 6,5 sur le premier mètre sauf chaulage
- Pas de calcaire, mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques d'inondations en hiver et au printemps
- Réserve utile limitée du fait de la texture et de l'excès d'eau. Remontées capillaires en été.
- Texture lourde dès la surface (35 à 50 % d'argile)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur en principe correct, mais contrôle du pH indispensable ainsi que du niveau d'hydromorphie

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentiel de production élevé même en cultures d'été non irriguées
- Irrigation d'appoint possible à partir de la nappe phréatique

Praticabilité et travail du sol

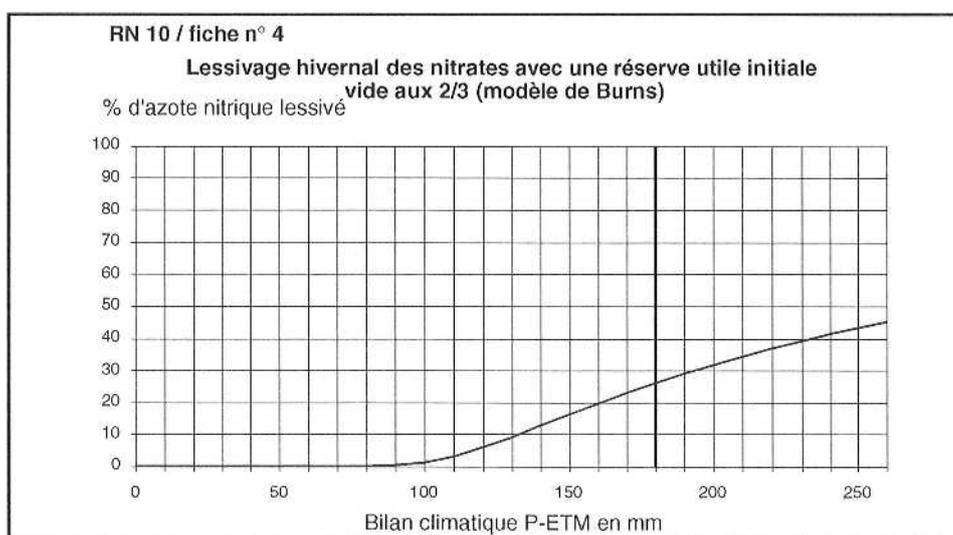
- Possibilités de nombreuses interventions techniques, mais risques de tassement et de semelle de labour en conditions limites de ressuyage

Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques indispensables pour le maintien du pH à une valeur comprise entre 6,5 et 7,0

Risque de lessivage de l'azote

moyen

**Pouvoir épurateur**

en principe correct, mais parfois insuffisant du fait d'une faible perméabilité ;
le contrôle du pH est indispensable

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce sol se situe à proximité des berges de l'III au Nord de la région à l'Est de Colmar. Il correspond à des dépressions de la plaine de l'III. Sur ces plages, les sols sont marqués par l'excès d'eau à faible profondeur. Ils présentent une texture argileuse et un taux élevé de matières organiques en surface qui peut conduire à des difficultés de levée au printemps en cas de sécheresse.

Mise en valeur actuelle

Ce sol porte un large éventail de cultures (céréales, betteraves, choux...), et parfois encore des prairies.

Etendue estimée : 1 à 2 %



Ces sols correspondent à des zones humides, autrefois bien marquées et parfois encore occupées par la prairie

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de l'III
(à l'Est de Colmar)

- Zone inondable

- Matériau argileux non calcaire, sans galets, hydromorphe

à l'œil



- brun noirâtre, labours (grandes cultures et cultures spéciales), quelques prairies
- absence de cailloux

au toucher



- texture de surface argileuse, brun noirâtre

à la pissette



- pas d'effervescence

à la tarière



- sol profond (> 1 m), limon à argile beige ; gley peu profond (vers 50-80 cm)

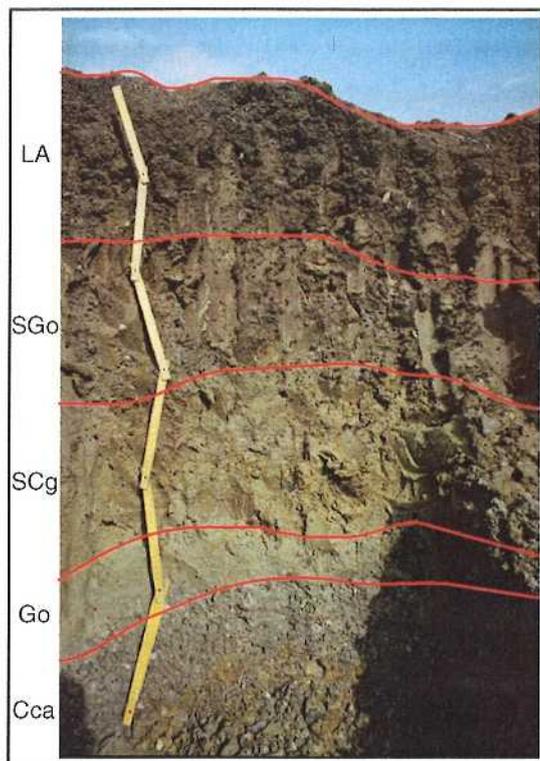
Argile à gley de plaine de l'III

UN EXEMPLE DE PROFIL

Mars 1997. Parcelle de maïs

Bischwihr : X = 979.6 Y = 2355.5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Argile, brun, structure polyédrique, peu compact. Nombreuses racines.

Horizon SGo (35-70 cm) - Argile, beige olive, structure prismatique, très compact. Nombreuses taches d'oxydo-réduction.

Horizon SCgCa (70-100 cm) - Limon argilo-sableux, gris orangé. Structure continue à éclats anguleux, peu compact. Nombreuses taches rouille. Calcaire.

Horizon SCGo (100-120 cm) - Limon sablo-argileux, gris rouille, structure continue à éclats émoussés, compact. Très nombreuses taches d'oxydo-réduction et de dégradation.

Horizon CCa (120-150 cm) - Sable caillouteux, gris blanc.

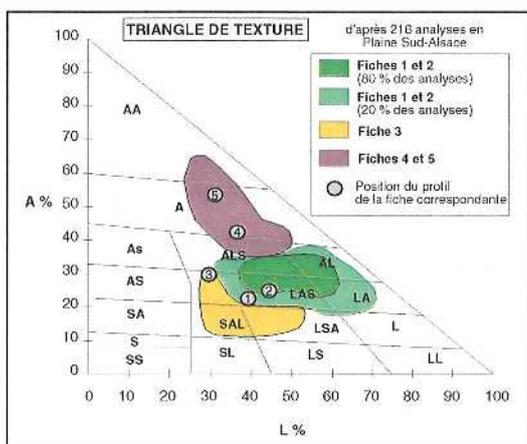
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	2,9	6,1	10,4	28,6	48,7	3,2
35-70 cm	SGo	5,0	7,4	15,1	25,7	45,3	1,4
70-100 cm	SCgca	17,1	10,8	18,4	31,4	21,9	0,5
100-120 cm	SCGo	10,9	14,3	26,4	26,8	20,9	0,3
120-150 cm	Cca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Basics échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0,0	290	7,0	39,5	2,48	0,59	0,13	30,2	Sat.
7,5	1,1	10	7,8	46,5	2,12	0,23	0,21	25,1	Sat.
7,2	34,1	-	8,0	46,0	1,14	0,13	0,15	10,7	Sat.
7,0	1,2	-	8,1	32,3	1,20	0,16	0,27	11,8	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Joret-Hébert - 55 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA - CaCO3 actif : 10,9 % dans l'horizon SCgCa



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du domaine alluvial de l'III.

Enracinement du maïs.

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

Enracinement limité par le taux d'argile et l'hydromorphie à faible profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur variable (0,8 à 1,5 m)
- Texture argileuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 35 à 50 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,5 (en Go)
- Réserve utile de 100 mm pour 80 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H3+/4
- pH compris entre 6,5 et 7,0 sur le premier mètre sauf chaulage
- Pas de calcaire ou localisé en profondeur, mais complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Risques d'inondations en hiver et au printemps
- Réserve utile limitée du fait de la texture et des fentes de retrait
- Texture lourde dès la surface (35 à 50 %)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentiel de production élevé même en cultures d'été non irriguées
- Irrigation d'appoint possible à partir de la nappe phréatique

Praticabilité et travail du sol

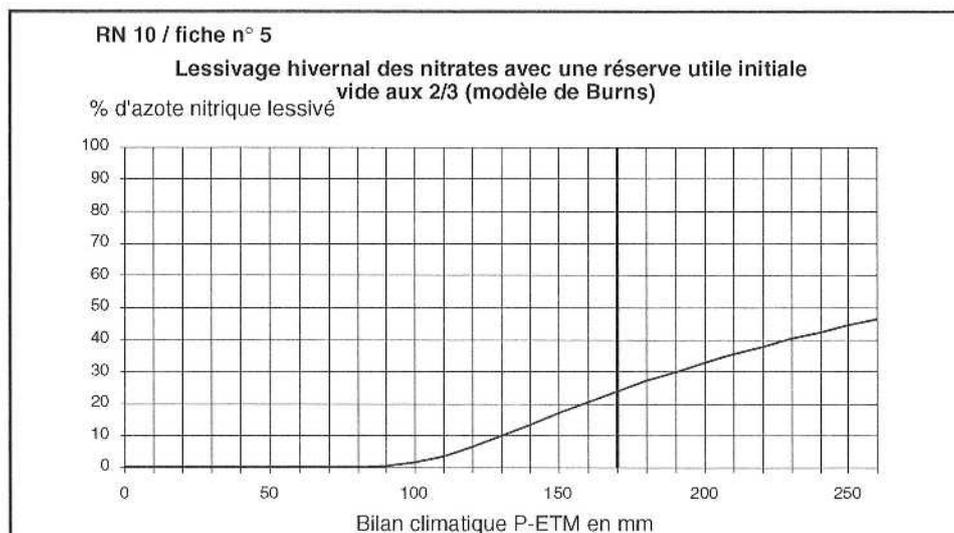
- Possibilités de nombreuses interventions techniques, mais risques de tassement et de semelle de labour en conditions limites de ressuyage

Fertilisation et entretien calcique

- Amendements calciques indispensables pour le maintien du pH à une valeur comprise entre 6,5 et 7,0

Risque de lessivage de l'azote

moyen



Pouvoir épurateur

médiocre ou insuffisant

Hardt rouge superficielle décarbonatée - Typologie des sols d'Alsace : code n° 11.0 (variante à définir)
Sol fersiallitique lessivé - Fersialsol luvique, limono-sablo-argileux, leptique, caillouteux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se trouve sur le niveau le plus haut de la terrasse caillouteuse au centre de la plaine du Rhin, de la forêt de la Hardt au Sud jusqu'à Neuf-Brisach. Les sols qui y sont développés font la particularité de la plaine Sud-Alsace. Il s'agit de sols rouges, caillouteux, peu profonds, décarbonatés, voire acides quand ils n'ont pas été chaulés. Ils sont associés à d'autres sols caillouteux peu à moyennement profonds, bruns (fiche 9) ou bruns rosâtres (fiches 7 et 8) ainsi qu'à des sols limoneux plus profonds correspondant au remplissage d'anciens chenaux de débordement du Rhin (fiche 10).

La terre fine de ce sol présente généralement une teneur en argile élevée. Localement, quelques plages sont carbonatées du fait des pratiques agricoles. Cependant leur pH est naturellement inférieur à 6. Les eaux de pluie ou d'irrigation s'infiltrent rapidement dans ces sols.

Mise en valeur actuelle : Cultures d'été avec irrigation, surtout maïs.

Etendue estimée : 1 à 2 %



La Hardt rouge présente une alternance de forêts aux arbres chétifs, de champs irrigués par pivot et de jachères en herbe

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Centre de la plaine du Rhin, terrasse légèrement surélevée dans le paysage

- Zone non inondable

- Matériau décarbonaté, nombreux galets

à l'œil



- galets dès la surface (de 10 à 70 %), couleur de surface de tendance rougeâtre,

au toucher



- texture limono-argilo-sableuse,

à la pissette



- effervescence à l'acide nulle, sauf chaulage

à la tarière



- cailloux bloquant la tarière à 20-30 cm le plus souvent

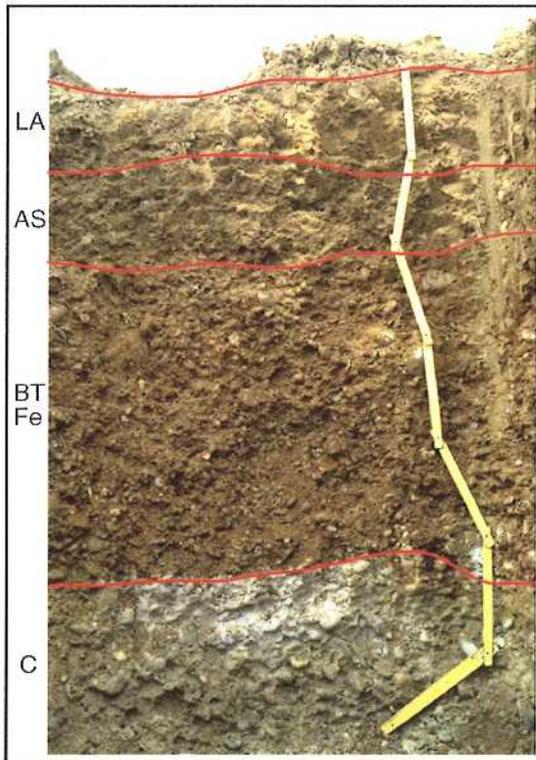
Hardt rouge superficielle décarbonatée

UN EXEMPLE DE PROFIL

Munchhouse : X = 980.37 Y = 2331.60

Mars 1997. Parcelle de maïs grain irrigué

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun rosâtre, structure polyédrique, compact. Nombreuses racines. Nombreux cailloux.

Horizon AS (25-45 cm) - Limon argilo-sableux, rosâtre, structure polyédrique, peu compact. Nombreuses racines. Nombreux cailloux.

Horizon BTFe (45-85 cm) - Argile sableuse, rougeâtre, structure polyédrique luisante, peu compact. Nombreuses racines

Horizon C (> 85 cm) - Sable caillouteux, gris blanc. Localement induré. Calcaire.

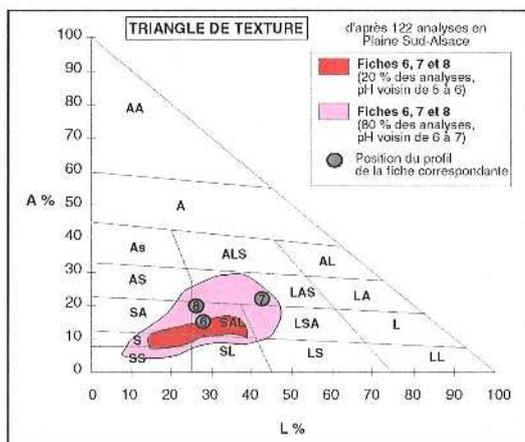
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 25 cm	LA	25,9	25,3	12,7	15,7	18,8	1,6
25-45 cm	AS	23,5	23,8	12,0	15,8	23,9	0,9
45-85 cm	BTFe	25,7	20,3	7,0	9,9	36,0	1,0
> 85 cm	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,6	0,0	360	7,9	9,9	0,93	1,85	0,22	9,2	Sat.
7,3	0,0	28	7,5	9,9	0,86	0,77	0,06	10,1	Sat.
7,1	0,3	8	7,6	19,6	2,16	0,38	0,19	17,3	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Joret-Hébert - 186 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols de la Hardt Rouge.

Hardt rouge superficielle décarbonatée

Enracinement du maïs.

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

Enracinement moyennement profond (60-80 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur rapidement limitée par le taux de cailloux (50 à 80 cm au plus)
- Texture limono-sablo-argileuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 15 à 25 %, taux de cailloux > 30 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,3 (en surface)
- Réserve utile de 60 à 80 mm pour 80 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH initial sans intervention inférieur à 6,0, relevé à plus de 7,0 sous l'effet des pratiques

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile faible, irrigation généralisée. Nappe phréatique profonde (> 10 m)
- Taux de cailloux élevé : usure du matériel de travail du sol
- Sol se réchauffant rapidement au printemps
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant, contrôle du pH indispensable

Hardt rouge superficielle décarbonatée

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Bonnes potentialités en cultures d'été avec irrigation et chaulage ; privilégier matériel permettant d'apporter de faibles doses d'irrigation
- La présence de cailloux limite la gamme des cultures (pas de plantes à racines ou à tubercules)

Praticabilité et travail du sol

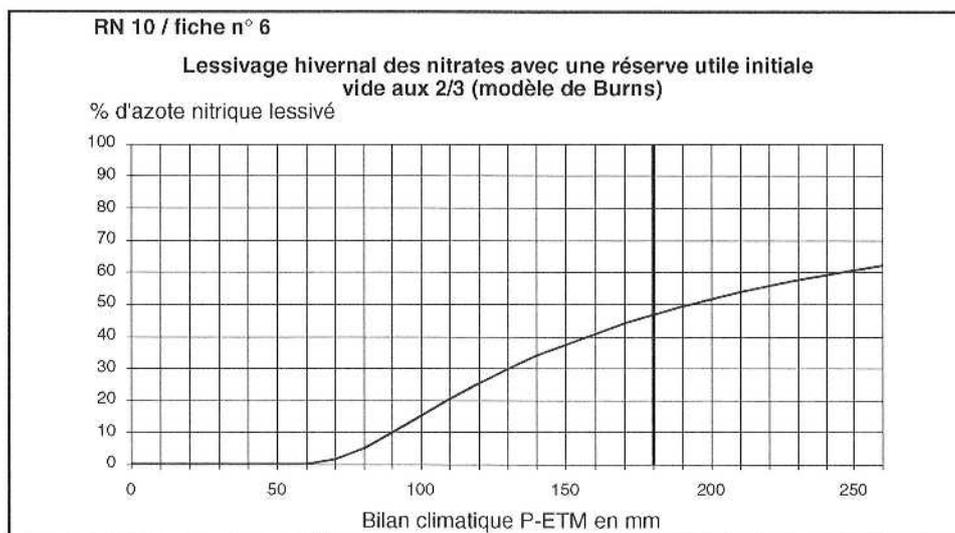
- Ressuyage très rapide permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- La forte pierrosité gêne le travail du sol et provoque une usure rapide du matériel

Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique 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 ou de toxicité aluminique.

Risque de lessivage de l'azote

élevé



Pouvoir épurateur

à peine suffisant du fait d'une profondeur des sols limitée et d'une vitesse d'infiltration élevée ; contrôle du pH indispensable

Hardt rouge profonde - Typologie des sols d'Alsace : code n° 11.0 (variante à définir)
Sol brun fersiallitique lessivé - Néoluvisol fersiallitique caillouteux, limono-argilo-sableux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se trouve sur la terrasse caillouteuse du Rhin au Sud-Ouest en bordure de la plaine de l'III vers Ensisheim et Meyenheim.

Les sols développés sur cette terrasse sont caillouteux dès la surface, décarbonatés et moyennement profonds. Ils présentent la particularité de surmonter un niveau de cailloux plus ou moins altérés encore favorable à l'enracinement. Ils sont associés à des sols plus profonds correspondant au remplissage d'anciens chenaux de débordement du Rhin (fiche 10). Le pH est le plus souvent compris entre 6 et 7.

Les eaux de pluie ou d'irrigation s'infiltrent rapidement dans ces sols.

Mise en valeur actuelle :

Cultures d'été avec irrigation (maïs essentiellement).

Etendue estimée : 2 à 3 %



Culture d'été non irriguée sur des surfaces où alternent chenaux limoneux et zones caillouteuses

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de l'III,
- terrasse à peine surélevée
par rapport à la plaine de l'III,

- Zone non inondable

- Matériau décarbonaté, nombreux galets

à l'œil



- galets dès la surface en quantité notable (de 10 à 70 %)
- couleur de surface brun rosâtre

au toucher



- texture limono-argilo-sableuse

à la pissette



- pas d'effervescence à l'acide en général

à la tarière



- cailloux bloquant la tarière à 60-80 cm le plus souvent

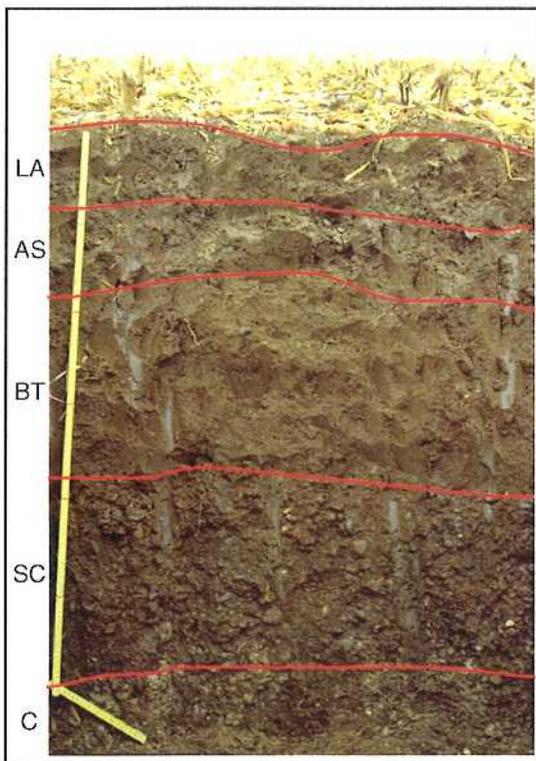
Hardt rouge profonde

UN EXEMPLE DE PROFIL

Ensisheim : X = 976.9 Y = 2330.7

Octobre 1995. Parcelle de maïs grain irrigué

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-20 cm) - Limon argilo-sableux, brun, structure polyédrique, friable. Nombreuses racines.

Horizon AS (20-40 cm) - Limon argilo-sableux, beige, structure polyédrique, friable. Nombreuses racines.

Horizon BT (40-80 cm) - Argile limono-sableuse, rougeâtre, structure polyédrique luisante, peu friable. Racines peu nombreuses.

Horizon SC (80-120 cm) - Argile limono-sableuse, rougeâtre, structure polyédrique, peu friable.

Horizon C (> 120 cm) - Sable caillouteux, gris jaunâtre. Calcaire à non calcaire.

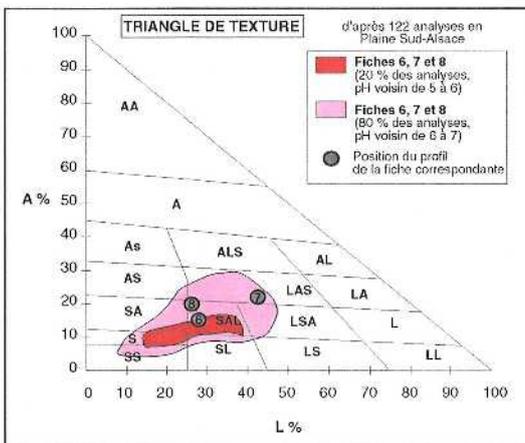
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 20 cm	LA	9,7	19,8	20,5	25,5	22,6	1,8
20 - 40 cm	AS	9,5	18,3	21,0	24,5	25,3	1,4
40 - 80 cm	BT	9,9	18,5	16,8	20,7	33,0	1,0
80 - 120 cm	SC	14,8	20,1	12,3	15,0	36,6	1,2
120 cm et +	C	21,3	23,0	16,9	13,0	24,9	0,7

P205 Olsen

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	0,0	106	6,0	8,7	1,15	0,84	0,16	12,8	85
8,2	0,0	64	6,2	10,2	1,56	0,62	0,18	12,3	Sat.
7,3	0,0	23	6,8	14,6	2,90	0,41	0,21	14,9	Sat.
7,0	0,0	24	7,2	18,0	2,96	0,45	0,23	16,8	Sat.
7,5	0,0	16	8,3	44,0	1,82	0,25	0,14	10,5	Sat.



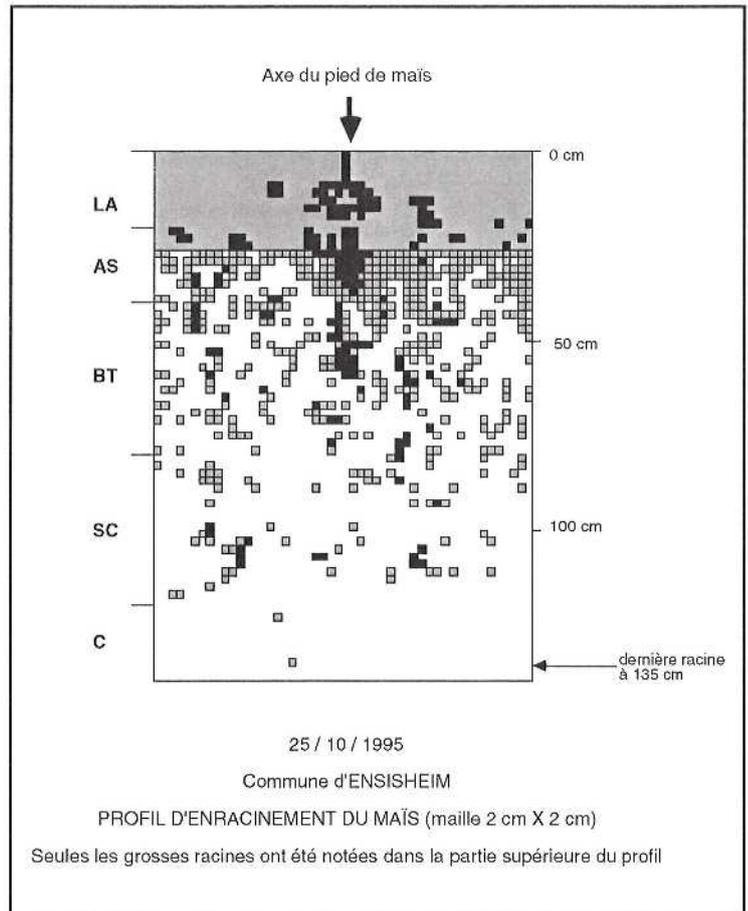
Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols de la Hardt Rouge.

Hardt rouge profonde

Enracinement du maïs.
Ensisheim. Octobre 1995

Cette cartographie
d'enracinement a été réalisée
sur le type de sol présenté dans la région
Sud-Alsace.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol limitée à 50-80 cm par une charge en cailloux progressivement plus importante
- Texture limono-argilo-sableuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 20 à 25 %, jusqu'à 35-40 % en profondeur, taux de cailloux de 15 à 20 %
- Densité apparente comprise entre 1,5 et 1,7 (en surface)
- Réserve utile de 120 mm pour 80 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH voisin de 6,5 à 7,0

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile moyenne à faible. Nappe phréatique profonde (> 10 m)
- Taux de cailloux élevé : usure du matériel de travail du sol
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Hardt rouge profonde

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Bonnes potentialités en cultures d'été avec irrigation
- La présence de cailloux limite la gamme des cultures (pas de plantes à racines ou à tubercules)

Praticabilité et travail du sol

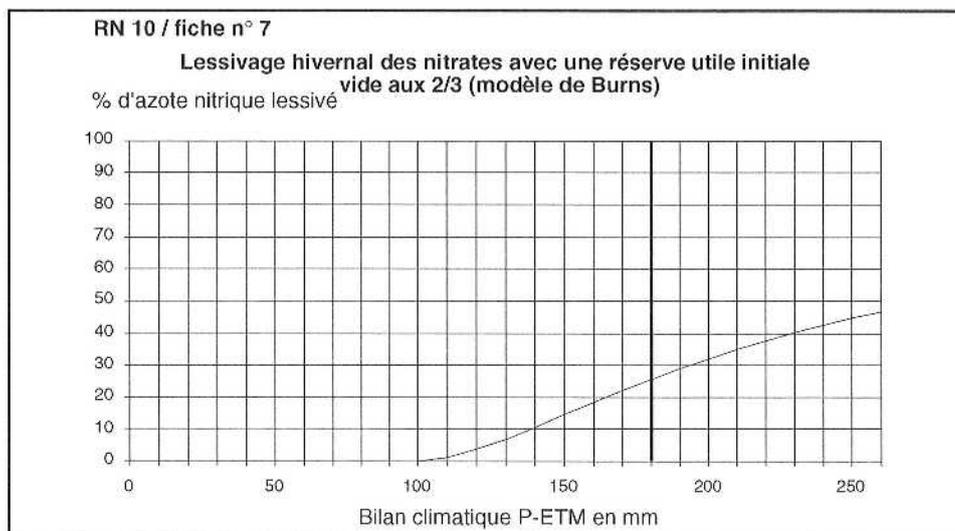
- Ressuyage très rapide permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- La forte pierrosité gêne le travail du sol et provoque une usure rapide du matériel

Fertilisation et entretien calcique

- Entretien calcique 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 2 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments.

Risque de lessivage de l'azote

moyen



Pouvoir épurateur

suffisant, mais avec une profondeur des sols limitée par endroits (40-60 cm) et une vitesse d'infiltration élevée ; contrôle du pH indispensable

Hardt rouge superficielle calcaire - Typologie des sols d'Alsace : code n° 11.0 (variante à définir)
Rendzine rubéfiée - Calcosol fluviq, caillouteux, leptique, fersiallitique

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se trouve sur la terrasse caillouteuse au centre de la plaine du Rhin. Dans la plaine Sud-Alsace, les sols développés sur cette terrasse sont caillouteux dès la surface, de couleur rosâtre, calcaires et peu profonds. Ils sont associés à des sols limoneux plus profonds correspondant au remplissage d'anciens chenaux de débordement du Rhin (fiches 9 et 10). Ce sol présente généralement une teneur en calcaire élevée. Localement, quelques plages sont décarbonatées. Cependant leur pH est toujours supérieur à 7. Les eaux de pluie ou d'irrigation s'infiltrent rapidement dans ces sols.

Mise en valeur actuelle :

Cultures d'été avec irrigation (maïs essentiellement).

Etendue estimée : 25 à 30 %



Enracinement en profondeur dans les cailloux des sols de Hardt

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité du Rhin
- terrasse légèrement surélevée dans le paysage,
- Zone non inondable
- Matériau calcaire, nombreux galets

à l'œil



- couleur de surface rosâtre
- galets dès la surface en quantité notable (de 10 à 70 %)

au toucher



- texture limono-argilo-sableuse

à la pissette



- effervescence à l'acide en général forte, sauf plages décarbonatées

à la tarière



- cailloux bloquant la tarière à 20-30 cm le plus souvent

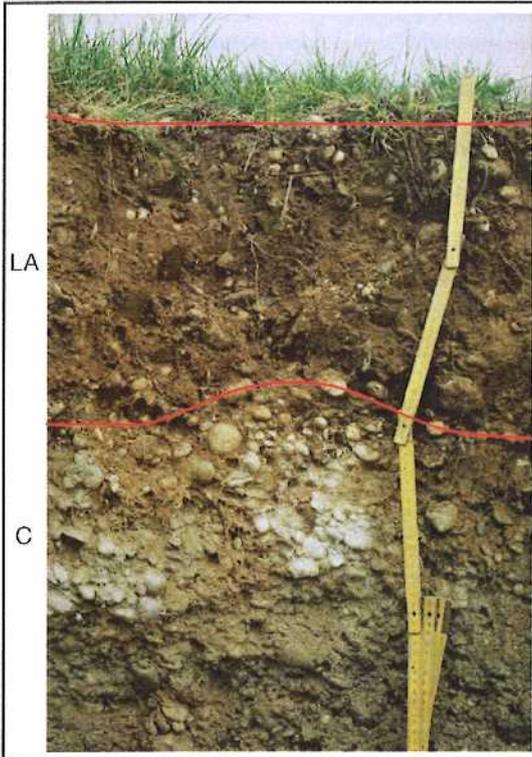
Hardt rouge superficielle calcaire

UN EXEMPLE DE PROFIL

Munchhouse : X = 980.1 Y = 2331.8

Mars 1997. Parcelle de maïs grain irrigué

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argilo-sableux, brun rosâtre, structure polyédrique, peu compact. Nombreuses racines. Calcaire. Nombreux galets.

Horizon C (> 35 cm) - Sable caillouteux, gris. Nombreuses racines. Calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 35 cm	LA	21,8	26,4	13,2	14,7	21,6	2,3
35 cm et +	C	-	-	-	-	-	-

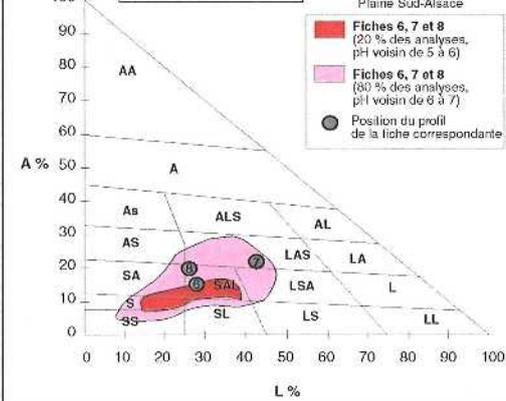
PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 pptn	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,1	5,3	423	8,1	38,0	0,87	0,84	0,04	10,9	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Joret-Hébert - 123 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA - 3,2 % pour CaCO3 actif dans l'horizon LA

TRIANGLE DE TEXTURE

d'après 122 analyses en Plaine Sud-Alsace



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols de la Hardt rouge.

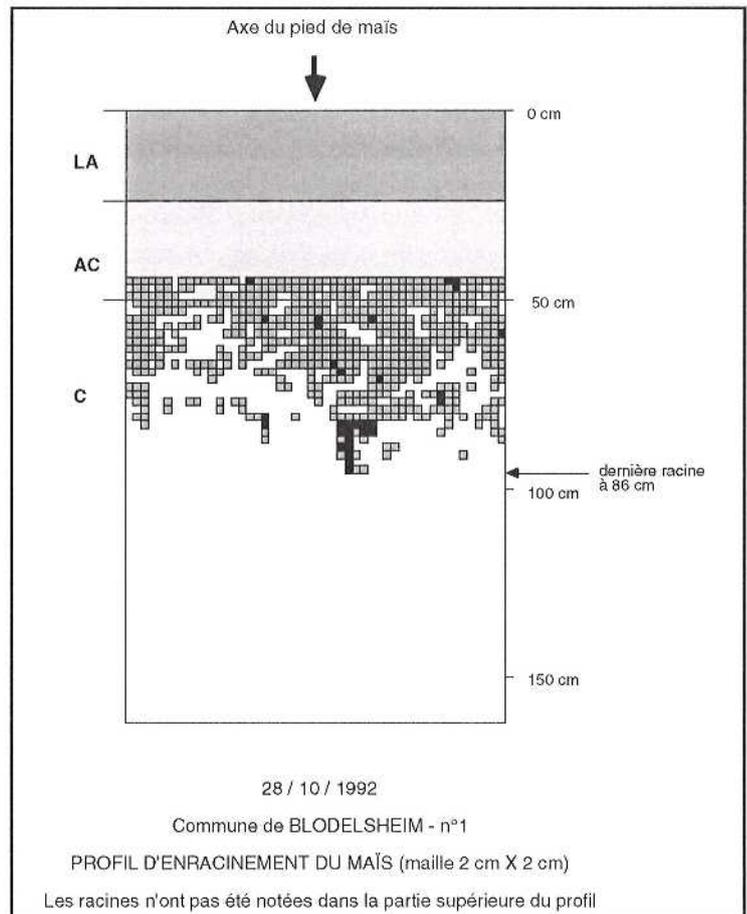
Hardt rouge superficielle calcaire

Enracinement du maïs.

Blodelsheim 1. Octobre 1992

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

Enracinement jusque vers 50-60 cm



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur faible (30 à 50 cm au plus) par une forte charge en cailloux
- Texture limono-argilo-sableuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 20 à 25 %, taux de cailloux de 20 à 30 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,3 (en surface)
- Réserve utile de 30-40 mm pour 40 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 7,5
- 10 à 30 % de calcaire total ; forte teneur en calcaire actif (10 % en profondeur)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très faible. Nappe phréatique profonde (> 10 m)
- Taux de cailloux élevé : usure du matériel de travail du sol
- Teneur en calcaire active élevée : contraintes à l'implantation des vergers et de certaines cultures (soja)
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Bonnes potentialités en cultures d'été avec irrigation ; privilégier un matériel permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles
- La présence de cailloux limite la gamme des cultures (pas de plantes à racines ou à tubercules)

Praticabilité et travail du sol

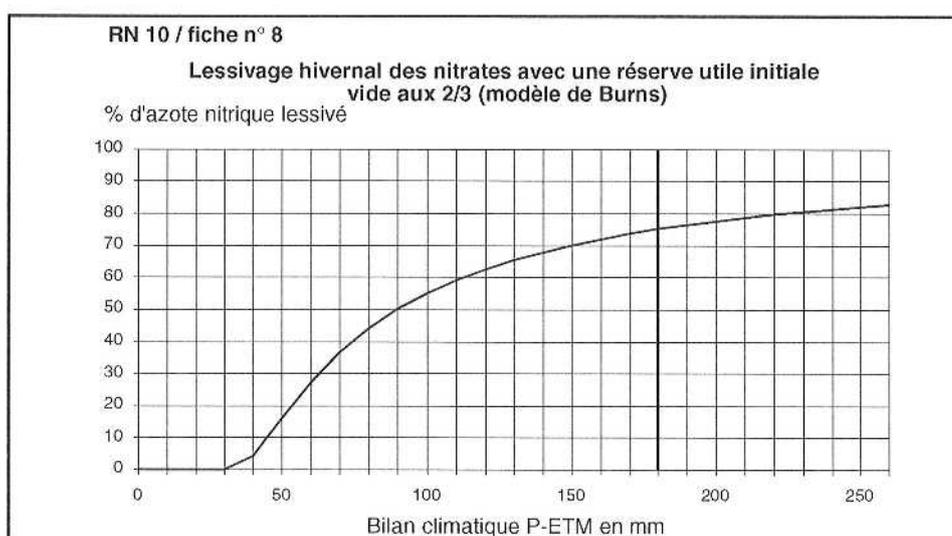
- Ressuyage très rapide permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- La forte pierrosité gêne le travail du sol et provoque une usure rapide du matériel

Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'entretien calcique 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, 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.

Risque de lessivage de l'azote

très élevé

**Pouvoir épurateur**

médiocre ou insuffisant du fait d'une profondeur des sols limitée et d'une vitesse d'infiltration élevée

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se trouve sur la terrasse caillouteuse au centre de la plaine du Rhin. On le trouve plus particulièrement au Nord de Neuf-Brisach, mais il est susceptible d'être présent un peu partout. Ces sols sont caillouteux dès la surface, décarbonatés, parfois calcaires par grandes plages et peu à moyennement profonds. Ils sont associés aux sols superficiels (fiche 8) et aux sols limoneux plus profonds correspondant au remplissage d'anciens chenaux de débordement du Rhin (fiche10).

Si ces sols sont généralement décarbonatés, localement, quelques plages sont calcaires. Leur pH est toujours supérieur à 7. Les eaux de pluie ou d'irrigation s'infiltrent assez rapidement dans ces sols.

Mise en valeur actuelle :

Cultures d'été avec irrigation (maïs), céréales à paille

Etendue estimée : 5 à 10 %



La plupart de ces sols sont irrégulièrement profonds et caillouteux !

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité du Rhin

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, nombreux galets

à l'œil



- étendues irrégulièrement caillouteuses

au toucher



- texture limono-sablo-argileuse
à limono-argilo-sableuse

à la pissette



- effervescence à l'acide nulle à forte

à la tarière



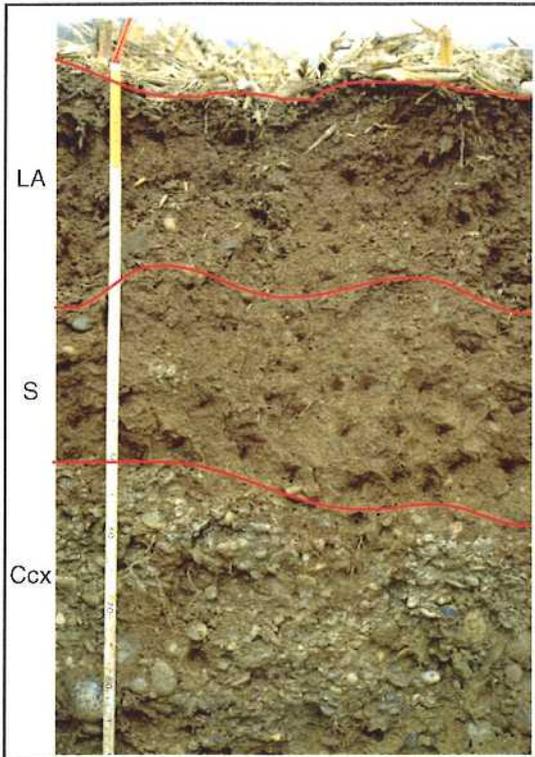
- sol moyennement profond (50
à 70 cm), sain ; parfois calcaire

UN EXEMPLE DE PROFIL

Hettenschlag : X = 981.5 Y = 2345.7

Octobre 1992. Parcelle de maïs

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun, structure polyédrique, peu compact. Nombreuses racines. Non calcaire. Nombreux galets.

Horizon S (25-50 cm) - Limon argilo-sableux, beige clair, structure polyédrique, meuble. Nombreuses racines. Calcaire. Nombreux galets.

Horizon Ccx (50 cm et +) - Sable caillouteux, gris noirâtre, compact. Pas de racines. Non calcaire.

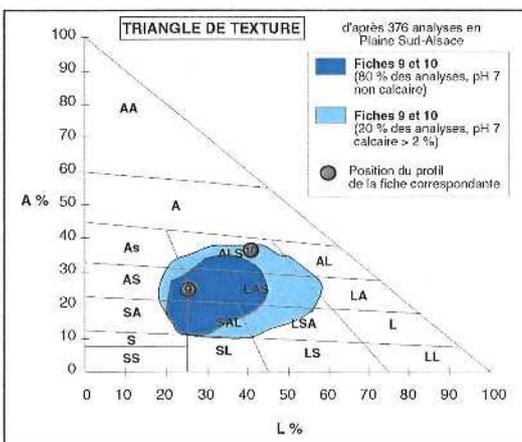
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 25 cm	LA	20,3	27,9	12,8	13,9	23,4	1,7
25 - 50 cm	S	11,9	28,3	16,5	20,5	21,5	1,2
50 cm et +	Ccx	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	0,6	274	7,3	21,3	1,04	0,79	0,16	13,8	Sat.
12,9	31,1	75	7,7	41,9	0,74	0,11	0,13	6,4	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Joret-Hébert - 123 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA - 3,2 % pour CaCO3 actif dans l'horizon LA



Variabilité des textures de surface :

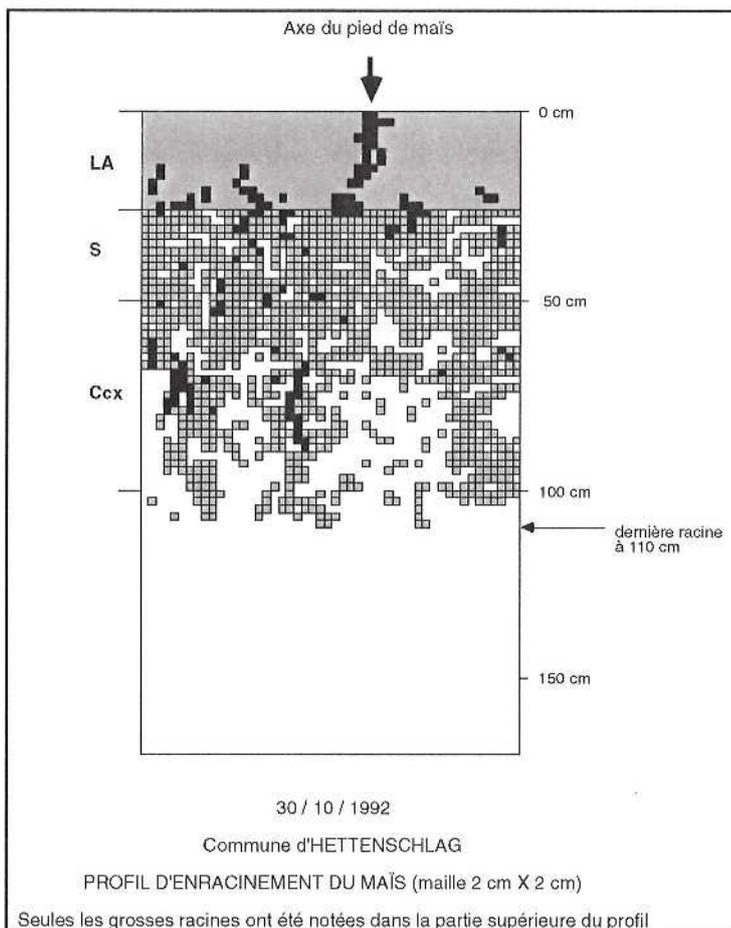
distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols de la Hardt grise.

*Hardt grise superficielle***Enracinement du maïs.**

Hettenschlag, Octobre 1992

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur le type de sol présenté dans la région Sud-Alsace.

Enracinement dense jusqu'à 70 cm, plus irrégulier jusqu'à 100-110 cm

**CARACTERES GENERAUX DU SOL**

- Profondeur limitée à 50-70 cm par une charge en cailloux progressivement plus importante
- Texture limono-argilo-sableuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 15 à 20 % (40 à 65 % de sable fin), taux de galets de 15 à 20 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,4 (de LA à SC)
- Réserve utile de 100 mm pour 100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5
- 20 à 30 % de calcaire total

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau limitée, infiltration rapide des eaux de surface
- Nappe phréatique à faible profondeur (3 à 5 m) facilitant l'irrigation
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentialités de production limitées en cultures d'été sans irrigation
- Irrigation facile du fait de la proximité de la nappe ; privilégier un équipement permettant d'apporter des doses d'irrigation faibles

Praticabilité et travail du sol

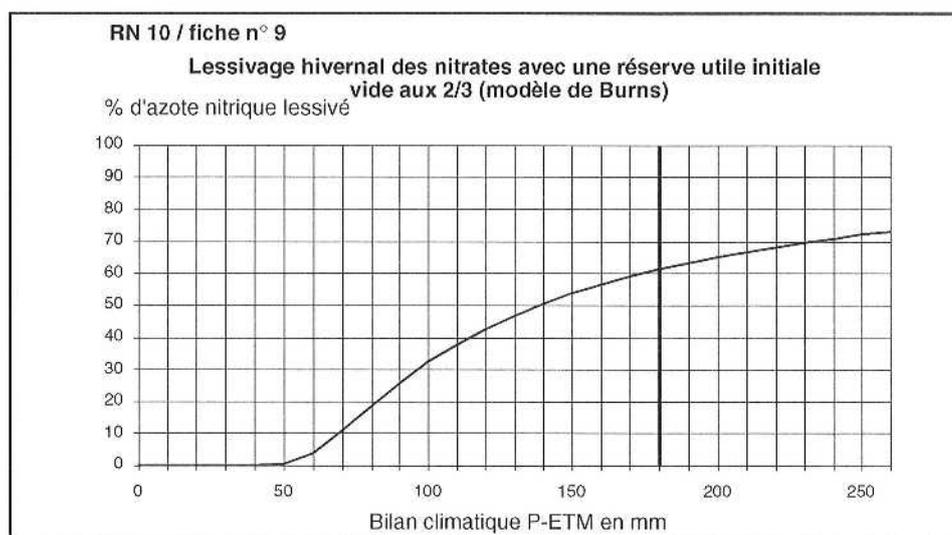
- Facilités de travail du sol et nombreuses interventions possibles. Teneur en cailloux provoquant une usure plus rapide du matériel.

Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'entretien calcique 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, apportées au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Risque de lessivage de l'azote

très élevé

**Pouvoir épurateur**

à peine suffisant. L'association avec les sols de la fiche 8 au sein d'une même parcelle doit conduire à une grande vigilance pour l'élaboration des plans d'épandage

Hardt grise profonde - Typologie des sols d'Alsace : code n° 11.2

Sol brun calcaire - Calcosol fluvique, limono-argilo-sableux à limoneux

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 et sont donc toujours juxtaposés aux sols des fiches 8 et 9. Ces sols se situent plus particulièrement à proximité du Rhin entre Neuf-Brisach et la forêt de la Hardt.

Les chenaux de débordement sont remplis d'un matériau limoneux déposé par le Rhin, mais qui pourrait être initialement pour partie d'origine lœssique.

Les eaux superficielles s'infiltrent bien dans ces sols dont la profondeur et la texture sont appréciées. Dans certains cas, fréquemment rencontrés au Nord de la région, d'anciens chenaux posent des problèmes d'excès d'eau et limitent la praticabilité des parcelles traversées par ceux-ci.

Mise en valeur actuelle : Cultures d'été avec irrigation (maïs essentiellement).

Etendue estimée : 10 à 15 %



L'association des sols de type 8 et 10 sur la même parcelle, conduit souvent à des pratiques agricoles calées sur la plus forte contrainte

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité du Rhin
- légères dépressions au sein de la terrasse rhénane, marquant le tracé d'un ancien chenal de largeur variable (quelques dizaines de mètres),
- Zone non inondable
- Matériau calcaire, peu ou pas de galets

à l'œil



- couleur brune,
- pas de galets,

au toucher



- texture limono-argileuse à argilo-limoneuse

à la pissette



- effervescence à l'acide forte

à la tarière



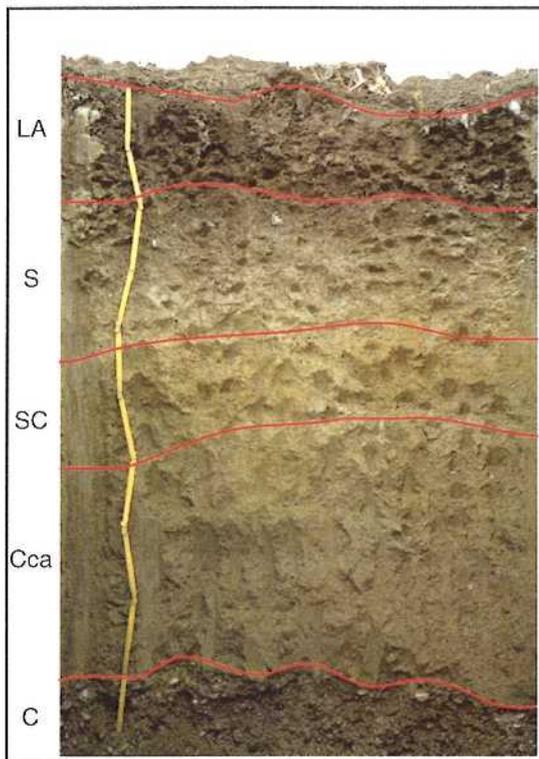
- profond (1 m ou plus), texture limoneuse à argilo-limoneuse
- sain au Sud de la zone ; parfois hydromorphe vers le Nord

UN EXEMPLE DE PROFIL

Fessenheim : X = 989.2 Y = 2336.5

Mars 1997. Parcelle de maïs grain irrigué

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Argile limoneuse, brun, structure polyédrique, compact. Racines nombreuses. Calcaire

Horizon S (35-85 cm) - Argile limono-sableuse, jaunâtre, structure polyédrique, très compact. Racines nombreuses. Calcaire.

Horizon SC (85-120 cm) - Sable limoneux, jaunâtre, structure polyédrique à prismatique, peu compact. Peu de racines. Concrétions calcaires

Horizon Cca (120-190 cm) - Sable, gris jaunâtre. Nombreuses racines. Calcaire.

Horizon C (190-250 cm) - Sable caillouteux, gris. Nombreuses racines. Calcaire.

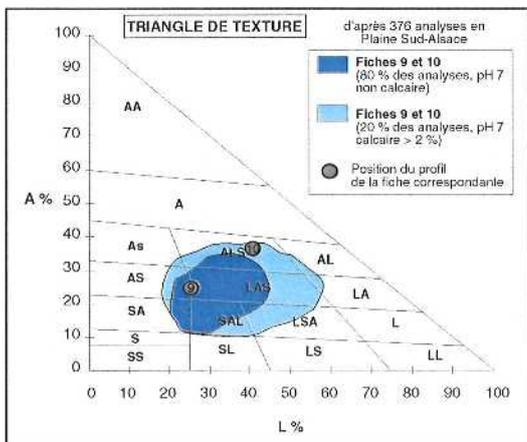
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					M en %
		S.G	S.F	L.G.	L.F	A.	
0 - 35 cm	LA	3,3	12,4	9,7	28,6	44,1	1,8
35 - 85 cm	S	3,0	21,0	8,6	31,7	34,3	1,3
85 - 120 cm	SC	10,9	53,9	11,7	14,7	8,4	0,3
120 - 190 cm	Cca	28,6	58,5	4,4	4,3	4,0	0,1
190 - 250 cm	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Basos échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,0	10,2	79	8,3	46,5	1,52	0,56	0,06	18,5	Sat.
7,8	38,3	21	8,4	42,4	0,98	0,19	0,04	10,4	Sat.
6,5	34,1	11	8,6	33,8	0,70	0,06	0,03	3,1	Sat.
3,5	28,4	7	8,8	29,6	0,40	0,03	0,03	1,4	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Joret-Hébert - 34 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA - 16,0 % pour CaCO3 actif dans l'horizon S



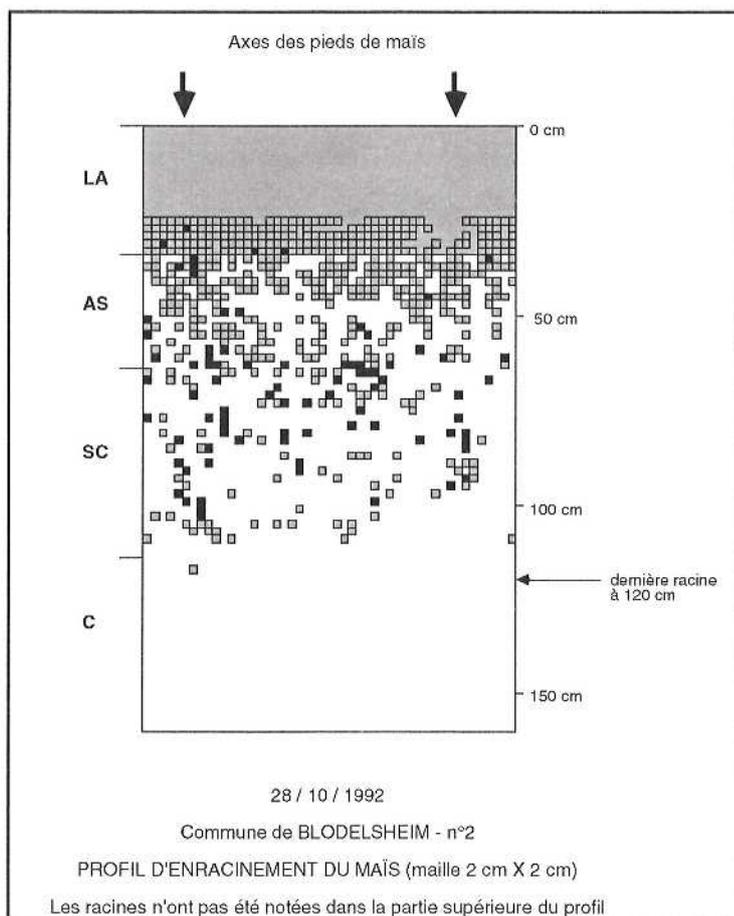
Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols de la Hardt grise.

*Hardt grise profonde***Enracinement du maïs.**

Blodelsheim 2. Octobre 1992

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

**CARACTERES GENERAUX DU SOL**

- Sol profond de 1,50 à 2,00 m
- Texture limono-argileuse à argilo-limoneuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 25 à 30 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,4 (de LA à SC)
- Réserve utile de 120 mm pour 120 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2/3
- pH supérieur à 7,5
- 10 à 30 % de calcaire total ; forte teneur en calcaire actif (10 à 20 % en profondeur)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Pas de contrainte majeure liée au type de sol lui-même : sol sain à ressuyage rapide (sauf quelques situations au Nord de la région)
- Nappe phréatique à moyenne profondeur (5 à 7 m)
- Contraintes sur le choix des cultures, du fait de l'obligation d'irriguer imposée par l'association avec le sol 9
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur suffisant

Hardt grise profonde

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentialités correctes même sans irrigation cependant limitées par la présence de larges plages de sols de type 8 ou 9 dans les mêmes parcelles

Praticabilité et travail du sol

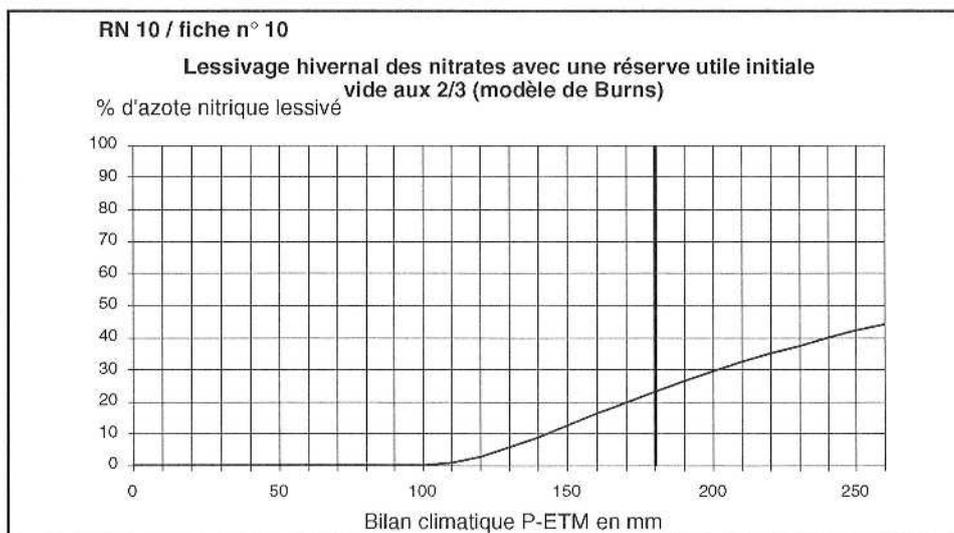
- Ressuyage rapide en situation saine, permettant d'envisager des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Dans les situations du Nord de la région, le ressuyage plus lent retarde l'accès dans des parcelles qui se ressuient bien par ailleurs

Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'entretien calcique 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, apportées 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.

Risque de lessivage de l'azote

limité

**Pouvoir épurateur**

suffisant. L'association avec les sols des fiches 8 et 9 au sein d'une même parcelle doit conduire à une grande vigilance pour l'élaboration des plans d'épandage

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ces sols présentent une profondeur variable (50 à 80 cm) et reposent sur le cailloutis rhénan. Ce type de sol se développe en association avec le sol suivant (fiche 12) sur les alluvions récentes du Rhin à dominante sableuse et calcaire. Situées tout le long du fleuve du Sud au Nord de l'Alsace, ces alluvions se localisent surtout à l'Est de la route départementale 468.

Mise en valeur actuelle :

Cultures d'été avec irrigation (maïs), céréales à paille

Etendue estimée : 15 à 20 % (sols 11 et 12)



Les sols 11 à 13 sont étroitement imbriqués à l'intérieur du parcellaire avec une dominante pour l'un ou l'autre selon l'éloignement du Rhin

CRITERES DE RECONNAISSANCE

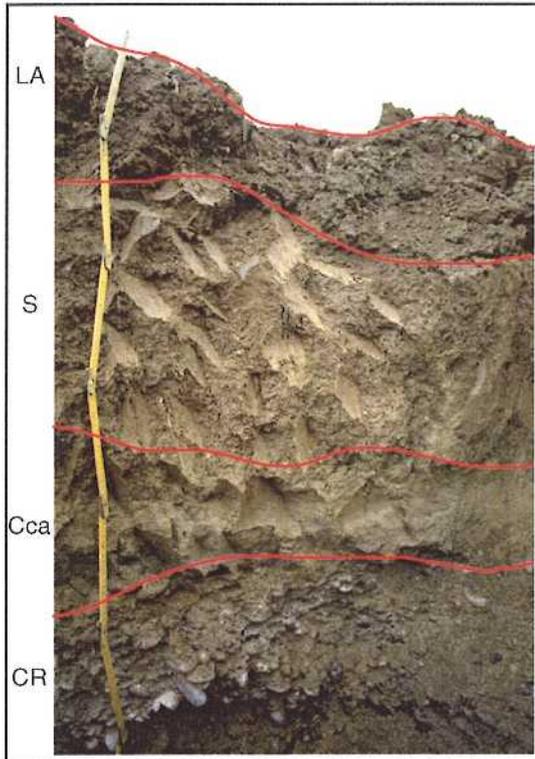
- | | | | |
|---|---------------|---|--|
| - Proximité du Rhin | à l'œil |  | - étendues sableuses en principe sans galets en surface |
| - Zone non inondable | au toucher |  | - texture sableuse |
| - Matériau calcaire, peu ou pas de galets | à la pissette |  | - effervescence à l'acide forte |
| | à la tarière |  | - sol peu à moyennement profond (50 à 80 cm), sain ; sable calcaire jaunâtre en profondeur |

UN EXEMPLE DE PROFIL

Geisswasser : X = 992.1 Y = 2345.9

Mars 1997. Parcelle de maïs

Profil caractéristique d'une variante plus limoneuse de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon sablo-argileux (sable fin), beige, structure polyédrique nette, meuble. Racines peu nombreuses. Calcaire.

Horizon S (35-65 cm) - Sable grossier, calcaire, stucture particulaire, très friable, beige jaunâtre. Très peu de racines.

Horizon Cca (65-90 cm) - Sable grossier, avec quelques galets (60 %).

Horizon CR (90-150 cm) - Nombreux cailloux arrondis

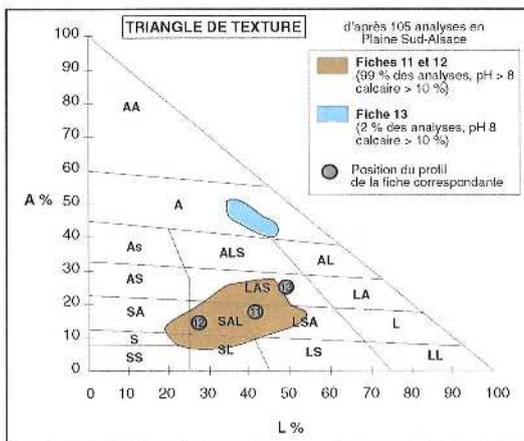
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 35 cm	LA	3,8	31,8	17,1	25,7	18,7	2,8
35 - 65 cm	S	1,8	17,0	14,3	38,5	26,3	1,9
65 - 90 cm	Cca	26,5	59,3	4,4	5,0	4,6	0,3
90 - 150 cm	CR	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,4	27,1	234	8,1	35,6	1,18	0,75	0,12	9,3	Sat.
8,5	28,5	18	8,3	32,2	1,24	0,13	0,21	11,2	Sat.
7,2	21,5	11	8,6	30,2	0,43	0,03	0,09	1,6	Sat.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Joret-Hébert - 118 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA - CaCO3 actif : 10,0 % dans l'horizon S



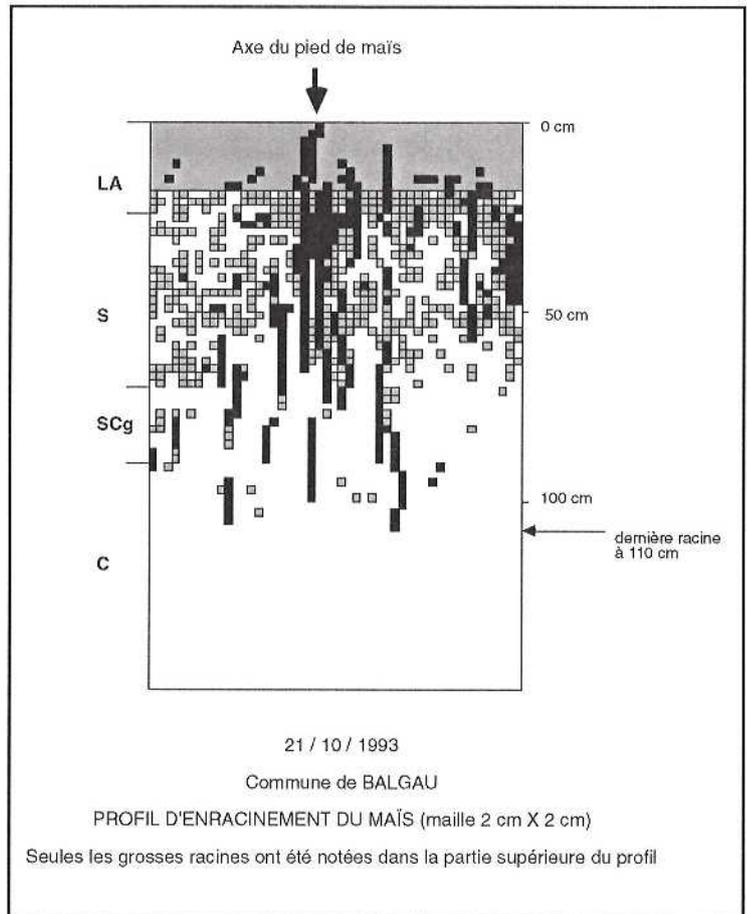
Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour l'ensemble des sols de la Basse Plaine sableuse proche du Rhin.

Enracinement du maïs.

Balgau. Octobre 1993

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

**CARACTERES GENERAUX DU SOL**

- Profondeur du sol moyenne (50 à 80 cm)
- Texture limono-sablo-argileuse sur sable en profondeur, teneur en argile de l'horizon de surface de 15 à 20 % (30 à 60 % de sable fin)
- Densité apparente voisine de 1,2-1,3 (en surface)
- Réserve utile inférieure à 80-100 mm pour 50-80 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5
- 20 à 30 % de calcaire total

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau limitée ; infiltration rapide des eaux de surface
- Nappe phréatique à profondeur moyenne (5 à 7 m)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur juste suffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

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

Praticabilité et travail du sol

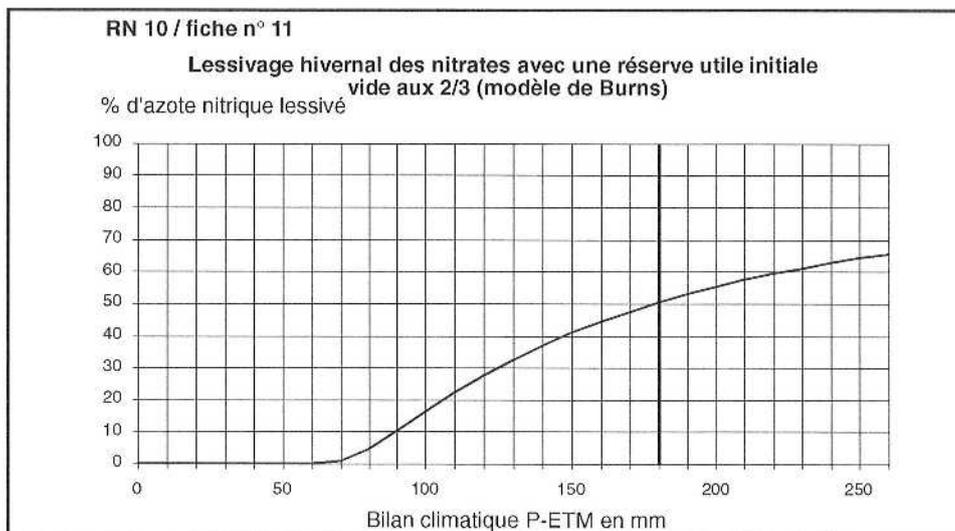
- Facilités de travail du sol et nombreuses interventions possibles en toutes saisons.

Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'entretien calcique 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, apportées au plus près des besoins des plantes
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 à 3 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments.

Risque de lessivage de l'azote

élevé

**Pouvoir épurateur**

juste suffisant à cause de la faible réserve utile ; l'association avec les sols de la fiche 12 au sein d'une même parcelle doit conduire à une grande vigilance pour l'élaboration des plans d'épandage

Basse plaine superficielle caillouteuse - Typologie des sols d'Alsace : code n° 12.0
Rendzine - Calcosol fluvique, sableux, à charge grossière

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se développe en association avec le sol précédent (fiche 11) sur les alluvions récentes et saines du Rhin à dominante sableuse et calcaire. Situées tout le long du fleuve du Sud au Nord de l'Alsace, ces alluvions se localisent surtout à l'Est de la route départementale 468.

Ces sols présentent une faible profondeur avec un sable grossier très calcaire dès 25 cm de profondeur et de nombreux galets. On trouve ces sols en principe plutôt dans la zone la plus proche du Rhin.

Mise en valeur actuelle :

Cultures d'été avec irrigation (maïs, plus rarement céréales à pailles)
Pelouses calcicoles peu productives associées aux espaces boisés (photo ci-dessous)

Etendue estimée : 15 à 20 % (sols 11 et 12)



Les sols 11 et 12 sont étroitement imbriqués à l'intérieur du parcellaire ;
le sol 12 domine d'autant plus que le Rhin est proche

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité du Rhin

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, nombreux galets

à l'œil



- étendues sableuses avec galets en surface, cailloux arrondis (galets) dès la surface en quantité qui peut être notable (de 10 à 70 %)

au toucher



- texture sableuse à sablo-argilo-limoneuse

à la pissette



- effervescence à l'acide forte

à la tarière



- cailloux bloquant la tarière à 30-40 cm le plus souvent

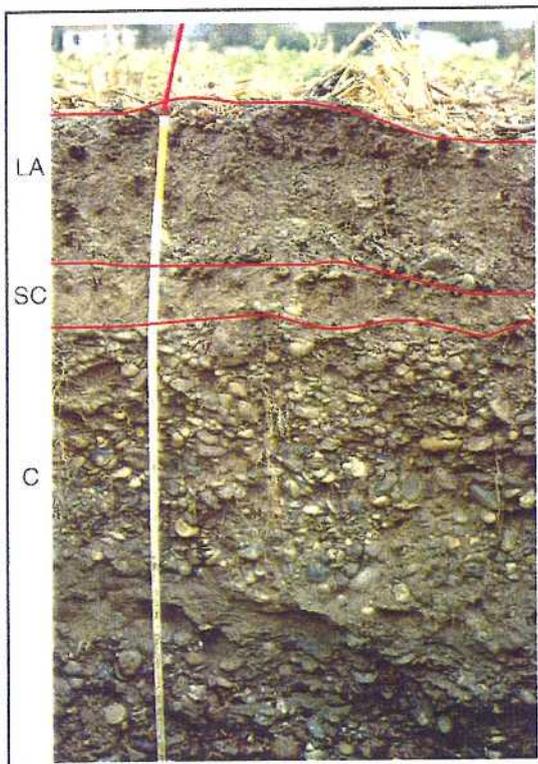
Basse plaine superficielle caillouteuse

UN EXEMPLE DE PROFIL

Nambshiem : X = 990.2 Y = 2338.6

Octobre 1993. Parcelle de maïs grain irrigué

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Sable argilo-limoneux, brun, structure polyédrique, peu compact. Racines peu nombreuses. Calcaire. Nombreux galets.

Horizon SC (30-50 cm) - Sable argileux, jaunâtre, structure polyédrique, peu compact. Peu de racines. Calcaire. Nombreux galets.

Horizon C (> 50 cm) - Sable caillouteux, gris. Calcaire.

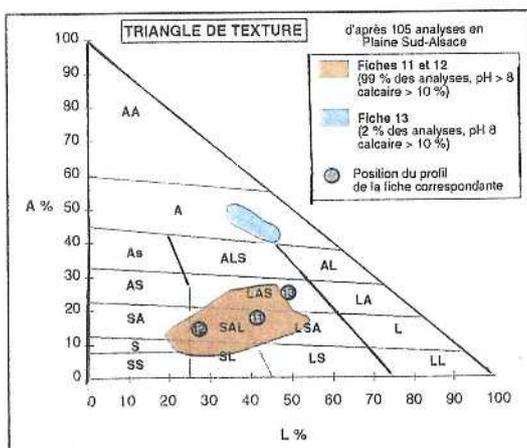
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 30 cm	LA	20,4	34,4	14,2	12,5	17,1	1,5
30 - 50 cm	SC	30,5	32,7	10,6	13,8	11,7	0,6
50 cm et +	C	55,2	29,8	5,0	5,5	4,3	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	18,7	321	8,3	35,1	0,69	0,45	0,10	6,8	Sat.
7,7	21,1	62	8,5	34,8	0,64	0,19	0,06	5,2	Sat.
6,1	17,0	28	8,8	31,1	0,40	0,04	0,06	2,0	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 69 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA - CaCO3 actif : 5 à 10 % sur tout le profil



Variabilité des textures de surface :

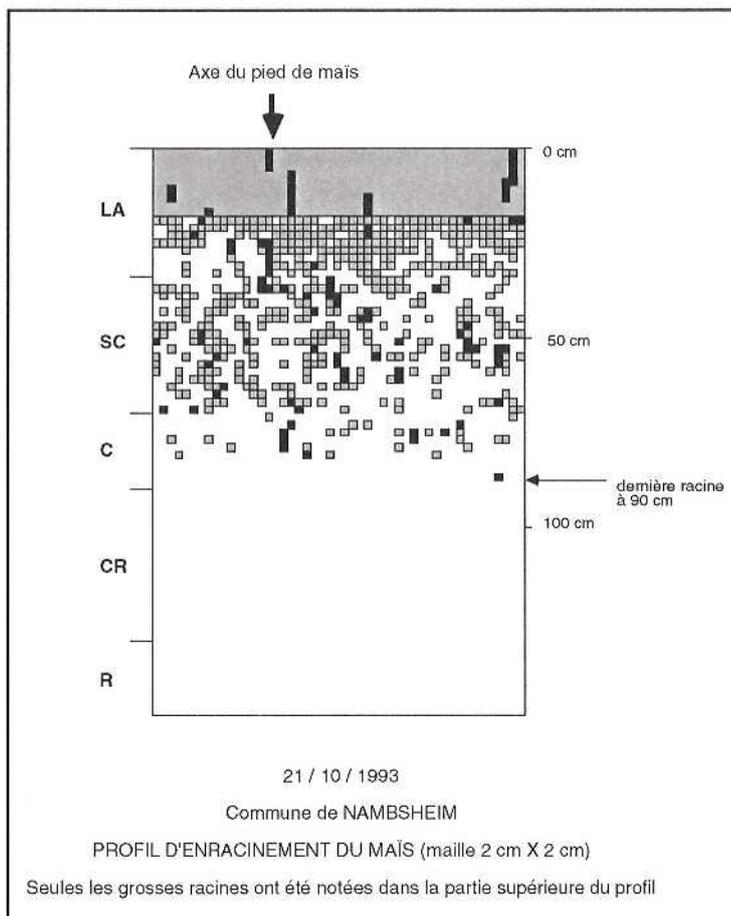
distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour l'ensemble des sols de la Basse Plaine sableuse proche du Rhin.

Basse plaine superficielle caillouteuse

Enracinement du maïs.

Nambsheim. Octobre 1993

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur le profil de sol présenté.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur du sol faible (30 à 50 cm au maximum)
- Texture sableuse à sablo-argilo-limoneuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 12 à 15 %, taux de galets variable de 10 à 70 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,3 (en surface)
- Réserve utile de 50 à 80 mm pour 60 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 8,0 et 8,5
- 20 à 30 % de calcaire total

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très faible. Infiltration rapide des eaux de surface
- Nappe phréatique à moyenne profondeur (5 à 7 m)
- Taux de cailloux élevé entraînant une usure importante du matériel de travail du sol
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentialités de production faibles en cultures d'été sans irrigation
- Pour l'irrigation, privilégier un équipement permettant d'apporter des doses faibles

Praticabilité et travail du sol

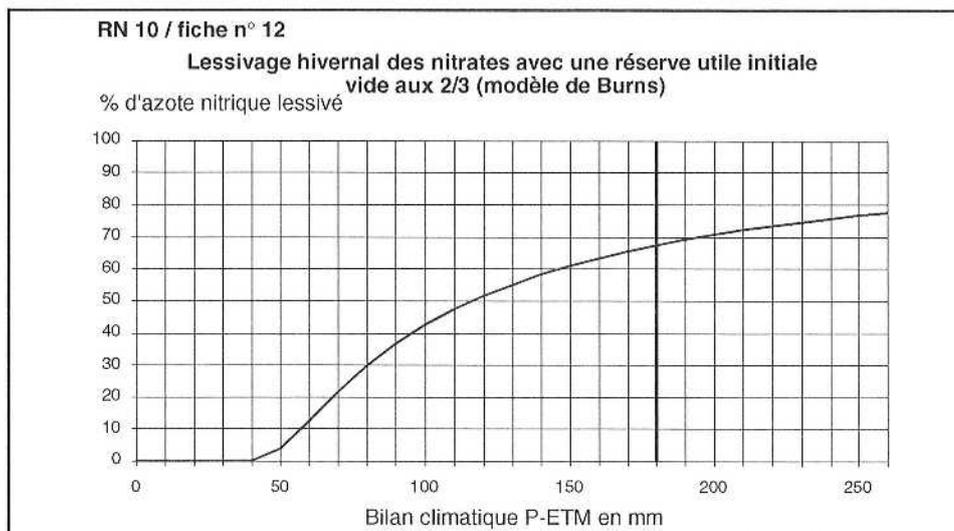
- Facilités de travail du sol et nombreuses interventions possibles en toutes saisons, mais taux de galets provoquant l'usure du matériel

Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'entretien calcique 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, 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.

Risque de lessivage de l'azote

très élevé



Pouvoir épurateur

médiocre ou insuffisant du fait d'une faible réserve utile

Basse plaine hydromorphe - Typologie des sols d'Alsace : code n° 12.4

Sol hydromorphe à gley calcaire - Réductisol fluviatique, calcaire, limono-sablo-argileux à argilo-limoneux

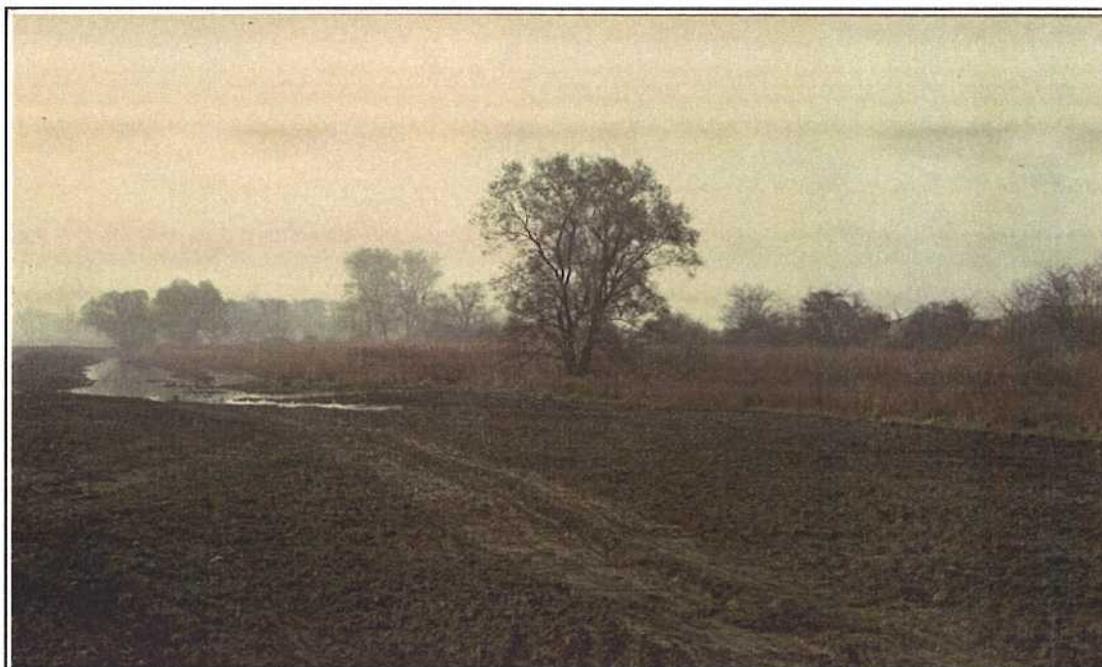
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Développé sur les alluvions récentes du Rhin, ce type de sol est représenté dans les dépressions s'étendant sur les communes de Geisswasser, Vogelgrün et Rosenau. Par ailleurs, il est aussi représenté aux abords immédiats du Rhin sous forêts (par exemple à Kunheim et Baltzenheim. Les dépressions qu'il occupe sont marquées dans le paysage par un dénivelé de 1 à 2 m sur quelques dizaines de mètres de distance et souvent par la présence de roselières.

Les sols qui s'y trouvent sont le plus souvent sablo-argileux, calcaires, de profondeur variable (50 à plus de 100 cm), en association avec les sols de la fiche 12. Ils sont périodiquement engorgés par la circulation d'une nappe superficielle qui se trouve à environ 1 m de profondeur.

Mise en valeur actuelle : Cultures d'été (maïs), prairies ou friches

Etendue estimée : 2 à 3 %



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

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité du Rhin (dépressions)

- Zone inondable

- Matériau calcaire, beige noirâtre,

à l'œil



- dépressions et zones boisées des bords du Rhin

au toucher



- texture argilo-limoneuse à sablo-argileuse

à la pissette



- effervescence à l'acide forte

à la tarière



- sol profond (1 m), texture argilo-limoneuse à sablo-argileuse ; couleur gris bleutée, sable gris jaune à plus de 1 m, très calcaire

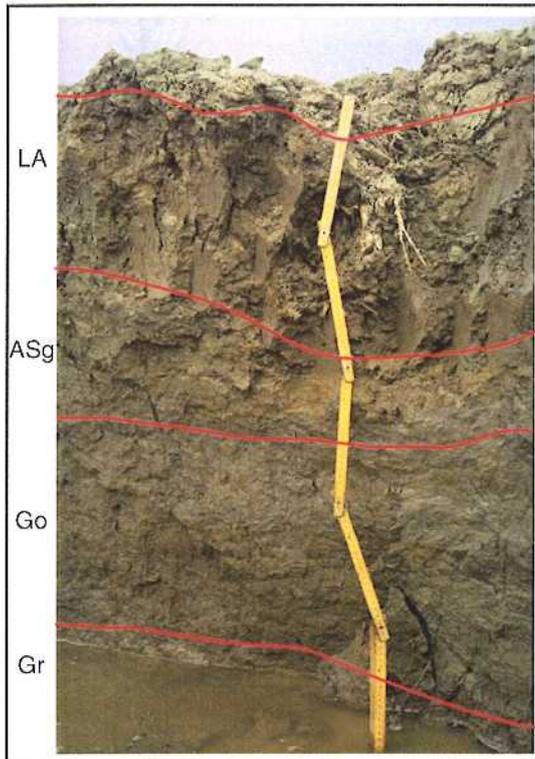
Basse plaine hydromorphe

UN EXEMPLE DE PROFIL

Geisswasser : X = 992.7 Y = 2345.4

Mars 1997. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argilo-sableux, brun, structure polyédrique, compact. Racines nombreuses. Calcaire

Horizon ASg (35-65 cm) - Limon sablo-argileux, beige orangé, structure polyédrique, compact. Taches d'oxydation nombreuses. Peu de racines. Calcaire

Horizon Go (65-90 cm) - Limon sablo-argileux, gris rouille, structure prismatique, peu compact. Pas de racines. Taches d'oxydo-réduction. Calcaire.

Horizon Gr (90-120 cm) - Sable, gris-noir, peu compact, réduit. Pas de racines. Calcaire. Nappe.

Horizon C (120-150 cm) - Sable caillouteux, gris. Calcaire.

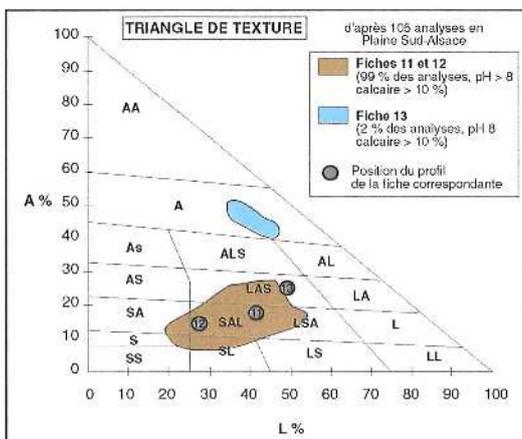
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0 - 35 cm	LA	3,3	27,0	19,4	28,1	19,6	2,5
35 - 65 cm	ASg	0,5	36,0	28,1	22,8	11,7	0,9
65 - 90 cm	Go	0,8	34,9	32,1	20,8	10,3	1,0
90 - 120 cm	Gr	7,6	70,7	9,5	4,9	5,9	1,4
120 - 150 cm	C						

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,7	24,0	192	8,2	37,6	1,36	0,32	0,16	9,7	Sat.
9,5	28,8	-	8,2	36,3	1,24	0,08	0,24	6,2	Sat.
10,2	30,0	-	8,3	35,1	1,21	0,07	0,20	5,2	Sat.
16,4	27,5	-	8,3	32,5	0,88	0,04	0,16	3,5	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 92 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA



Variabilité des textures de surface :

distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour l'ensemble des sols de la Basse Plaine sableuse proche du Rhin.

Basse plaine hydromorphe

Enracinement du maïs

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

Enracinement développé au maximum
jusqu'à 60-70 cm, du fait de l'hydromorphie. Asphyxie
de la plante liée à l'engorgement généralisé
Profondeur utile limitée par la nappe

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond de 1,00 m à 1,50 m
- Texture limono-argilo-sableuse à argilo-limoneuse, teneur en argile de l'horizon de surface de 20 à 35-40 %
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,4 (de LA à G)
- Réserve utile de 110 mm pour 65 cm de sol, limitée par le niveau haut de la nappe en hiver et au printemps
- Classe d'hydromorphie : H3/4
- pH voisin de 8
- 10 à 30 % de calcaire total

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Hydromorphie prononcée, risques d'engorgement par remontée de nappe à faible profondeur (50 cm 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 plus ou moins plastique du substrat. Stagnation des eaux
- Texture assez lourde (30 à 35 % d'argile)
- Risque de lessivage des nitrates élevé, mais des phénomènes de dénitrification peuvent se produire
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Basse plaine hydromorphe

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités

- Potentialités de production limitées par les engorgements périodiques de ces dépressions

Praticabilité et travail du sol

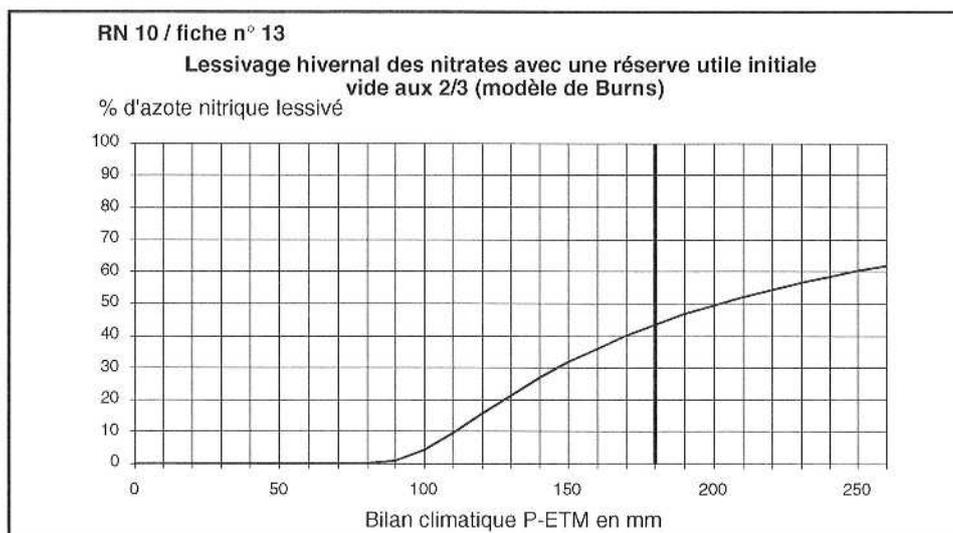
- Terres difficiles à travailler ("terrains mouvants" du fait de l'excès d'eau marqué) ; ce caractère est atténué par un taux de matière organique élevé (4-5 %) et la présence constante de calcaire total

Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'entretien calcique 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 2 fois
- Attention à l'apparition des signes de carences en oligo-éléments.

Risque de lessivage de l'azote

élevé ; des phénomènes de dénitrification peuvent se produire



Pouvoir épurateur

médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau

Loess - Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.0 ou 21.1
Sol brun calcaire - Calcisol limoneux, issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en limite Sud-Ouest de la petite région Sud-Alsace dans les collines du Sundgau. Il correspond à des dépôts loessiques, de plusieurs mètres d'épaisseur.

Ces levées loessiques ont été constituées par des apports éoliens d'âge Würm qui sont venus recouvrir différents matériaux, notamment des calcaires et des marnes, mais aussi des matériaux alluviaux grossiers.

Mise en valeur actuelle :

Ce sol présente de nombreux atouts et porte un large éventail de cultures (céréales, betteraves, tabac, choux ...).

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Collines du Sundgau

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, sans galets

à l'œil



- sur collines limoneuses
- absence totale de cailloux

au toucher



- texture de surface limoneuse

à la pissette



- effervescence à l'acide forte

à la tarière



- sol profond (> 1 m) et sain ;
limon jaunâtre au toucher
farineux en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (1 m à 1,5 m)
- Texture limoneuse à limono-argileuse (15 à 25 % d'argile en surface)
- Densité apparente comprise entre 1,1 et 1,3 (de LA à SC)
- Réserve utile de 180-200 mm pour 1,20 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5 sur tout le profil
- 2 à 10 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % et plus en profondeur

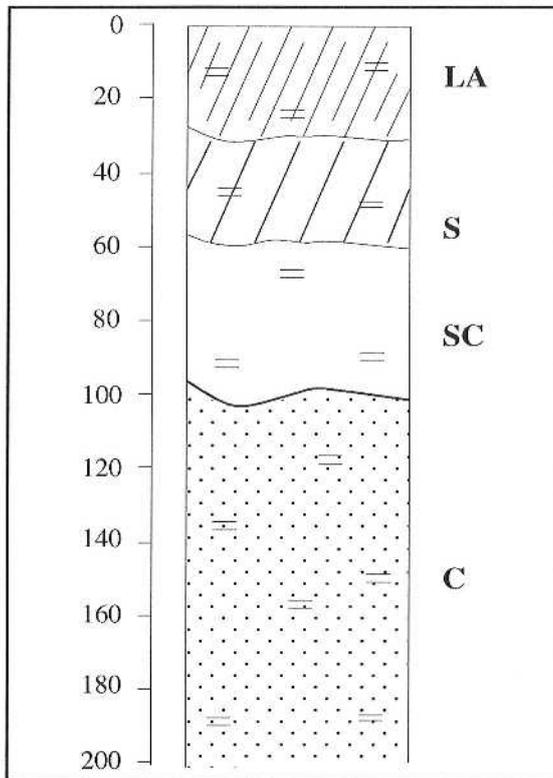
Loess

UN EXEMPLE DE PROFIL

Landser haut : X = 978.4 Y = 2309.9

Octobre 1991. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon, brun, structure polyédrique nette, peu compact. Calcaire. Nombreuses racines.

Horizon S (30-60 cm) - Limon, beige jaune, structure polyédrique nette, peu compact. Calcaire. Racines assez nombreuses.

Horizon SC (60-100 cm) - Limon, jaunâtre, structure prismatique et polyédrique, peu compact. Calcaire. Racines peu nombreuses.

Horizon C (100-180 cm) - Limon sableux, beige jaunâtre, structure à éclats anguleux, peu compact. Calcaire. Très peu de racines. Rares taches rouille 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 cm	LA	3,2	3,0	46,8	30,0	15,2	1,8
30-60 cm	S	2,4	6,3	51,1	29,1	10,7	0,5
60-100 cm	SC	5,5	4,9	49,9	29,8	9,5	0,3
100-180 cm	C	1,2	3,1	58,8	29,3	7,4	0,2

PROFIL CHIMIQUE

Cr/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	19,7	402	8,3	39,1	0,89	0,38	0,03	9,0	Sat.
7,9	28,9	-	8,4	36,5	0,89	0,15	<0,01	5,2	Sat.
9,7	30,1	-	8,7	38,7	0,94	0,11	<0,01	4,8	Sat.
8,7	33,8	-	8,7	36,1	0,89	0,09	<0,01	3,9	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 72 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA

ATOUTS ET CONTRAINTES

- Pas de contraintes majeures si ce n'est risque de semelles de labour en conditions non ressuyées
- Profondeur importante (1 à 2 m au moins), bonnes porosité et structure, substrat perméable, ressuyage rapide (2 à 3 jours)
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur élevé

Lehm sur loess - Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.4
Sol brun faiblement lessivé - Calcisol à néoluvisol limoneux, issu de lehm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en limite Sud-Ouest de la petite région Sud-Alsace dans les collines du Sundgau. Il correspond aux surfaces planes des dépôts loessiques permettant l'entraînement des argiles en profondeur.

Mise en valeur actuelle :

Ce sol présente de nombreux atouts et porte un large éventail de cultures (céréales, betteraves, tabac, choux ...).

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

Collines du Sundgau

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, sans galets

à l'œil



- sur collines limoneuses
- absence totale de cailloux

au toucher



- texture de surface limono-argileuse

à la pissette



- pas d'effervescence à l'acide en surface

à la tarière



- sol profond (> 1 m) et sain ;
limon jaune orangé au toucher
farineux en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (1 m à 1,5 m au moins)
- Texture limoneuse légèrement argileuse (20 à 25 % d'argile en surface)
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,5 (de LA à BT)
- Réserve utile de 180 mm pour 1,20 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 6,5 et 7,5
- non calcaire jusqu'à 80 cm de profondeur

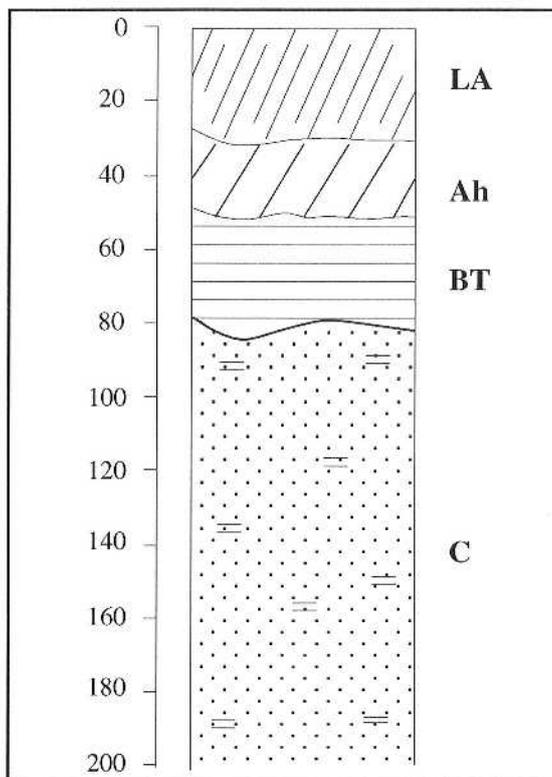
Lehm sur loess

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1991. Parcelle de maïs

Wittersdorf : X = 970.7 Y = 2302.4

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, brun, décarbonaté, structure polyédrique nette, peu compact. Nombreuses racines.

Horizon Ah (30-50 cm) - Limon, beige clair, structure polyédrique nette, peu compact. Racines assez nombreuses.

Horizon BT (50-80 cm) - Limon argileux, orangé, structure prismatique et polyédrique, compact. Racines peu nombreuses.

Horizon C (80-170 cm) - Limon sableux, beige jaunâtre, structure polyédrique, peu compact. Calcaire. Très peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	2,2	1,8	43,8	31,3	19,3	1,6
30-50 cm	Ah	0,3	1,5	39,1	31,2	27,1	0,8
50-80 cm	BT	0,2	1,6	41,0	30,8	25,9	0,5
80-170cm	C	0,5	1,5	49,7	37,9	10,1	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0,0	323	6,8	10,3	0,99	0,43	0,03	10,8	Sat.
6,8	0,1	-	7,3	14,4	1,49	0,28	<0,01	12,5	Sat.
5,9	0,1	-	7,7	15,7	1,44	0,26	<0,01	12,0	Sat.
9,3	25,5	-	8,5	38,0	1,14	0,11	<0,01	6,6	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 76 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA

ATOUTS ET CONTRAINTES

- Pas de contraintes majeures si ce n'est risque de semelles de labour en conditions non ressuyées
- Profondeur importante (1 à 2 m au moins), bonnes porosité et structure, substrat perméable, ressuyage assez rapide (3 à 5 jours)
- Risque de lessivage des nitrates très limité
- Pouvoir épurateur élevé

Argile sur marne - Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Sol brun calcaire - Calcisol limono-argileux et caillouteux, issu de marne et calcaire

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en limite Sud-Ouest de la petite région Sud-Alsace dans les collines du Sundgau. Il correspond à des affleurements où les limons sus-jacents ont été dégagés par érosion. C'est souvent le cas sur les ruptures de pente observées en haut de versant.

Dans ces situations les sols sont sains la plupart du temps. On observe cependant par places des sols hydromorphes lorsqu'un niveau sous-jacent imperméable est proche de la surface.

Mise en valeur actuelle :

En cas d'extension importante ce sol porte souvent des prairies, sinon il est cultivé comme les sols limoneux voisins (céréales, betteraves, tabac, choux ...).

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Hauts de versants et buttes
des collines du Sundgau

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, sans galets

à l'œil



- absence totale de cailloux

au toucher



- texture de surface argileuse

à la pissette



- effervescence à l'acide forte

à la tarière



- sol peu profond (50 cm) et sain
à légèrement hydromorphe ;
argile jaunâtre bleutée en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Profondeur comprise entre 30 et 100 cm
- Texture argileuse lourde (50 à 60 % d'argile dès la surface)

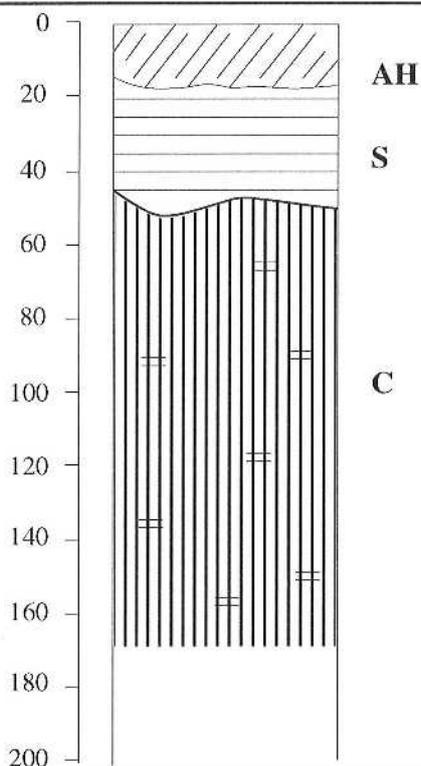
- Densité apparente comprise entre 1,2 et 1,4 (de AH à SC)
- Réserve utile de 120 mm pour 60 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H1-3

- pH compris entre 7,0 et 8,0 sur tout le profil
- 5 à 10 % de calcaire total

Argile sur marne

UN EXEMPLE DE PROFIL

Aucun profil analysé disponible dans toute la région
Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon AH (0-20 cm) - Argile lourde, noirâtre, structure polyédrique nette, peu compact. Nombreuses racines.

Horizon S (20-50 cm) - Argile, beige jaune, structure polyédrique nette, compact. Racines assez nombreuses.

Horizon C (50-120 cm) - Argile, gris bleuté, structure prismatique à éclats anguleux, très compact. Très peu de racines. Calcaire. Rares tâches rouille en fond de profil.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20 cm	AH	-	-	-	-	-	-
20-50 cm	S	-	-	-	-	-	-
50-120 cm	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/I en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pas d'analyses existantes

ATOUS ET CONTRAINTES

- Contraintes majeures liées à la texture très lourde et à l'excès d'eau potentiel de ces sols
- Profondeur variable (30 à 100 cm), bonnes porosité et structure sur les premiers 50 cm, substrat plus ou moins imperméable, ressuyage lent (1 à 3 semaines)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur moyen à faible

Colluvion de loess - Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.5

Sol brun calcaire colluvial à gley profond - Calcisol colluvique limoneux, issu de loess, à horizon rédoxique de profondeur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en limite Sud-Ouest de la petite région Sud-Alsace dans les collines du Sundgau. Il correspond à des dépôts limoneux loessiques issus du remplissage des fonds de vallons.

Mise en valeur actuelle :

Ce sol prolonge les sols 14, 15 et 16 et porte le même éventail de cultures (céréales, différentes cultures spéciales ...)

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Fonds de vallons des collines du Sundgau

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, sans galets

à l'œil



- absence totale de cailloux

au toucher



- texture de surface limono-argileuse

à la pissette



- effervescence à l'acide faible à nulle

à la tarière



- sol profond (> 1 m) et frais ;
limon jaunâtre-orangé au toucher
farineux en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (1 m à 1,5 m au moins)
- Texture limoneuse à limono-argileuse (15 à 20 % d'argile en surface)

- Densité apparente comprise entre 1,1 et 1,3 (de LA à Sg)
- Réserve utile de 180-200 mm pour 1,20 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H0-1

- pH compris entre 7,5 et 8,5 sur tout le profil
- 0 à 5 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % et plus en profondeur

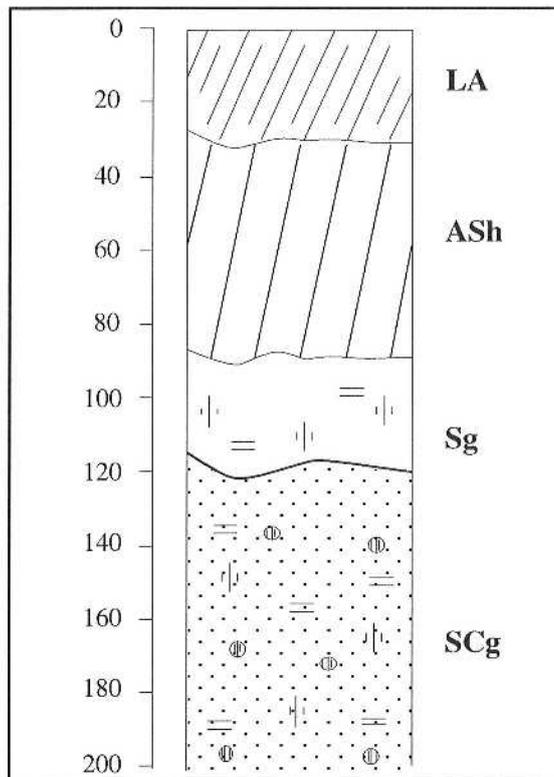
Colluvion de loess

UN EXEMPLE DE PROFIL

Illfurth : X = 967.8 Y = 2310.6

Octobre 1992. Parcelle de maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argileux, brun, décarbonaté, structure grumeleuse, peu compact. Nombreuses racines.

Horizon ASH (35-85 cm) - Limon argileux, beige clair, structure polyédrique nette, peu compact. Nombreuses racines. Rares taches rouille.

Horizon Sg (85-120 cm) - Limon, jaunâtre, structure prismatique et polyédrique, compact. Racines peu nombreuses. Taches gris-rouille assez nombreuses.

Horizon SCg (120-180 cm) - Limon sableux, beige jaunâtre orangé, structure à éclats anguleux, peu compact. Très peu de racines. Taches gris-rouille et concrétions noires assez nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	0,6	1,4	42,2	33,1	20,9	1,7
35-85 cm	ASH	0,3	1,2	38,0	36,4	23,3	0,7
85-120 cm	Sg	1,1	1,4	48,9	35,9	12,4	0,3
120-180cm	SCg	0,6	1,1	52,1	38,1	8,0	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,8	0,2	96	7,8	16,1	1,19	0,36	0,03	12,0	Sat.
6,2	0,2	10	8,1	16,5	0,99	0,19	0,03	10,1	Sat.
5,6	24,3	10	8,5	39,7	0,89	0,11	0,03	6,0	Sat.
5,1	30,5	5	8,6	37,9	0,94	0,09	0,03	4,5	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 8 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA

ATOUTS ET CONTRAINTES

- Légères contraintes liées à l'excès d'eau et aux stagnations temporaires de surface, hydromorphie parfois proche de la surface (cf. fiche n° 18)
- Profondeur importante (1 à 2 m au moins), bonnes porosité et structure, substrat assez perméable, ressuyage un peu lent (5 jours)
- Risque de lessivage des nitrates limité à moyen
- Pouvoir épurateur moyen

Loess hydromorphe - Typologie des sols d'Alsace : code n° 21.6

Sol brun calcaire hydromorphe - Calcisol colluviosol rédoxique limono-argileux, issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en limite Sud-Ouest de la petite région Sud-Alsace dans les collines du Sundgau. Il correspond à des dépôts limoneux loessiques issus du remplissage des fonds de vallons, manifestant des excès d'eau parfois visibles en surface (stagnations).

Mise en valeur actuelle :

Ce sol prolonge les sols 14, 15 et 16 et porte le même éventail de cultures (céréales, différentes cultures spéciales ...).

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Fonds de vallons humides
des collines du Sundgau

- Zone non inondable

- Matériau calcaire, sans galets

à l'œil



- absence totale de cailloux

au toucher



- texture de surface limoneuse

à la pissette



- effervescence à l'acide faible

à la tarière



- sol profond (> 1 m) et humide ;
limon jaunâtre-orangé au toucher
farineux en profondeur, avec traces
d'hydromorphie

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (1 m à 1,5 m au moins)
- Texture limoneuse (15 à 20 % d'argile en surface)

- Densité apparente comprise entre 1,1 et 1,3 (de LA à Sg)
- Réserve utile de 200-240 mm pour 1,20 m de sol
- Classe d'hydromorphie : H2-3

- pH compris entre 7,5 et 8,0 au moins sur tout le profil
- 0 à 5 % de calcaire total en surface, jusqu'à 30 % et plus en profondeur

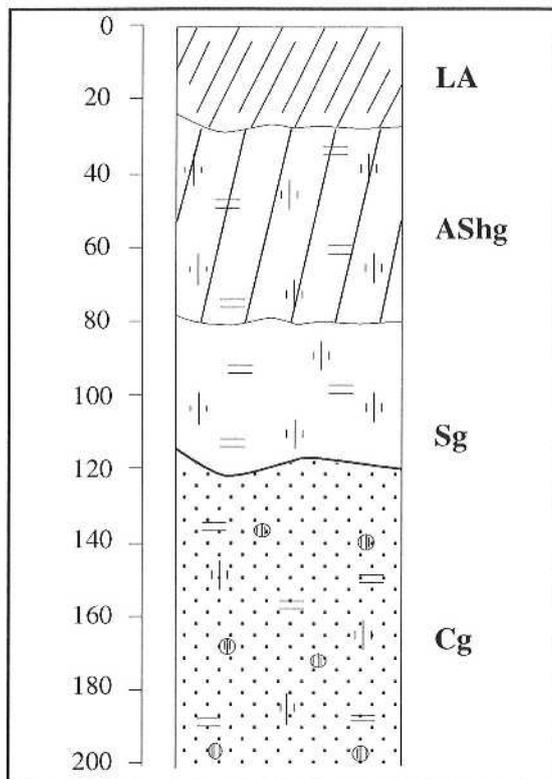
Loess hydromorphe

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1991. Parcelle de maïs

Landser bas : X = 978.4 Y = 2309.9

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon, brun, structure polyédrique nette, peu compact. Nombreuses racines.

Horizon AShg (30-80 cm) - Limon argileux, beige jaune, structure polyédrique nette, peu compact. Nombreuses racines. Rares taches rouille.

Horizon Sg (80-125 cm) - Limon, jaunâtre, structure prismatique et polyédrique, compact. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille.

Horizon Cg (125-200 cm) - Limon sableux, beige jaunâtre, structure à éclats anguleux, peu compact. Très peu de racines. Quelques taches gris-rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	1,4	2,2	49,4	27,6	17,6	1,7
30-80 cm	AShg	1,1	2,4	50,6	26,4	18,4	1,0
80-125 cm	Sg	3,7	2,9	47,2	33,2	12,4	0,4
125-200cm	Cg	1,2	2,2	57,7	32,1	6,6	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	3,7	183	8,2	36,6	0,89	0,43	0,03	10,0	Sat.
7,9	4,9	-	8,3	37,3	1,04	0,32	<0,01	8,9	Sat.
7,9	2,5	-	8,5	38,9	1,19	0,13	<0,01	6,2	Sat.
8,6	31,9	-	8,6	36,9	0,99	0,09	<0,01	4,1	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - 64 ppm pour P2O5 Olsen dans l'horizon LA

ATOUTS ET CONTRAINTES

- Contraintes liées à l'excès d'eau et aux stagnations temporaires de surface
- Profondeur importante (1 à 2 m au moins), bonnes porosité et structure, substrat assez perméable, ressuyage un peu lent (5 à 8 jours)
- Risque de lessivage des nitrates limité à moyen
- Pouvoir épurateur moyen, vérification du niveau d'excès d'eau indispensable

Sables de la Thur - Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.4
Sol brun alluvial acide - Fluviosol brunifié superficiel, sablo-caillouteux, acide

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en bordure de la région Sud-Alsace, à l'Ouest d'Ensisheim. Il correspond au cône alluvial de la Thur sablo-caillouteux. Cependant, la plupart des dépôts sont sableux ou limono-sableux. Ces épandages peuvent localement avoir remanié des limons et présenter des sols lessivés (fiche 20).

Mise en valeur actuelle :

Grandes cultures, nombreuses jachères.

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de la Thur

- Zone non inondable

- Matériau sableux non calcaire, sans galets

à l'œil



- étendues sablonneuses, brun grisé, visibles sur les labours
- peu ou pas de cailloux

au toucher



- texture de surface sableuse ou sablo-limoneuse

à la pissette



- pas d'effervescence

à la tarière



- sol peu profond (50 cm) et texture à dominante sableuse

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu profond (50 cm)
- Texture à dominante sableuse (10 à 15 % d'argile en surface)
- Densité apparente voisine de 1,2 (en SC)
- Réserve utile de 60 mm pour 50 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0/1
- pH compris entre 5,5 et 6,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire ; complexe adsorbant légèrement désaturé (S/T = 70-80 %)

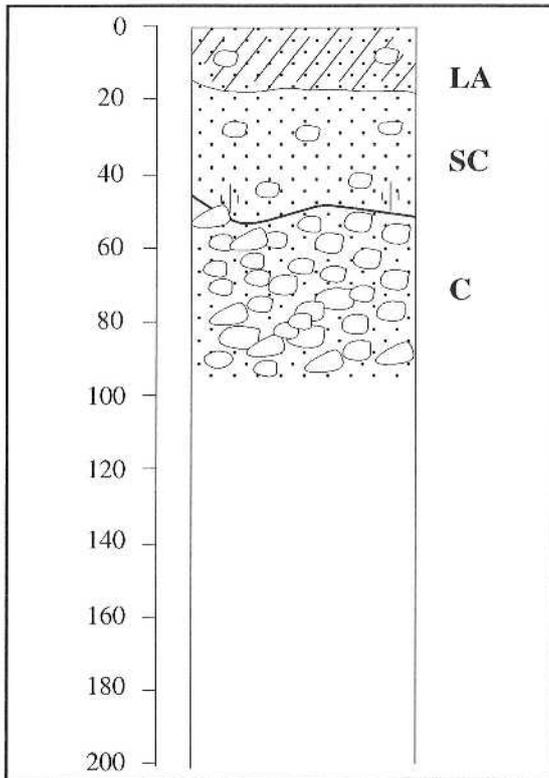
Sables de la Thur

UN EXEMPLE DE PROFIL

Ensisheim : X = 974.0 Y = 2327.3

Février 1991. Parcelle de maïs

Profil représentatif d'une variante : les berges sableuses d'un chenal de diffluence de la Thur



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Sable limoneux, brun, structure grumeleuse et particulaire, meuble. Nombreux galets. Nombreuses racines.

Horizon SC (25-50 cm) - Sable limoneux, beige clair, structure polyédrique, peu compact. Pas ou peu de racines.

Horizon C (50-100 cm) - Sable caillouteux, beige jaunâtre meuble.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LA	28,4	10,7	19,1	27,5	12,9	1,4
25-50 cm	SC	28,1	10,9	18,4	19,9	12,0	0,6
50-100 cm	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,8	0,0	541	6,3	3,6	0,51	0,80	0,05	6,3	78
8,9	0,0	-	5,8	3,2	0,63	0,41	0,05	5,8	74
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P2O5 Dyer - Pas de P2O5 Olsen

ATOUTS ET CONTRAINTES

- Risques de submersion torrentielle à proximité immédiate de la Thur
- Nappe phréatique à moyenne profondeur (entre 5 et 7 m). Faible hydromorphie
- Faible profondeur et infiltration rapide des eaux
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant, du fait de la faible réserve utile et du pH

Sol hydromorphe sur alluvions de la Thur - Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.3

Sol lessivé à pseudogley et gley profond sur alluvions - Luvisol fluviq, rédoxique, à horizon réductique de profondeur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en bordure de la région Sud-Alsace, à l'Ouest d'Ensisheim. Il correspond aux alluvions fines limono-sablo-argileuses du cône alluvial de la Thur. Ces épandages peuvent localement être remaniés par des alluvions plus grossières et présenter des sols bruns acides ou bruns lessivés moins profonds (80-100 cm). Ce sol présente en profondeur un niveau argileux qui provient du lessivage des argiles, et qui peut être par endroits très compact. Une nappe perchée temporaire est présente à moyenne profondeur.

Mise en valeur actuelle :

Céréales et maïs avec irrigation

Etendue estimée : marginale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Proximité de la Thur

- Zone non inondable

- Matériau sableux non calcaire, sans galets

à l'œil



- étendues limoneuses, battues et blanchies
- peu ou pas de cailloux

au toucher



- texture de surface limono-sablo-argileuse à limono-sableuse

à la pissette



- pas d'effervescence

à la tarière



- sol profond (> 1 m) ; texture à dominante limono-sableuse jusque vers 60/80 cm ; premières taches rouille vers 50/60 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (1 m à 1,5 m au moins)
- Texture sableuse dominante (10 à 15 % d'argile en surface)
- Densité apparente comprise entre 1,6 et 1,8 (en BTg)
- Réserve utile de 120 mm pour 70 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H2-3
- pH compris entre 6,0 et 7,0 sur tout le profil
- Complexe absorbant saturé à pH 7
- Pas de calcaire

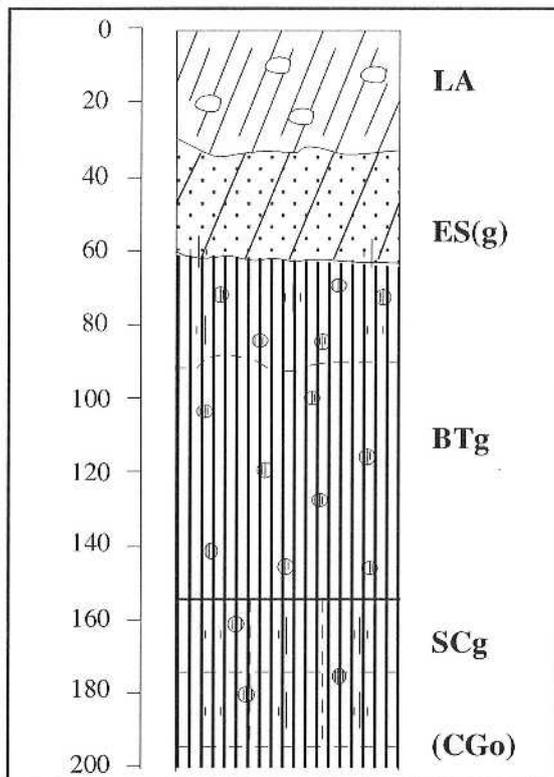
Sol hydromorphe sur alluvions de la Thur

UN EXEMPLE DE PROFIL

Ensisheim : X = 974.2 Y = 2328.2

Février 1991. Parcelle de maïs grain

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Sable argilo-limoneux, beige, structure grumeleuse et polyédrique, meuble. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon E(g) (35-65 cm) - Limon sablo-argileux, beige clair, structure polyédrique, peu compact. Nombreuses racines. Quelques taches rouille. Quelques galets.

Horizon BTg (65-150 cm) - Limon argilo-sableux, jaune-orangé. Structure polyédrique, compact. Peu de racines. Nombreuses taches d'oxydo-réduction.

Horizon SCg (150-220 cm) - Limon sablo-argileux, beige rouille, structure polyédrique, compact. Nombreuses traînées d'oxydo-réduction et concrétions noires.

Horizon CGo (220-240 cm) - Argile sableuse, grisâtre, structure massive, compact. Nombreuses traînées de réduction.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	33,0	14,7	19,2	21,6	9,7	1,7
35-65 cm	Eg	26,9	14,9	22,9	23,8	10,5	0,7
65-150 cm	Btg	6,7	11,9	22,9	29,9	28,1	0,4
150-220cm	SCg	4,8	10,3	33,4	29,1	22,1	0,2
220-240cm	CG	14,6	10,2	15,1	31,4	28,3	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	P2O5 ppm	pH eau	Bases échangeables, meq/100 g					S/T en %
				Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,4	0,0	483	7,5	6,0	1,02	0,77	0,04	6,0	Sat.
7,7	0,0	-	7,0	5,7	1,02	0,50	0,07	6,7	Sat.
6,1	0,0	-	6,5	10,9	5,73	0,19	0,22	11,8	Sat.
7,0	0,0	-	6,9	9,4	6,48	0,19	0,20	10,5	Sat.
9,5	0,0	-	6,9	10,0	6,88	0,19	0,23	10,8	Sat.

P2O5 Joret-Hébert - Pas de P2O5 Olsen

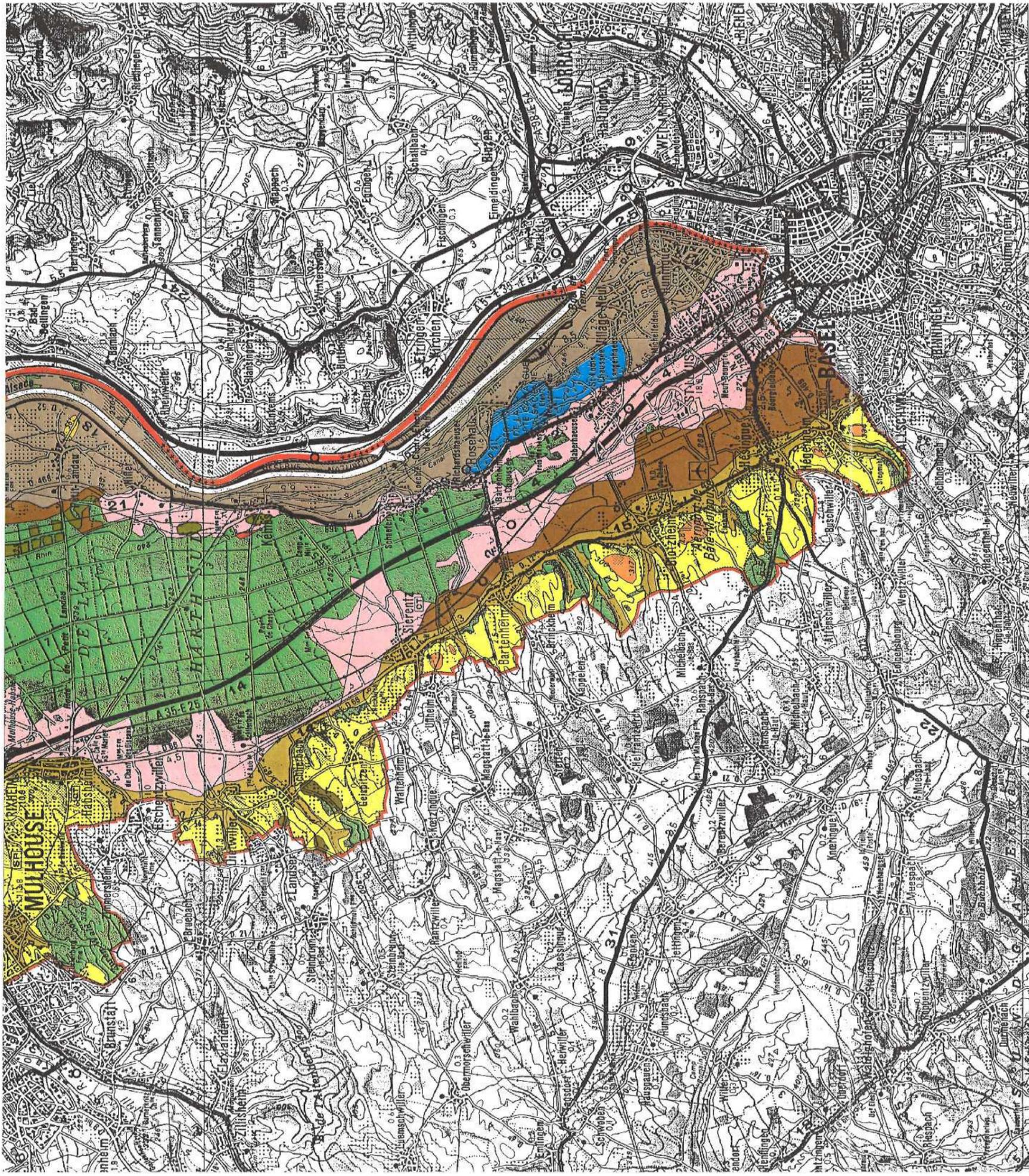
ATOUS ET CONTRAINTES

- Réserve utile limitée. Nappe phréatique à moyenne profondeur (entre 2 et 6 m)
- Hydromorphie assez marquée et excès d'eau temporaire au printemps : horizon argileux compact et peu perméable vers 80 cm ralentissant le ressuyage
- Forte sensibilité au tassement
- Sol acide : chaulage indispensable
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur limité, le contrôle du pH et du niveau d'hydromorphie sont indispensables

5.3.

**LE ZONAGE AGRO-PEDOLOGIQUE
DES SOLS DE LA PETITE REGION
PLAINE SUD-ALSACE**

Types de paysages Guide 10	Unités cartographiques (UC)		Unités de sols (US)		Hy	RU mm	US/UC %	Guide 08
	N°	Type	N°	Description simplifiée				
Plaine limoneuse de l'III	1	<i>Lit mineur de l'III</i> Chenaux d'inondation (très localement, poches de loess)	1	Sol limono-argilo-sableux, décarbonaté, profond (> 100 cm), hydromorphe	0/2	120 150	80	<i>inclus dans 5</i>
			1A	Sol limono-argilo-sableux, calcaire, profond (> 100 cm)	0	180	5	0
			1B	Sol limono-argileux, décarbonaté, généralement peu profond (< 50 cm), sur galets	0	80	15	<i>inclus dans 5</i>
	2	<i>Lit majeur de l'III</i> Surfaces planes limoneuses	2	Sol limono-argilo-sableux à argilo-limoneux profond (> 100 cm), sain, décarbonaté (> 80 cm)	0/1	150	100	5
	3	Surfaces planes caillouteuses	3	Sol limono-argilo-sableux à argilo-limono- sableux peu profond (40-50 cm), caillouteux	0	60	100	<i>inclus dans 6</i>
	4	Cuvettes de décantation	4	Sol argilo-limoneux profond (> 100 cm) hydromorphe, à gley, décarbonaté profond	2à3	100 120	100	<i>inclus dans 6</i>
	5	Dépressions humides (Rieds)	5	Sol argilo-limoneux à argileux, décarbonaté, profond, hydromorphe, à gley peu profond	3à4	100	100	7
Plaine du Rhin Basse terrasse (Hardt rouge)	6	<i>Hardt rouge</i> Basse terrasse, niveau haut	6	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (50 cm), rubéfié	0	70	100	0
	7		7	idem US 6, mais moyennement profond (50-80 cm)	0	80 120	100	0
	8		8	idem US 6, mais plutôt superficiel (30-50 cm) très caillouteux et calcaire	0	40	100	0
Plaine du Rhin Basse terrasse (Hardt grise)	9	<i>Hardt grise</i> Basse terrasse, niveau bas	9	Sol limono-argilo-sableux, décarbonaté, cail- louteux, moyennement profond (30-70 cm)	0	60	75	11
			9A	idem US 9, mais calcaire	0	60	25	<i>inclus dans 11</i>
	10	Hardt profonde	10	Sol limoneux à argilo-limono-sableux, calcaire, profond (> 100 cm)	0/1 2/3	120	100	12
Plaine du Rhin Basse plaine	11	<i>Berges du Rhin</i>	11	Sol sableux à sablo-argileux, calcaire, moyt profond (50-80 cm) avec quelques plages de cailloux	0	80	100	13
			12	Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm) et calcaire	0	50	100	14
	13	Rieds rhénans	13	Sol limono-sablo-argileux à argilo-limoneux hydromorphe, calcaire dès la surface	3à4	100	60	15
			12	Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm) et calcaire	0	50	40	14
Piémont des collines limoneuses du Bas-Sundgau	14	<i>Collines loessiques</i> Buttes	14	Sol limoneux calcaire profond (> 100 cm) sur loess	0	200	100	1
	15	Replats en haut de butte	15	Sol limoneux décarbonaté (faiblement lessivé) profond (> 100 cm) sur lehm-loess	0/1	180	100	0
	16	Hauts de versants	16	Sol argileux calcaire, peu à moyennement profond (40-60 cm) sur marnes ou calcaire dur	1/3	120	100	0
	17	Thalwegs	17	Sol limoneux à limono-argileux calcaire ou calcique profond (> 100 cm) sur loess	0/1	200	100	0
	18	Fonds de thalwegs	18	Sol limoneux, calcaire, colluvial, hydro- morphe à 50-60 cm de profondeur, sur loess	2à3	200 240	100	0
	Cône alluvial de la Thur	19	<i>Glacis d'épandage d'allu- vions fines et grossières</i> Berges des rivières	19	Sol sableux à limono-sableux, acide, peu profond (40-60 cm), sur alluvions de la Thur	0/1	60	100
20		Recouvrements limoneux	20	Sol limono-sablo-argileux profond (> 100 cm) sur alluvions fines de la Thur	2/3	120	100	0



Domaine alluvial de l'Ill (généralement non calcaire)

- Alluvions sur matériaux limoneux**
- 1 - sol limono-argilo-sableux hydromorphe sur alluvions de l'ill
 - 2 - Sol limono-argilo-sableux, profond, sain, décarbonaté, sur alluvions limoneuses de débordement de l'ill
- Alluvions argileuses et humides**
- 3 - Sol limono-argilo-sableux, peu profond (40 à 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'ill
 - 4 - Sol argilo-limoneux, profond, hydromorphe, à gley profond, décarbonaté des cuvettes de l'ill
 - 5 - Sol argilo-limoneux à argileux, profond, hydromorphe, à gley peu profond, décarbonaté des cuvettes proches de l'ill

Domaine alluvial du Rhin (calcaire)

- Alluvions caillouteuses de la Hardt rouge**
- 6 - Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (50 cm), rubéfié sur alluvions caillouteuses du Rhin
 - 7 - Sol caillouteux, rosâtre, profond (80 cm), sur alluvions caillouteuses du Rhin
 - 8 - Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (30 à 50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin
- Alluvions caillouteuses de la Hardt grise**
- 9 - Sol caillouteux, limono-argilo-sableux, moyennement profond, irrégulièrement calcaire, sur alluvions du Rhin
 - 10 - Sol limoneux à argilo-limono-sableux, profond, calcaire, lié aux méandres d'inondation du Rhin
- Alluvions de la Basse Plaine sableuse proche du Rhin**
- 11 - Sol sableux à sablo-argileux, calcaire, avec quelques épandages caillouteux sur alluvions sableuses du Rhin
 - 12 - Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin
 - 13 - Sol limono-sablo-argileux à argilo-limoneux, hydromorphe, calcaire sur alluvions du Rhin

Loess du Sundgau

- Matériaux limoneux loessiques des collines**
- 14 - Sol limoneux calcaire profond sur loess et lehm-loess
 - 15 - Sol limoneux décarbonaté profond sur lehm-loess
- Matériaux argilo-marneux et calcaires des collines**
- 16 - Sol argileux calcaire sur marne et calcaire dur
- Matériaux limoneux colluvionnés des collines**
- 17 - Sol limoneux à limono-argileux calcaire ou calcaire profond sur loess colluvionné
 - 18 - Sol limoneux calcaire colluvial hydromorphe sur loess

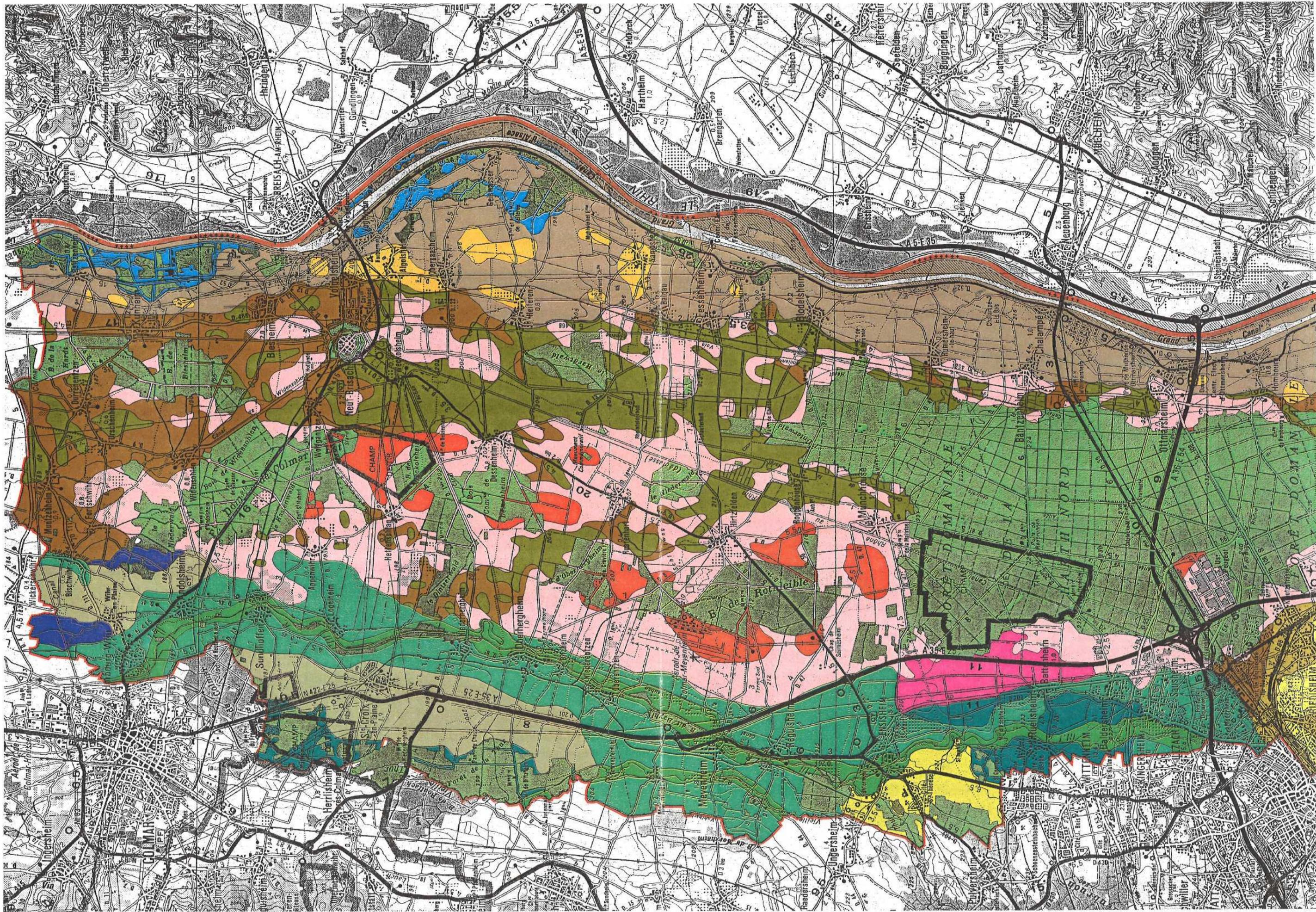
Domaine alluvial de la Thur (confluence de l'ill)

- Alluvions grossières (sableuses)**
- 19 - Sol sableux à limono-sableux, acide, peu profond sur alluvions de la Thur
- Alluvions fines (limoneuses)**
- 20 - Sol limono-sablo-argileux profond hydromorphe sur alluvions fines de la Thur

Forêt

Contour du guide des sols Sud-Alsace

LEGENDE



6. SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THÈME

Ce chapitre a pour objectif de donner les bases d'une gestion optimale des sols pour la production agricole et pour la protection de la ressource en eau. Les méthodes de diagnostic mises en oeuvre pour caractériser la sensibilité des sols à divers facteurs de pollution sont décrites. Le lecteur trouvera ainsi une description synthétique des phénomènes en cause, mais aussi les éléments lui permettant de faire une analyse critique des résultats présentés. Conseils agronomiques par thèmes et précautions pour la mise en oeuvre de certaines techniques se côtoient pour que les sols remplissent au mieux leur double vocation de support des productions agricoles et de filtre protecteur de la ressource en eau.

6.1. Les sols et l'application des techniques agricoles

6.1.1. *Les sols et l'irrigation*

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

6.1.1.1. *Besoins en eau des cultures de la région plaine Sud-Alsace*

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

Poste météo	Analyse fréquentielle des bilans climatiques P-ETM en mm pour un blé d'hiver et un maïs grain (données METEO-FRANCE, période 1966-1995).					
	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
COLMAR	- 232	- 191	- 125	- 238	- 135	- 71
MEYENHEIM	- 232	- 170	- 108	- 239	- 121	- 80
MULHOUSE	- 195	-142	- 94	- 193	- 132	- 38
NEUF-BRISACH	- 196	- 139	- 44	- 188	- 83	- 37
ST LOUIS	- 168	- 94	- 34	- 162	- 72	- 31

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 des équipements d'irrigation.

Les résultats obtenus sont présentés ci-après, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation nous n'avons retenu qu'une situation climatique, le poste météo de Meyenheim (Haut-Rhin). Celui-ci correspond en effet aux conditions climatiques estivales les plus représentatives de la petite région « Plaine Sud-Alsace ».

BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION EN PLAINE SUD-ALSACE

Calcul à partir du poste météo de MEYENHEIM
Données METEO-FRANCE, période 1966-1995

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 14, 15, 17 et 18 ; moins de 5 % des surfaces, Sundgau)	- 112 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai, soit 4 passages de 30 mm	- 50 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin, soit 2 passages de 30 mm		- 119 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet, soit 4 passages de 30 mm	- 1 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juillet		L'irrigation peut s'avérer très utile pour la recherche d'une qualité de production particulière.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 1, 2, 7, 10, 20 ; 25 à 30 % des surfaces)	- 152 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de mai soit 5 passages de 30 mm	- 90 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai, soit 3 passages de 30 mm	- 28 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai,	- 159 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet soit 5 passages de 30 mm	- 41 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet		L'irrigation est une sécurité dont le coût doit être mis en rapport avec la valeur des productions.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 4, 5, 11, 13, 16 ; 20 à 25 % des surfaces)	- 179 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril soit 6 passages de 30 mm	- 117 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de mai soit 4 passages de 30 mm	- 55 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 2 passages de 30 mm	- 186 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 6 passages de 30 mm	- 68 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet soit 2 passages de 30 mm	- 27 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet,	L'irrigation peut être utile, son opportunité économique mérite cependant attention. L'enrouleur est utilisable.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiches 3, 6, 8, 9, 12, 19 ; 40 à 50 % des surfaces)	- 205 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mars soit 10 passages de 20 mm	- 143 mm à partir de la 1 ^{ère} décade d'avril soit 7 passages de 20 mm	- 81 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril soit 4 passages de 20 mm	- 212 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin soit 11 passages de 20 mm	- 94 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin soit 5 passages de 20 mm	- 53 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 3 passages de 20 mm	L'irrigation est une nécessité. Il faut privilégier les systèmes permettant de limiter les doses d'apport : pivot, et couverture intégrale.

6.1.1.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre

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

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

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

Le premier effet direct est l'utilisation d'une ressource qui, dans certains cas, est limitée et où l'utilisation agricole est en concurrence avec d'autres usages. C'est rarement le cas en Alsace lorsque l'irrigation est conduite à partir de la nappe phréatique rhénane. Cela peut être le cas lors de prélèvements d'eau en rivières. Dans le Bas-Rhin, cela représente 20% des surfaces irriguées ; dans le Haut-Rhin 40% en comptant les irrigations réalisées à partir du canal de la Hardt destiné à cet usage.

Les autres effets directs interviennent par les puits eux-mêmes qui peuvent être le lieu de pollutions accidentelles (déversement de produits). L'équipement des têtes de puits avec un système de fermeture normalisé et verrouillé constitue une précaution élémentaire.

Les effets indirects sont de 3 ordres :

❶ L'irrigation au-delà des capacités de stockage du sol pour l'eau crée du lessivage d'éléments solubles, en particulier les nitrates, ou augmente fortement le risque en cas de pluie non prévue.

Ce risque est particulièrement élevé lors du démarrage des irrigations. En effet, fin juin, le maïs par exemple n'a pas atteint son développement foliaire maximal et sa consommation d'eau est inférieure à l'ETP. Son système racinaire n'est pas complètement en place et n'exploite pas encore toute la réserve en eau utile du sol telle que définie dans ce guide. Les quantités d'eau apportées par l'irrigation doivent prendre en compte cette situation pour éviter de créer un risque de lessivage des nitrates présents en grande quantité dans le sol à cette période. Sont plus particulièrement concernés par cette question les sols les plus exigeants pour l'irrigation, qui sont aussi les plus sensibles au risque de lessivage des nitrates (voir paragraphe 6.2.2.).

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

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM maïs en juin							
poste météo de MEYENHEIM							
(Données METEO-FRANCE, période 1966-1995)							
	ETP en mm			ETM maïs	ETM maïs en mm		
Décade	médiane	Q4	max	ETP coeff	médiane	Q4	max
Jun 1	38	45	49	0.70	26	31	35
Jun 2	38	43	58	0.80	30	34	46
Jun 3	40	46	69	0.90	36	41	62

Globalement, la limitation du risque lié à la surirrigation 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 (tensiomètres, IRRITEL, ...)

② L'arrosage tardif des sols les plus argileux conduit à irriguer des sols présentant des fentes de retrait, d'où des circulations rapides d'eau vers la profondeur et des risques d'entraînement d'éléments solubles. Il serait nécessaire d'avancer les dates d'irrigation de ces sols.

③ Des irrigations trop intenses tassent les sols, soit sous l'effet de pluies instantanées trop fortes qui ont un effet de tassement direct sur le sol, soit, sur les sols sensibles à ce phénomène, par reprise en masse du sol après ennoyage. Cela a comme conséquence une limitation des potentiels de rendements, avec un risque de mauvaise utilisation des intrants. Les équipements évitant des pluies instantanées trop fortes sont à privilégier.

6.1.2. La praticabilité des terrains

De ce point de vue, les sols de la petite région peuvent être classés en 3 catégories.

- *les sols superficiels plutôt sablo-limoneux et le plus souvent filtrants (fiches 3, 6, 8, 9, et 12)*

Ceux-ci ont une texture légère (SL à LS) et sont de ce fait faciles à travailler ; certains sont calcaires (fiches 8, 9 et 12) alors que d'autres sont acides (fiches 3 et 6). Ils présentent un taux de matière organique de 2 à 3 % et sont donc assez stables. Ils sont peu ou pas sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage très rapide. Ils sont cependant superficiels ou très filtrants et nécessitent la mise en oeuvre des techniques d'irrigation.

- *les sols limoneux, profonds, sains (fiches 2, 7, 10 et 11)*

Ceux-ci ont une texture assez équilibrée (L, LS ou LSA). Les temps de ressuyage des terrains sont corrects (quelques jours). Ce délai doit cependant être impérativement respecté pour que le travail du sol ne pose pas de problème. Par ailleurs, le maintien de cette qualité de comportement dans le temps nécessite 2 conditions :

- un taux de matière organique entretenu dans l'horizon labouré,
- des apports de carbonate de calcium sur certains d'entre eux (fiches 2 et 7).

Dans les loess (fiches 14 à 18), cette dernière condition est le plus souvent remplie (le loess est par nature un limon calcaire), seul le taux d'humus et les temps de ressuyage sont à contrôler. Dans les alluvions de l'Ill et de la Thur, il est préférable d'y ajouter des pratiques de chaulage régulières.

Aucun de ces sols ne nécessite de drainage.

- *les sols hydromorphes, plutôt argileux, et plus ou moins inondables (fiches 1, 4, 5 et 13)*

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

Cette 3^{ème} catégorie est donc une classe de sols à fortes contraintes pour l'agriculture intensive : au printemps pour l'installation des semis en cas d'inondation, à l'automne pour les récoltes trop tardives sur ces sols lourds et humides.

6.1.3. Les sols hydromorphes et le drainage

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.

Le drainage des terres agricoles par tuyaux enterrés constitue une opération d'aménagement et d'amélioration foncière aux conséquences importantes et durables, aussi bien du point de vue de l'agriculteur que de celui de la collectivité.

Le drainage de ses terres relève de la décision de l'agriculteur, commandée par une évaluation économique de cet investissement. Mais les conséquences pour la collectivité nécessitent d'encadrer ce choix par une réflexion d'ensemble sur les conditions de réalisation de l'aménagement des zones affectées par l'excès d'eau.

Les effets du drainage par tuyaux enterrés doivent être distingués suivant les 2 situations type : terres humides d'une part, zones humides d'autre part. Ils sont présentés dans les 2 tableaux suivants, en regard des questions les plus fréquemment posées au sujet de cette technique (tableau « Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire » et tableau « Les effets du drainage dans les situations de nappe permanente profonde d'origine alluviale »). Le drainage n'aggrave-t-il pas la sécheresse des terres, les crues, la pollution des eaux ? Ne fait-il pas disparaître les zones humides ? Le drainage ne présente pas que des effets négatifs vis-à-vis de ces questions, et un bilan mérite d'être établi. Des orientations sont également formulées sur les précautions qui doivent être réfléchies avant toute décision d'aménagement, pour en éviter les conséquences négatives.

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

Critère d'impact	Effets négatifs et précautions à adopter	Effets positifs
Les pratiques agricoles	<p>L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps.</p> <p><i>La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants peuvent être renforcées.</i></p>	<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.</p>
L'alimentation en eau des cultures		<p>Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation de la réserve en eau des sols.</p>
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>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 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		<p>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.</p>

Les effets du drainage dans les situations de nappe permanente profonde d'origine alluviale (zones humides, dans le lit majeur des cours d'eau)

Le drainage rabat la nappe à un niveau plus bas qu'avant drainage. Cet aménagement est obligatoirement collectif, car il suppose une maîtrise du niveau de la nappe sur une grande surface.

Critère d'impact	Effets négatifs et précautions à adopter	Effets positifs
Les pratiques agricoles	<p>L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps.</p> <p><i>La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants peuvent 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.

6.1.4. La fertilisation phosphatée et potassique

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

Les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables (fiches 1, 4, 5 et 13) 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 (fiche de sol 5 en particulier au Nord de la région), ces sols posent localement des problèmes de rétrogradation du potassium, même s'ils sont plus faibles que dans les Rieds de plaine Centre-Alsace. Ainsi pour être efficaces, les apports doivent être apportés selon les besoins de la culture au plus près des périodes de consommation importante de celle-ci, sur les sols des fiches 4 et 5 principalement.

6.1.5. L'entretien calcique et magnésien 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 19 et 20) dont le pH peut tomber à 4,5 en l'absence de chaulage, ceux sur alluvions de l'Ill (fiches 1 à 5) ainsi que ceux de la Hardt rouge (fiches 6 et 7).

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

Actuellement, les sols développés sur alluvions rhénanes ne présentent des problèmes marqués de pH que dans les sols de Hardt rouge originellement acides. Partout ailleurs, les terrains sont de nature calcaire. Localement toutefois, les terrains des terrasses caillouteuses (fiches 8 à 10) peuvent présenter des plages de décalcification liées au lessivage du calcium dans les parcelles cultivées sous irrigation en particulier. Ces plages peuvent se manifester 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 celluloses de papeterie.

6.2. Les sols et la préservation des ressources naturelles : interface avec le cycle de l'eau

6.2.1. *Les inondations et les risques d'érosion*

Ces risques sont possibles dans les zones suivantes :

- le champ d'inondation de l'III,
- les cônes d'épandage sablonneux des rivières vosgiennes.

Cependant, aucune donnée quantitative précise n'existe sur ces phénomènes : on se reportera à la cartographie de la zone inondable en fin de chapitre 3.

6.2.2. *Les sols et le risque de lessivage des nitrates*

L'ensemble de la zone couverte par le guide des sols est classé 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 en fin de paragraphe « 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.

6.2.2.1. *Le risque de lessivage hivernal*

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**).

CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE LESSIVAGE HIVERNAL F, D'APRES LE MODELE DE I.G. BURNS

Le modèle proposé par BURNS dès 1975 vise à rendre compte du flux de nitrates qui quittent le sol sous l'effet du drainage interne. Les variables quantitatives requises par le modèle sont :

d'une part l'humidité volumique à la capacité au champ (V_m) qui rend compte du volume maximal d'eau retenu par le sol après ressuyage,

d'autre part l'estimation de la lame d'eau drainante (d), qui est obtenue par un calcul de bilan hydrique faisant intervenir les précipitations (P), l'évapotranspiration (ETM) et l'état de reconstitution (r) de la réserve en eau du sol (RU), avec r variant de 0 à RU : $d = P - ETM - (RU - r)$

Pour calculer un indice de risque de lessivage hivernal, nous nous sommes placés dans le cas très fréquent en Alsace de la reconstitution de la réserve en eau du sol après une culture récoltée en début d'automne. Nous avons ainsi décliné l'équation proposée par Burns de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{d}{d + \frac{V_m}{10}} \right)^{\frac{h}{2}} \times 100 = \left(\frac{P - ETM - RFU}{P - ETM - RFU + \frac{V_m}{10}} \right)^{\frac{h}{2}} \times 100$$

où

F = fraction de l'azote nitrique qui est lessivée, exprimée en %. Au départ, cet azote nitrique est celui qui reste dans le sol après la récolte. Nous l'avons supposé uniformément réparti sur l'ensemble de la profondeur h exprimée en cm.

$P - ETM - 2/3 RU$ = Estimation de la lame d'eau drainante (d) (ou "pluie efficace" des hydrogéologues). Elle est exprimée en mm et calculée entre le 1^{er} octobre et le 31 mars. Cette donnée dépend du type de sol à travers la réserve utile RU , du climat et de l'occupation du sol du lieu à travers le terme $P-ETM$. Cette lame d'eau est estimée pour un sol dont la réserve en eau facilement utilisable (RFU) est vide au départ (ici à la récolte de la culture d'été). Par convention $RFU = 2/3 RU$. Dans cette situation, le niveau de reconstitution de la réserve en eau du sol (r) est égal à $1/3 RU$. Par ailleurs, nous avons retenu $ETM = 0,5 ETP$ pour rendre compte d'un sol nu ou d'un couvert végétal peu dense, présentant ainsi un risque de lessivage maximal.

V_m = humidité volumique à la capacité au champ (soit humidité pondérale à la capacité au champ multipliée par la densité apparente du sol) sur la profondeur h , exprimée en %. Elle dépend du type de sol.

h = profondeur de sol estimée accessible aux racines des plantes cultivées, et au delà de laquelle les nitrates ne pourront plus être absorbés par une culture, exprimée en cm. Sa détermination résulte d'observations de terrain. La valeur $h/2$ en exposant est utilisée dans l'équation proposée par Burns pour rendre compte d'une répartition uniforme des nitrates présents dans le profil au départ c'est-à-dire à l'entrée de l'hiver.

Remarque :

Ce modèle rend compte du seul mouvement des nitrates sous l'effet des flux d'eau verticaux dans le sol. Il ne prend pas en compte le phénomène de dénitrification (réduction de N nitrique en N_2O et N_2 gazeux) particulièrement important dans certains sols très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.2.2.3. Sols hydromorphes et dénitrification).

Il l'est aussi avec l'indicateur proposé par le **CORPEN**, bâti sur l'analyse du rapport "réserve en eau du sol" sur "pluie hivernale d'octobre à mars".

Le calcul de cet indice repose sur l'utilisation d'un modèle simple d'estimation du lessivage des nitrates (**I.G. BURNS, 1975**) largement éprouvé par des travaux récents. Ce modèle a été appliqué pour calculer la proportion d'azote nitrique, initialement réparti sur l'ensemble du profil de sol, qui sera entraînée hors de portée des racines dans le cadre d'un scénario agronomique et climatique précis. Il ne tient pas compte d'une éventuelle dénitrification qui peut se produire dans des sols riches en matière organique et très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.2.2.3. Sols hydromorphes et dénitrification)

Ce scénario considère que

- la réserve dite "facilement utilisable" du sol est vide au 1er 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 180 mm sur la période 1er 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 1er octobre et le 31 mars (Données METEO-FRANCE, période 1966-1995)						
Poste météo	PLUIES en mm			P - ETP en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
COLMAR	171	233	268	+47	+105	+136
MEYENHEIM	162	230	290	+39	+105	+146
MULHOUSE	277	372	459	+145	+224	+300
NEUF-BRISACH	189	230	273	+64	+100	+154
ST LOUIS	261	295	375	+119	+159	+234

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 très limité. Néanmoins, il est nécessaire de moduler ce diagnostic optimiste car les pertes d'azote peuvent être significatives dans ces sols en cas de surfertilisation. Cet impact polluant est surtout dû au cumul des excès de fertilisation année après année. Une expérimentation conduite par l'INRA (Schenck, Delphin, 1996) à Epfig sur une parcelle de sol limoneux profond sur loess exploitée en monoculture de maïs légèrement surfertilisé a montré l'existence d'un drainage hivernal avec une descente de l'eau au-delà de la zone prospectée par les racines des cultures à une vitesse de l'ordre de 20 centimètres par an. Les pertes d'azote en profondeur ont atteint entre 10 et 35 unités/ha/an. Elles ont conduit à une eau de drainage chargée de 50 à 100 mg de nitrates par litre.

Une fraction des nitrates excédentaires est entraînée chaque hiver par une lame d'eau au-delà de la zone de prélèvement des racines. Ces nitrates ne subiront plus de modifications importantes et vont migrer, lentement, mais inexorablement vers la nappe phréatique.

Ainsi, même en sol profond, il est important d'ajuster la fertilisation et dans la mesure du possible de mettre en oeuvre des techniques permettant de prélever les nitrates en excès. La pratique d'un engrais vert derrière blé ou culture de primeur répond à cet objectif.

Les résultats et le classement obtenus sous cet ensemble d'hypothèses sont présentés dans le tableau ci-contre.

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
de Plaine Sud-Alsace**

N° de fiche	Type de sol	Vm et RU sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour P - ETM = 180 mm	Appréciation du risque de lessivage : classement
1	Sol limono-argilo-sableux profond hydromorphe sur alluvions de l'III	RU = 120 mm Vm = 27,7 % h = 100 cm	26 %	Classe 3 : risque moyen
2	Sol limono-argilo-sableux, profond, sain, décarbonaté sur alluvions limoneuses de débordement de l'III	RU = 150 mm Vm = 37,5 % h = 100 cm	10 %	Classe 2 : risque limité
3	Sol limono-argilo-sableux, peu profond (40 à 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III	RU = 60 mm Vm = 45,4 % h = 40 cm	53 %	Classe 4 : risque élevé
4	Sol argilo-limoneux, profond, hydromorphe, à gley profond, décarbonaté des cuvettes de l'III	RU = 100 mm Vm = 38,8 % h = 60 cm	26 %	Classe 3 : risque moyen
5	Sol argilo-limoneux à argileux, profond, hydromorphe, à gley peu profond, décarbonaté des cuvettes proches de l'III	RU = 100 mm Vm = 37,7 % h = 80 cm	27 %	Classe 3 : risque moyen
6	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (50 cm), rubéfié sur alluvions caillouteuses du Rhin	RU = 70 mm Vm = 25,6 % h = 80 cm	47 %	Classe 4 : risque élevé
7	Sol caillouteux, rosâtre, profond (80 cm), sur alluvions caillouteuses du Rhin	RU = 120 mm Vm = 34,6 % h = 80 cm	26 %	Classe 3 : risque moyen
8	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin	RU = 40 mm Vm = 22,2 % h = 40 cm	75 %	Classe 5 : risque très élevé
9	Sol caillouteux, limono-argilo-sableux, moyennement profond, irrégulièrement calcaire sur alluvions du Rhin	RU = 60 mm Vm = 23,1 % h = 60 cm	61 %	Classe 5 : risque très élevé
10	Sol limoneux à argilo-limono-sableux, profond, calcaire, lié aux méandres d'inondation du Rhin	RU = 120 mm Vm = 24,8 % h = 120 cm	23 %	Classe 2 : risque limité
11	Sol sableux à sablo-argileux, calcaire, avec quelques épandages caillouteux, sur alluvions sableuses du Rhin	RU = 80 mm Vm = 29,4 % h = 60 cm	50 %	Classe 4 : risque élevé
12	Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin	RU = 50 mm Vm = 19,5 % h = 60 cm	67 %	Classe 5 : risque très élevé
13	Sol limono-sablo-argileux à argilo-limoneux, hydromorphe, calcaire sur alluvions du Rhin	RU = 110 mm Vm = 27,9 % h = 65 cm	43 %	Classe 4 : risque élevé

- **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.

L'ANALYSE DU RISQUE PRESENTE PAR LES SYSTEMES DE CULTURE EN PLACE

Pour aller au-delà d'un indice de risque propre au sol et au climat, il faut en outre prendre en compte les systèmes de culture pratiqués et les risques qui peuvent y être associés - de la prairie permanente à la succession de cultures d'été laissant le sol nu en hiver - ainsi que l'état des pratiques agricoles à l'échelle parcellaire - surfertilisation azotée ou ajustement des doses - par exemple.

Pour ce faire, FERTI-MIEUX propose de choisir, en les rangeant de ceux qui présentent le moins de risques de pertes de nitrates vers ceux qui en présentent le plus, les systèmes de culture d'une part et les milieux (sol x climat) de l'autre.

Ce classement est lui-même repris en faisant intervenir en dernier lieu la variabilité interannuelle des rendements qui va influencer sur la facilité ou non à prévoir les besoins en azote des cultures. Cela donne la grille de risque ci-dessous (SEBILLOTTE, MEYNARD, 1990) :

		RISQUE DE LIXIVIATION D'AZOTE HORS DE PORTEE DES RACINES LES PLUS PROFONDES DURANT LES CYCLES CULTURAUX SUCCESSIFS		
		Faible à nul	Intermédiaire	Fort à certain
Variabilité interannuelle des potentialités agricoles	FAIBLE : Besoins en azote assez prévisibles	A	B	C
	FORTE : Besoins en azote imprévisibles	D	E	F

A l'intérieur de cette grille de risques, on peut distinguer les situations :

- pour lesquelles les **risques** de pertes de nitrates sont **élevés** car les nitrates seront très vite hors de portée des racines (sols peu épais ou/et très filtrants en climat présentant des périodes d'excédent hydrique $P-ETM > 0$ (cases C et F) ;
- qui seront **faiblement, voire rarement polluantes**, dès lors que les fertilisations seront conformes aux besoins, car les nitrates resteront, en général, dans la zone de colonisation des racines (sols épais, accessibles aux racines, en climat avec un excédent hydrique $P-ETM$ peu important) (cases A et D) ;
- qui présenteront des **risques de pollution de manière irrégulière** selon le climat de l'année en interaction avec les cultures présentes (cases B et E, cas le plus général).

Cette méthode peut être retenue à l'occasion de diagnostics ponctuels visant à préciser les risques réels de lessivage de surfaces considérées comme importantes vis-à-vis de l'alimentation en eau de la nappe phréatique.

Pour plus de précisions, consulter « Protection de l'eau - Le guide FERTI-MIEUX pour évaluer les modifications des pratiques des agriculteurs » D. Lanquetuit, M. Sebillotte - ANDA - 1997.

6.2.2.2. Le risque de lessivage printanier

Ce risque de lessivage peut affecter les situations de culture d'été en début de croissance sur lesquelles ont été effectués des apports récents d'engrais minéraux azotés, ou de matières fertilisantes organiques riches en azote rapidement minéralisable (fumiers, lisiers, fientes, certaines boues de station d'épuration).

En effet, le climat printanier de la région se caractérise par un maximum pluviométrique en mai-juin avec 60 à 80 mm de pluie en moyenne par mois.

Pour illustrer ce risque, nous avons choisi de présenter :

① 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").

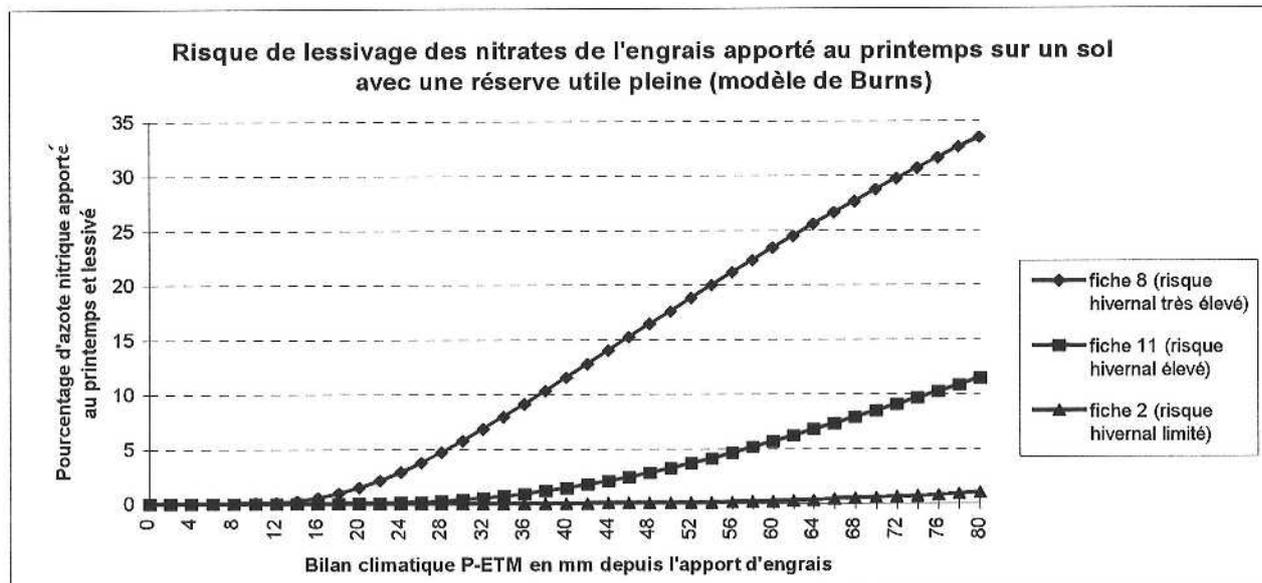
② les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de BURNS, selon un scénario spécifique à cette situation printanière (cf. encadré page suivante). La hiérarchie établie entre les sols pour les classes de risque de lessivage hivernal se retrouve pour l'analyse du risque printanier. Aussi, nous avons choisi de ne représenter que 3 types de sols, représentatifs des classes de risque de lessivage hivernal (cf. graphique page suivante).

Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique, entre le 21 avril et le 30 juin (Données METEO-FRANCE, période 1966-1995)						
Poste météo	PLUIES en mm			P - ETM maïs en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
COLMAR	115	154	174	-25	+6	+32
MEYENHEIM	123	145	186	-25	+1	+41
MULHOUSE	134	161	202	-12	+14	+50
NEUF-BRISACH	137	170	219	-6	+21	+76
ST LOUIS	144	174	223	+10	+38	+84

Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin fait apparaître un excès de 1 à 38 mm un an sur deux, et supérieur à une valeur comprise entre 32 et 84 mm un an sur cinq. L'excédent médian crée peu de pertes de nitrates même sur sol très filtrant. Par contre, des excédents supérieurs à 60 mm créent des pertes supérieures à 20% des nitrates apportés en surface pour les sols les plus filtrants (cf. graphique page suivante).

Il ressort de cette analyse que des risques de lessivage printanier existent particulièrement pour les sols les plus superficiels, qu'ils soient caillouteux ou hydromorphes (fiches n° 3, 6, 8, 9, 11, 12, 13).

Ceci doit conduire à systématiser le fractionnement en 2 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été dans ces situations, voire en 3 fois pour les situations à très fort risque (fiches n° 3, 6 à 9, 11 et 12), en cherchant à retarder au maximum les apports importants pour les ajuster au calendrier des besoins de la culture.



CALCUL DE L'INDICE DE RISQUE DE LESSIVAGE PRINTANIER F D'APRES LE MODELE DE I.G. BURNS

Pour le calcul du risque de lessivage printanier, nous avons retenu les caractéristiques alsaciennes suivantes :

Une réserve utile du sol pleine au 21 avril, simulant un semis sur des sols dont la réserve a été reconstituée au cours de l'hiver et au début du printemps. La lame d'eau drainante (d) est estimée par le terme P-ETM, car $r = RU$ au départ.

Des nitrates présents en surface du sol comme dans le cas d'un apport d'engrais réalisé autour du semis. L'exposant prend alors la valeur h correspondant à la profondeur de sol accessible aux racines.

L'ETM est calculée pour le maïs en début de croissance avec un coefficient k variant de 0,3 à 0,9 selon le stade de développement.

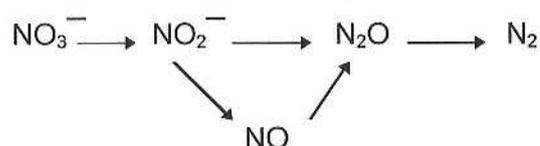
L'équation de Burns se décline alors de la façon suivante :

$$F (\%) = \left(\frac{P-ETM}{P-ETM + \frac{Vm}{10}} \right)^h \times 100$$

6.2.2.3. 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 <u>10</u> kg N/ha/an avec pointe exceptionnelle de 20 à <u>50</u> 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 N₂O qui est un gaz à très fort effet de serre. Son augmentation dans l'atmosphère est indésirable. La dénitrification, dont on ne maîtrise pas toutes les étapes, peut ainsi dans certains cas, apparaître comme un transfert de pollution de l'eau du sol ou des nappes vers l'atmosphère.

Dans les sols hydromorphes cultivés, le risque de lessivage des nitrates est sans doute surestimé par le modèle de Burns qui ne prend pas en compte la dénitrification. L'erreur commise reste cependant modérée du fait des modestes quantités d'azote concernées en zone cultivée. Cette réaction importante sous forêt alluviale comme par exemple la forêt de l'Illwald reste cependant un argument pour le maintien des zones humides, ripisylves, forêts humides. Mais attention à ne pas transférer une pollution de l'eau vers une pollution de l'atmosphère.

Le meilleur moyen de préserver l'aquifère de la pollution azotée est encore de raisonner la gestion de l'azote au plus près des besoins des cultures pour limiter les excès.

6.2.3. Les sols et le ruissellement

6.2.3.1. La formation du ruissellement

Lorsqu'il pleut sur un sol, l'eau s'infiltré ou est stockée en surface. Le ruissellement apparaît lorsque cette capacité de stockage superficiel du sol est dépassée.

Cela dépend de la pluie (intensité et volume) et de l'état de surface de la terre. Celui-ci peut être caractérisé par une vitesse d'infiltration qui peut varier de plus de 50 mm/h pour un lit de semence - état fragmentaire - à moins de 5 mm/h après fermeture de la surface et même 1 mm/h après formation d'une croûte sédimentaire (d'après Heddadj, communication personnelle). Cet état résulte des techniques culturales mises en oeuvre (nature, date de réalisation, successions des outils), de la pluviométrie subie par la parcelle et du type de sol, au travers de sa stabilité structurale.

La stabilité structurale d'un sol est commandée principalement par sa teneur en matière organique, sa texture et en particulier sa teneur en argile et la nature minéralogique des argiles, et par sa teneur en calcaire. Les sols les plus propices à la formation du ruissellement sont les sols limoneux non calcaires à faible teneur en matière organique et d'autant plus que leur en argile est faible.

Le ruissellement peut prendre plusieurs formes :

- le ruissellement de surface sur un sol non saturé ou ruissellement hortonien : quand l'intensité des pluies est supérieure à la capacité limite d'infiltration du sol, l'excès d'eau s'écoule en surface par gravité le long de la pente,
- le ruissellement de surface sur un sol saturé ou ruissellement de type Dune : le sol est gorgé d'eau et l'eau circule en surface,
- les circulations de subsurface : l'eau ne circule pas en surface mais à l'intérieur de la couche labourée ou du sol.

6.2.3.2. La propagation du ruissellement

Le déplacement de l'eau mise en mouvement en un point dépend de l'état de surface du sol au travers de sa rugosité (interactions sol - techniques culturales - climat), du sens du travail du sol par rapport aux lignes de plus grande pente, mais aussi d'autres facteurs tels que la morphologie des versants (pente, convexité ou concavité, existence de collecteurs naturels ou artificiels, présence d'obstacles tels que talus, haies, ...). L'analyse de l'ensemble du bassin versant est nécessaire pour prévoir cette propagation et le type de sol n'en est pas obligatoirement l'élément le plus important.

6.2.3.3. Les conséquences du ruissellement

Elles sont de 2 types : l'érosion et la qualité des eaux transportées.

● L'érosion

Elle apparaît lorsque le ruissellement présente une énergie suffisante pour arracher et/ou transporter des particules de sol. Il en existe plusieurs types :

- l'érosion par ruissellement concentré : elle est provoquée par la concentration, dans un fond de vallon sec, des eaux de ruissellement générées par un bassin versant peu pentu. Cela crée une force de cisaillement supérieure à la force de cohésion du sol, d'où départ de terre. Avant le point de concentration, les eaux ne sont pas chargées de terre.

- l'érosion diffuse sélective par ruissellement : elle apparaît lors de pluies relativement intenses sur des sols non complètement battus ; la force des gouttes de pluie arrache des particules de terre qui circulent dans l'eau.

Ces 2 formes d'érosion sont typiques des grands plateaux limoneux du Nord-Ouest de la France. En Alsace, ces types d'érosion sont susceptibles de se développer dans le Sundgau.

- l'érosion de rigoles et d'inter-rigoles : elle apparaît à l'occasion de pluies fortes sur des sols meubles et assez pentus. L'énergie de la pluie est suffisante pour arracher des particules de terre à son point d'impact et les entraîner, ce qui crée les rigoles.
- l'érosion diffuse en nappe : les particules de terre arrachées sur un versant se redéposent plus loin ; le ruissellement est avant tout un agent de transport. En Alsace, les pluies importantes du printemps sur des sols en pente, fraîchement travaillés et non encore recouverts d'une culture peuvent produire de l'érosion de ce type.

● La qualité des eaux de ruissellement

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. 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 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 du bassin versant montrent des teneurs en nitrates variables et parfois élevées (Impact de l'infiltration de l'ill sur la qualité de la nappe d'Alsace, DIREN 1996 - Etude de l'impact du ruissellement dans le vignoble sur la qualité de la nappe phréatique d'Alsace, DIREN 1995)

Le cas des phytosanitaires est traité au paragraphe 6.2.4.

6.2.4. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires

L'usage des produits phytosanitaires est largement répandu en agriculture pour se prémunir des effets néfastes des adventices ou des parasites des plantes, ainsi que dans des usages non agricoles, pour l'entretien des espaces verts et des infrastructures collectives (routes, voies ferrées, parking, ...).

En agriculture, la cible du traitement est soit le feuillage, soit le sol lui-même. Mais entre 70 et 100 % de la matière active appliquée aboutira sur ou dans le sol. Le comportement du produit, en interaction avec les caractéristiques du sol et de la parcelle va conditionner son devenir, en particulier le risque d'un transfert vers les eaux de surface par ruissellement ou vers les eaux souterraines par lixiviation.

Le comportement de la matière active doit être envisagé sous 2 aspects :

- **la mobilité**, c'est-à-dire l'aptitude du produit à suivre les mouvements de l'eau du sol. Elle résulte de la solubilité dans l'eau, mais plus encore de l'affinité de la matière active pour les particules solides du sol, en particulier la matière organique. Elle est décrite par le coefficient de partage carbone organique - eau, Koc. Ainsi, une molécule dont le Koc est

élevé sera peu mobile dans le sol. Les sols riches en matière organique retiendront fortement les matières actives et d'autant plus que leur Koc sera élevé.

- **la persistance**, c'est-à-dire sa résistance à la dégradation sur et dans le sol sous l'effet de réactions chimiques, d'une dégradation biologique ou sous l'effet de la lumière. Elle est décrite par la durée de survie de la molécule dans le sol, exprimée par le temps de demi-vie DT 50.

6.2.4.1. *Transfert 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.

6.2.4.2. *Transfert vers les eaux de surface par ruissellement*

Pour ce qui concerne le transfert par ruissellement, il concernera 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 § ruissellement-. 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.

6.2.5. Le pouvoir épurateur des sols

La capacité des sols à digérer des matières organiques biodégradables et à recycler des éléments minéraux est de plus en plus souvent mise à contribution par la collectivité : il s'agit ainsi d'éliminer au mieux des déchets d'origine urbaine ou industrielle, tels que des boues de station d'épuration des eaux usées ou des composts issus du traitement de déchets divers. Dans le cadre de l'activité agricole, cette aptitude est également sollicitée par les épandages de déjections animales des élevages, même si cette fonction semble aller de soi aux yeux de beaucoup : la réalisation de plans d'épandage pour les déjections d'élevages relevant de la législation des installations classées comme pour le recyclage des déchets en agriculture impose une bonne connaissance du pouvoir épurateur des sols. Cette exigence est d'autant plus forte que la région Sud-Alsace 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.

6.2.5.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol?

Rappelons que cette fonction assignée au sol vise à obtenir le degré d'épuration le plus élevé possible d'un déchet, en valorisant le maximum des éléments minéraux apportés grâce à une production végétale et en intégrant la matière organique qui le compose au cycle des matières organiques du sol.

Cet objectif sera atteint sous deux conditions :

- ① Le transfert de la charge polluante que représente le déchet hors du système sol-plante ne doit concerner que des éléments qui ne conduisent pas à une pollution du milieu récepteur par nature ou par concentration. Ici c'est la nappe alluviale qu'il s'agit particulièrement de protéger, et le sol doit présenter des caractéristiques minimales pour maîtriser ce risque.

- ② Il ne doit pas y avoir d'accumulation dans le sol d'éléments pouvant condamner à terme toute production agricole. Ce dernier point implique avant tout une bonne connaissance du déchet.

Nous considérerons que les sous-produits épandus, qu'ils soient d'origine agricole ou non, sont susceptibles de porter atteinte au sol et à la qualité des eaux souterraines de diverses façons :

- par leur contamination en micro-organismes pathogènes,
- par leur richesse en matière organique biodégradable,
- par leur teneur en éléments minéraux assimilables par les plantes,
- par la présence d'éléments-traces métalliques ou de composés-traces organiques.

Cependant, chaque sous-produit est spécifique d'une activité, et la prise en compte de sa composition est indispensable pour porter un jugement sur la possibilité d'effectuer un épandage sur un sol identifié.

6.2.5.2. 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, ...).

6.2.5.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?

L'appréciation du pouvoir épurateur du sol est construite autour de 5 objectifs :

- la protection des eaux souterraines contre le risque de pollution organique non toxique et protection des sols contre un excès de matière organique biodégradable non toxique,
- la protection des eaux souterraines contre un risque de contamination biologique,
- la protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs,
- la protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques ou organiques,
- la protection des eaux de surface.

① Protection des eaux souterraines contre le risque de pollution organique non toxique et protection des sols contre un excès de matière organique biodégradable non toxique.

Le risque est lié au transfert direct éventuel de substances organiques solubles ou facilement entraînées par l'eau, mais supposées *a priori* non toxiques, du sol vers les eaux souterraines. En effet, la présence de matière organique dans l'eau altère sa potabilité. Le sol doit être apte à retenir et réorganiser tous les apports organiques qu'il reçoit : pour cela, son activité biologique doit être suffisante et les temps de rétention des substances organiques solubles suffisamment longs.

Dans ces conditions, la capacité d'un sol à "digérer" et réorganiser de la matière organique est très élevée : elle s'élève jusqu'à 1 tonne de matière organique par ha et par jour hors de la période froide, et permet de traiter au moins 30 tonnes de DCO par ha sur une année (JC. GERMON, 1977).

Cette démarche conduit à exclure les sols présentant une hydromorphie trop importante (classes H3+ et H4), dont l'activité biologique est réduite, mais aussi les sols sains dont la réserve utile est insuffisante et/ou la perméabilité trop élevée. La grille suivante est proposée :

- épandage exclu pour toutes les réserves utiles inférieures à 50 mm,
- épandage toléré pour les réserves utiles entre 50 et 100 mm, si la vitesse d'infiltration mesurée est comprise entre 50 et 200 mm/h,
- épandage admis pour les réserves utiles supérieures à 100 mm, sauf si la vitesse d'infiltration mesurée est supérieure à 200 mm/h.

L'usage de ces critères de jugement doit tenir compte du type d'apport organique envisagé, en flux comme en qualité : un apport de compost mûr présente moins de risques qu'un épandage de matières très fermentescibles, potentiellement riches en composés solubles.

N.B. : la vitesse d'infiltration n'est pas une donnée stable en référence aux types de sol décrits dans le guide. Elle dépend de l'état de surface du sol qui évolue rapidement sous l'action des pluies - battance en surface diminuant l'infiltrabilité et favorisant le ruissellement - et de l'état d'humidité des horizons superficiels. Par exemple, des sols à forte teneur en argile pourront présenter des fentes de retrait en période sèche et auront à ce moment de l'année des vitesses d'infiltration très élevées. Des mesures sur les parcelles proposées dans un plan d'épandage peuvent être nécessaires pour valider les sites ou définir des périodes plus favorables.

② Protection des eaux souterraines contre un risque de contamination biologique

Ce risque est lié à l'existence possible dans le déchet de bactéries, virus et parasites pathogènes pour l'homme ou les animaux. Leur présence dans les eaux souterraines est indésirable si ces eaux constituent une ressource d'eau potable.

Cependant, le temps de survie des micro-organismes indésirables est toujours fini dans le milieu constitué par le sol et par le substrat géologique où circule l'eau. Par ailleurs, ce milieu joue aussi un rôle de filtre. Ainsi, la protection des points de captage d'eau potable est assurée par un périmètre de protection. Celui-ci doit matérialiser un temps de transfert

suffisant pour assurer l'élimination du risque microbiologique. Enfin, une contamination de ce type est toujours réversible.

La réglementation actuelle de l'épandage des déchets en agriculture comme celle s'appliquant aux périmètres de captage, ne donnent cependant pas de critère précis pour décider de la faisabilité des épandages dans les périmètres de protection.

A titre indicatif, nous proposons de retenir les critères d'acceptabilité suivants, basés sur le choix d'un temps de transfert et d'une capacité de filtration et rétention suffisants pour assurer la protection. Ces critères sont basés sur la connaissance, pour chaque type de sol, de la réserve utile, de la perméabilité mesurable, et de l'épaisseur de la zone non saturée entre surface du sol et niveau supérieur de la nappe.

⇒ Dans les périmètres de protection rapprochés des captages d'eau potable : épandage exclu sur les sols dont la réserve utile est inférieure à 100/120 mm et la vitesse d'infiltration supérieure à 200 mm/h ; l'épandage doit de plus être réalisé en dehors des périodes d'excès d'eau climatique (novembre à mars).

⇒ Dans les périmètres de protection éloignés des captages d'eau potable,

- dans le cas où l'épaisseur de la zone non saturée - épaisseur du terrain géologique comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe - est supérieure à 7 mètres, pas de restriction spécifique,

- dans le cas où l'épaisseur de la zone non saturée est inférieure à 7 m (c'est le cas de la moitié Nord de la région Sud-Alsace) 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.

③ Protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs

L'azote est le principal élément lessivable dont on vise le recyclage par une production végétale.

Ainsi, la maîtrise du risque de lessivage de l'azote apporté par un déchet passe d'abord par les modalités d'usage du sous-produit : date d'apport, dose et prise en compte de l'azote libéré dans la fertilisation des cultures.

La prise en compte du risque de lessivage propre à chaque type de sol est nécessaire dans l'élaboration d'un plan d'épandage (voir paragraphe 6.3). Pour des déchets riches en azote facilement disponible, ceci doit conduire à limiter les apports d'été et d'automne sur les sols où le risque de lessivage est certain et élevé (classes 4 et 5), à prévoir un couvert végétal en automne après les épandages d'été et à privilégier les apports au printemps.

④ Protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques et organiques

Vis-à-vis des micropolluants, la protection des eaux et celle des sols sont liées par les mécanismes d'immobilisation, de remobilisation et de transfert de ces substances : une molécule ou un élément aujourd'hui retenu dans le sol ne migrera pas dans l'eau, mais

pourra devenir indésirable pour la production agricole par suite de teneurs excessives. Demain, il pourra être de nouveau mobilisé suite à une modification des conditions du sol (évolution du pH par exemple), ou bien encore des dérivés de la molécule apparaîtront, issus de sa transformation par voie biologique ou physico-chimique.

Pour les métaux, le pH du sol détermine leur solubilité. Pour éviter à la fois la migration de métaux solubilisés vers les eaux souterraines et leur absorption par les plantes, aucun apport de déchets contenant des éléments-traces métalliques ne doit être réalisé sur des sols dont le pH est inférieur à 6. Ce pH minimal peut être obtenu et doit être maintenu par chaulage.

Pour les composés-traces organiques, la connaissance des mécanismes de transfert est trop fragmentaire pour proposer une règle de décision concernant le sol. Tout au plus peut-on avancer que l'épandage sur des sols présentant une activité biologique correcte constitue une première précaution vis-à-vis des substances organiques biodégradables.

Dans tous les cas, la surveillance des teneurs des sols en éléments-traces métalliques et en composés-traces organiques s'impose dans le cadre des **plans d'épandage** de déchets susceptibles d'en contenir. Des valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols sont d'ailleurs fixées par la réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées (cf. tableau suivant).

**Valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols,
arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables
aux épandages de boues sur les sols agricoles.**

Éléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg MS
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercur	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300

5 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.

6.2.5.4. Le pouvoir épurateur des sols de plaine Sud-Alsace

L'examen de chacun des types de sols au regard de ces critères conduit à proposer un classement des sols en 3 catégories (voir tableau page suivante).

A : Pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- **aucun sol** : cette catégorie est susceptible de concerner les limons loessiques du Sundgau ; ceci sera analysé dans le guide de cette région.

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **sols 1, 2, 4 et 7** : le contrôle du pH est indispensable, particulièrement si les produits épandus contiennent des éléments-traces métalliques, de même que la vérification du niveau d'excès d'eau dans le sol.
- **sols 6, 9 et 11** : sur certaines surfaces, la faible RU impose d'être attentif à la gestion de l'azote et à la localisation par rapport aux captages ; attention à leur association avec les sols 8 et 12 au sein des mêmes parcelles.
- **sol 10**, à cause de la juxtaposition avec les sols 8 et 9 au sein des mêmes parcelles.

C : Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

L'utilisation de ces sols pour le recyclage agricole de sous-produits n'est envisageable qu'avec des restrictions sévères concernant la nature du produit, les périodes d'épandage, l'état de couverture du sol. L'épandage de sous-produits solides minéraux, ou pré-traités par compostage, ou à rapport C/N élevé représente le cas le plus favorable. L'épandage de sous-produits liquides à faible rapport C/N sur un sol nu représente le cas le plus défavorable.

- **sols 5 et 13** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. L'apport de sous-produits minéraux demeure possible selon leur intérêt agronomique.
- **sols 3, 8 et 12** : la faible RU ne permet pas de garantir des conditions d'épuration correctes en toutes conditions.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches.

APPRECIATION DU POUVOIR EPURATEUR DES SOLS DE PLAINE SUD-ALSACE

N° de fiche	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydromorphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbonatation	
1	Sol limono-argilo-sableux profond hydromorphe sur alluvions de l'III	120 mm	2	3 : moyen	6,0 à 7,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste cependant indispensable ainsi que le contrôle du pH. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
2	Sol limono-argilo-sableux, profond, sain, décarbonaté sur alluvions limoneuses de débordement de l'III	150 mm	0/1	2 : limité	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant, le contrôle du pH est indispensable.
3	Sol limono-argilo-sableux, peu profond (40 à 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III	60 mm	0	4 : élevé	6,0 à 7,0 sol décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU.
4	Sol argilo-limoneux, profond, hydromorphe, à gley profond, décarbonaté des cuvettes de l'III	100 mm	2/3	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté	B (à C) : pouvoir épurateur en principe correct. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste cependant indispensable ainsi que le contrôle du pH.
5	Sol argilo-limoneux à argileux, profond, hydromorphe, à gley peu profond, décarbonaté des cuvettes proches de l'III	100 mm	3+/4	3 : moyen	6,0 à 7,0 sol décarbonaté	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau.
6	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (50 cm), rubéfié sur alluvions caillouteuses du Rhin	70 mm	0	4 : élevé	inférieur à 6,0 sol acide	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant ; attention au risque de lessivage de l'azote et à leur association avec les sols de la fiche 8 au sein d'une même parcelle. Le contrôle du pH est indispensable.
7	Sol caillouteux, rosâtre, profond (80 cm), sur alluvions caillouteuses du Rhin	120 mm	0	3 : moyen	6,5 à 7,0 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le contrôle du pH est indispensable. Attention au risque de lessivage de l'azote et à leur association avec les sols des fiches 6 et 8 au sein d'une même parcelle.

8	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin	40 mm	0	5 : très élevé	supérieur à 7,5 sol calcique à calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU.
9	Sol caillouteux, limono-argilo-sableux, moyennement profond irrégulièrement calcaire sur alluvions du Rhin	60 mm	0	5 : très élevé	7,5 à 8,5 sol calcique à calcaire	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de la faible RU ; attention au risque de lessivage de l'azote et à leur association avec les sols de la fiche 8 au sein d'une même parcelle.
10	Sol limoneux à argilo-limono-sableux, profond, calcaire, lié aux méandres d'inondation du Rhin	120 mm	0 à 2/3	2 : limité	supérieur ou égal à 7,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant ; pas de contrainte majeure, sauf surveillance du pH ; attention à leur association avec les sols des fiches 8 et 9 au sein d'une même parcelle.
11	Sol sableux à sablo-argileux, calcaire, avec quelques épandages caillouteux, sur alluvions sableuses du Rhin	80 mm	0	4 : élevé	7,5 à 8,5 sol calcaire	Fiche 11 : B à C Fiche 12 : C Si les sols de la fiche 11 présentent un pouvoir épurateur juste suffisant, leur association avec des sols de type 12 au pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant (à cause de la faible RU) au sein d'une même
12	Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin	50 mm	0	5 : très élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	parcelle doit conduire à une grande vigilance pour l'élaboration de plans d'épandage.
13	Sol limono-sablo-argileux à argilo-limoneux, hydromorphe, calcaire sur alluvions du Rhin	110 mm	3/4	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau.

ANNEXES

① DONNEES CLIMATIQUES

② TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

③ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

④ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

⑤ GUIDE DE LECTURE DES FICHES DE SOLS

**⑥ METHODES D'ANALYSE UTILISEES ET SYMBOLES EMPLOYES
POUR LE DESSIN DES PROFILS**

**⑦ EXPLOITATION DU FICHER D'ANALYSES DE TERRE CLARA ET
DONNEES PONCTUELLES UTILISEES**

**⑧ CORRESPONDANCE ENTRE LES FICHES DU GUIDE N°10, 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 spécifique à un couvert végétal donné et comportant l'eau du sol et une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu et du couvert végétal. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle. Pour un sol nu en condition d'humidité moyenne en surface, on considère que ETR est proche de 0.5 ETP.

ETP (Evapotranspiration potentielle) Elle correspond à l'ETM d'une culture bien adaptée et choisie comme référence (généralement un gazon maintenu ras) dans des conditions climatiques données mais sans restriction d'eau. 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. Elle dépend donc elle aussi du couvert végétal.

RU (Réserve Utile) Elle correspond à la 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).

RFU (Réserve facilement utilisable) Elle correspond à la part de RU facilement prélevable par les plantes : au-delà de cette limite, les mécanismes de défense des plantes contre la sécheresse sont mis en oeuvre (flétrissement).
Il est couramment admis que $RFU = 2/3 RU$.

Bilan climatique : $Bc = \text{Pluie} - ETM$

Bilan hydrique : $Bh = \text{Pluie} - ETM + RU$

2. ETAT DES DONNEES DISPONIBLES

Les données utilisées dans ce guide proviennent de relevés réalisés sur 5 postes météorologiques de la région.

- 3 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Meyenheim, Mulhouse et Saint-Louis sur la période 1966-1995,
- 2 postes avec des données pluviométriques seules : Colmar et Neuf-Brisach sur la même période.

Pour l'ETP, l'information est fournie par les stations météorologiques de Meyenheim et Saint-Louis, 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 570 à 765 mm selon les postes. Cette variabilité est essentiellement liée à la localisation des sites par rapport aux reliefs des Vosges ou du Sundgau (autour de 600 mm à Colmar, Neuf-Brisach et Meyenheim, autour de 750 mm à Mulhouse et St-Louis).

La pluviométrie d'été est conditionnée par des orages apportant plus d'eau à proximité des reliefs. La pluviométrie de printemps est plutôt liée au passage de perturbations d'origine atlantique (Colmar, Neuf-Brisach et Meyenheim relativement secs en situation d'abri sous le vent des Vosges).

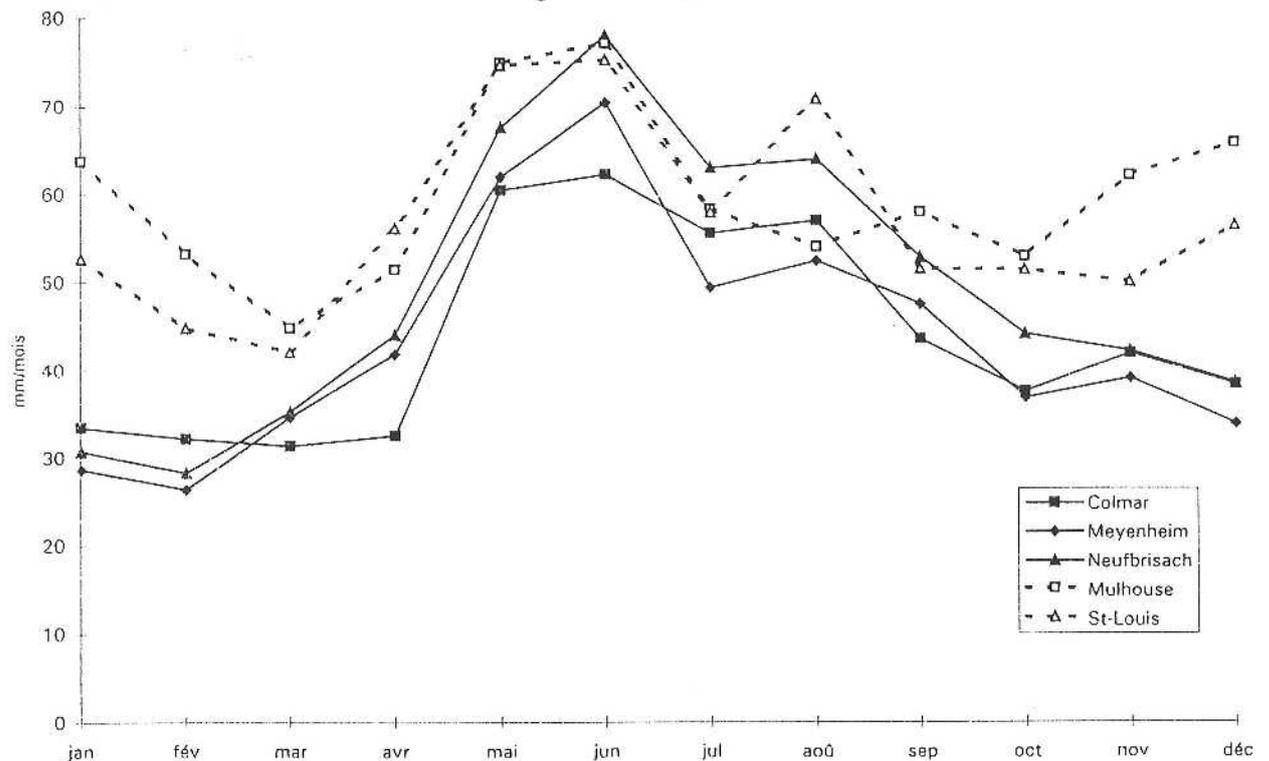
Pour tous les postes, la répartition des pluies dans l'année connaît deux maxima :

- mai-juin d'une part, avec des pluies mensuelles dépassant 60 à 80 mm une année sur deux,
- août d'autre part.

L'hiver apparaît relativement sec en comparaison. D'octobre à avril, la pluviométrie médiane mensuelle est de 25 à 45 mm pour Colmar, Neuf-Brisach et Meyenheim, avec 7 à 8 jours de pluie mensuels. Pour Mulhouse et St-Louis, elle est de 45 à 65 mm avec 9 à 11 jours de pluie mensuels.

PLUVIOMETRIES MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES					
période 1966-1995					
poste	COLMAR	MEYENHEIM	NEUF-BRISACH	MULHOUSE	ST-LOUIS
médianes mensuelles					
janvier	33,4	28,6	30,7	63,7	52,6
février	32,1	26,3	28,2	53,1	44,7
mars	31,3	34,6	35,2	44,8	42,0
avril	32,5	41,8	44,0	51,4	56,1
mai	60,5	62,0	67,6	74,9	74,6
juin	62,2	70,4	77,9	77,1	75,2
juillet	55,5	49,3	63,0	58,3	57,9
août	57,0	52,4	64,0	54,0	70,8
septembre	43,5	47,5	52,8	58,0	51,5
octobre	37,5	36,8	44,1	52,9	51,4
novembre	41,9	39,1	42,2	62,2	50,1
décembre	38,4	33,9	38,6	65,9	56,5
moyennes annuelles	568,5	577,2	638,4	764,6	730,5

Pluviométries médianes mensuelles des 5 postes météo retenus pour la région Sud-Alsace



3.2. La température et ses extrêmes

La température moyenne annuelle s'établit pour la région à environ 10 °C (10,3°C à St-Louis, 10,4°C à Meyenheim), avec une amplitude thermique d'environ 18°C (janvier : 1,3°C et juillet : 19,7 °C).

Les hivers sont secs et froids avec des températures moyennes minimales proches de - 2°C en janvier.

L'ensemble des stations présentent 75 à 80 jours de gel annuel, dont 50 jours pour les mois de décembre, janvier et février.

La période de gel s'étale d'octobre à avril, avec des **risques de gelées précoces** situés 1 année sur 2 entre le 21 et le 28 octobre. Certaines années sont particulièrement précoces et les premières gelées peuvent être observées, 2 années sur 10 dès le 15 octobre.

Les **risques de gelées tardives** se situent une année sur 2 du 21 au 24 avril, les plus tardives ayant lieu la 2ème décade de mai 2 années sur 10 à Meyenheim. Les risques de gelées sont moins durables à Saint-Louis et prennent fin une dizaine de jours plus tôt.

Les **fortes chaleurs** peuvent apparaître très tôt, dès début juin, et perturber la phase de remplissage des grains des céréales à paille ou bien encore l'activité photosynthétique du maïs.

Analyse fréquentielle des températures extrêmes
(Données METEO FRANCE, période 1966-1995)

TYPE DE RISQUE	à MEYENHEIM				
	min.	Q1	méd.	Q4	max.
Premières gelées	17/09	15/10	21/10	30/10	15/11
Dernières gelées	26/03	18/04	24/04	04/05	19/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	13/05	04/06	22/06	08/07	25/07

TYPE DE RISQUE	à ST-LOUIS				
	min.	Q1	méd.	Q4	max.
Premières gelées	16/09	18/10	28/10	07/11	19/11
Dernières gelées	29/03	10/04	21/04	27/04	09/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	21/04	10/06	29/06	16/07	28/07

4. DONNEES CLIMATIQUES PARTICULIERES

4.1 Sommes des températures

Ces données sont présentées pour les 2 postes de relevés thermométriques pour lesquels les séries sont disponibles : Meyenheim et St-Louis.

Les sommes de température en base 6 °C permettent de décrire, à partir de la date de semis, le rythme de développement d'un grand nombre de **cultures d'été**, et de prévoir les dates de récolte possibles à l'automne. Les valeurs fréquentielles relevées sont les suivantes.

Analyse fréquentielle des sommes de température base 6 entre le 1er mai et le 30 septembre (Données METEO-FRANCE, période 1966-1995)			
Poste météo	Q1	médiane	Q4
MEYENHEIM	1614°C	1700°C	1804°C
ST-LOUIS	1555°C	1695°C	1761°C

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.

Maïs, variétés très précoces et demi-précoces (Source AGPM)			
Variété	Semis-floraison	Semis-ensilage (30 % de MS plante entière)	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
BANGUY	830 à 850 °C	1375 à 1400 °C	1630 à 1650 °C
DEA	830 à 850 °C	1400 à 1430 °C	1680 à 1700 °C
PACTOL	905 à 925 °C		1680 à 1700 °C
DK 300	905 à 925 °C		1705 à 1725 °c

On constate que le stade ensilage des variétés de maïs telles que BANGUY ou DEA sera toujours atteint avant le 30 Septembre.

En ce qui concerne la maturité grain, elle sera atteinte 1 année sur 2 vers le 30 septembre pour les variétés très précoces.

Si l'on regarde les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableaux suivants), on observe que les variétés de type PACTOL ou DK300 n'atteindront leur maturité, 1 an sur 2, que début octobre. Une année sur 5, il faudra même attendre le 17 Octobre, date qui correspond aux premiers risques de gelées.

Statistiques sur les dates d'atteinte d'une somme de température donnée en base 6°C

Poste de MEYENHEIM - Période 1966-1995			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	19 août	26 août	03 septembre
1400 °C	23 août	30 août	08 septembre
1450 °C	27 août	04 septembre	13 septembre
1500 °C	02 septembre	09 septembre	17 septembre
1550 °C	07 septembre	14 septembre	21 septembre
1600 °C	11 septembre	20 septembre	25 septembre
1650 °C	16 septembre	26 septembre	06 octobre
1700 °C	20 septembre	30 septembre	12 octobre
1725 °C	21 septembre	02 octobre	17 octobre

Poste de SAINT-LOUIS - Période 1966-1995			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	22 août	27 août	08 septembre
1400 °C	26 août	31 août	12 septembre
1450 °C	31 août	04 septembre	16 septembre
1500 °C	05 septembre	09 septembre	21 septembre
1550 °C	10 septembre	16 septembre	29 septembre
1600 °C	15 septembre	20 septembre	03 octobre
1650 °C	19 septembre	24 septembre	06 octobre
1700 °C	23 septembre	01 octobre	12 octobre
1725 °C	26 septembre	05 octobre	15 octobre

4.2 Evapotranspiration potentielle et bilans hydriques

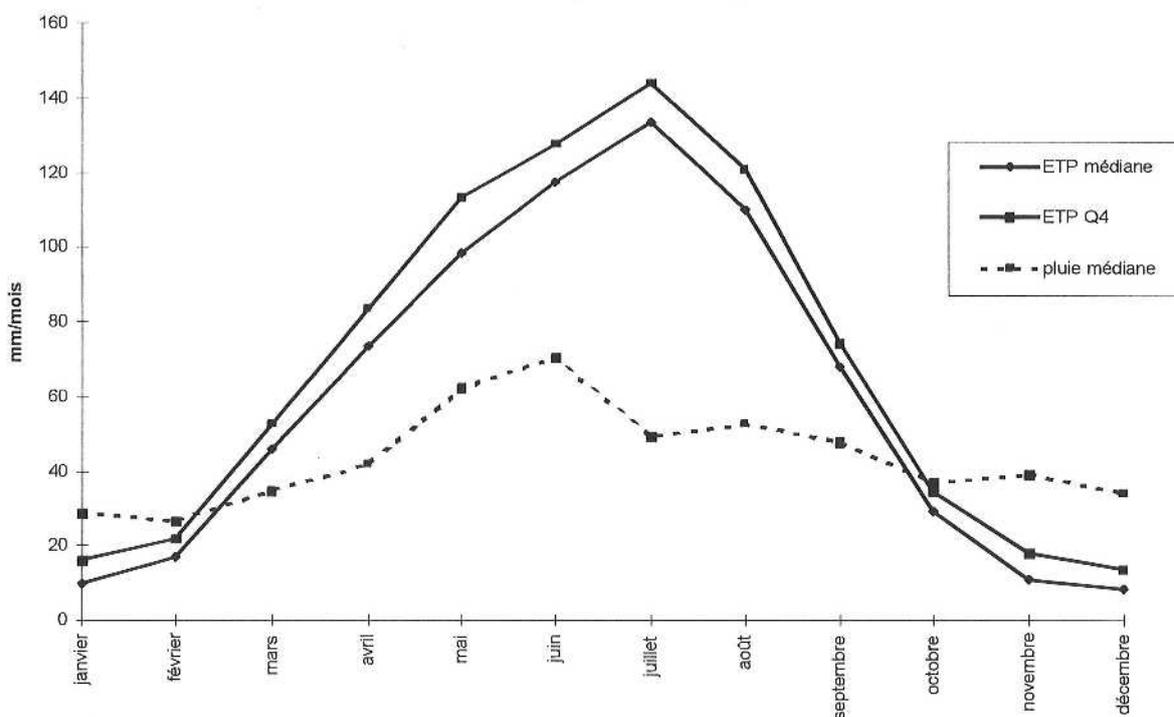
Dans ce paragraphe figurent les données brutes qui ont servi au calcul de l'évapotranspiration potentielle et des bilans hydriques. Ceux-ci sont présentés et commentés dans le **chapitre 6** de l'ouvrage, dans les paragraphes traitant des sols et de l'irrigation d'une part (6.2), du risque de lessivage des nitrates d'autre part (6.3).

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 période 1966-1995

poste	ENTZHEIM		MEYENHEIM		SAINT-LOUIS	
ETP mensuelles	médiane	Q4	médiane	Q4	médiane	Q4
janvier	10.3	17.1	9.6	15.9	12.0	14.7
février	16.5	21.1	16.9	21.6	18.9	22.3
mars	46.4	49.9	45.7	52.5	45.5	49.1
avril	75.5	82.4	73.3	83.4	69.6	77.1
mai	103.1	111.6	98.4	113.2	96.2	110.6
juin	113.5	126.4	117.1	127.1	112.7	122.9
juillet	130.3	141.3	133.2	143.6	128.9	143.8
août	109.0	115.8	109.6	120.6	108.0	115.7
septembre	64.2	69.6	67.7	74.1	65.5	73.5
octobre	29.5	34.7	29.2	34.2	32.6	37.6
novembre	12.8	16.8	10.9	17.8	14.3	17.6
décembre	8.7	14.1	8.3	13.4	10.5	15.6
moyennes annuelles	726.6	764.2	722.9	774.2	724.2	750.9

**ETP et pluie mensuelles du poste météo de MEYENHEIM
(1966-1995)**



Date de début de déficit hydrique

Les hypothèses retenues pour l'algorithme de calcul de la date de début de déficit hydrique pour le maïs et pour le blé sont les suivantes :

- la réserve utile est pleine au départ (1 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. Marnes (argile calcaire)																
33. Calcaire dur																
34. Calcaire gréseux																
35. Conglomérats																

4. Terrains de montagne (Vosges et Jura Alsacien)

41. Calcaire du Jura																
42. Grès des Vosges																
43. Granite et gneiss des Vosges																
44. Autres roches des Vosges																

Légende	1. Outre-Forêt	9. Vignoble Sud	 Présence généralisée sur la région  Présence occasionnelle ou localisée 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. Ochsenfeld	
	5. Kochersberg	13. Alsace Bossue	
	6. Plaine d'Erstein/Bruch de l'Andlau	14. Vosges gréseuses du Nord	
	7. Vignoble Nord	15. Vosges cristallines du Sud	
	8. Plaine Centre Alsace		

TYPLOGIE DES SOLS DE LA PLAINE D'ALSACE

Ces tableaux ont été construits à partir de 3 sources d'information :

- des extraits partiels du fichier régional d'analyses de terre CLARA constitué en 1988 à partir de résultats disponibles pour les 30 dernières années (près de 2 000 analyses consultées sur les 20 000 disponibles),
- le fichier complet d'analyses de terre des témoins Ø azote de 1987 à 1992 (plus de 200 analyses),
- les profils de sols réalisés en Alsace pour différentes études de 1983 à 1992 (près de 500 profils disponibles)

Ils permettent ainsi d'avoir quelques critères simples chiffrés par type de sol, ce qui est une aide supplémentaire pour rapporter une analyse de terre à un code sol donné.

Ces critères sont en principe quasi-permanents. Les valeurs mentionnées sont indicatives ; elles représentent les cas les plus fréquemment rencontrés dans l'ensemble de la plaine d'Alsace.

Le pH et le taux de matière organique n'ont pas été mentionnés du fait de pratiques agricoles susceptibles de variations importantes à la parcelle selon les systèmes de cultures pratiquées.

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

1A. LA PLAINE ALLUVIALE DU RHIN ET DE L'ILL

11. Alluvions rhénanes anciennes : Terrasses ("Ried Brun")	11.0	Hardt superficielle	14 à 24	0 à 5	8 à 18	0	< 30	30	Guide 10 Fiches 6 à 8	Terrasse au sud de Colmar
	11.1	("Ried brun" caillouteux calcaire ou décarbonaté)	20 à 28	0 à 2 et 2 à 20	10 à 16	0	30/40	20 à 30	Guide 10 Fiche 9	Terrasse au nord de Colmar
	11.2	Hardt profonde ("Ried brun" profond sain)	18 à 34	2 à 30	8 à 18	0	> 120	0	Guide 10 Fiche 10 (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 5	Nord de Colmar
	13.2	"Ried gris" LSA sur Cx à 30 cm	28 à 40	0	15 à 25	0	30/40	0 à 10	Guide 10 Fiche 3	Zone inondable de l'ill
	13.3	"Ried gris" LAS/AL sur Cx à 60 cm	35 à 45	0	24 à 28	3	50/60	0 à 5	Guide 10 Fiches 4 et 5	Zone inondable de l'ill
	13.4	"Ried gris" LA/AL Gley	35 à 50	0	15 à 25	3 à 4	> 100	0	Guide 08 Fiche 7	Zone inondable de l'ill

Localement, on note la présence de fragments de terrasse avec des sols 11.1, plus rarement 11.2 et 11.3 dans le domaine des alluvions de l'ill (Hettsheim, Hilsenheim, Rossfeld, Witternheim)

16 "Rieds" - organiques ("Ried noir")	16.1	"Ried noir" de l'ill	45 à 60	0	35 à 45	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 8	Zone inondable de l'ill
	16.2	"Ried noir" de l'ill recouvert de limons	35 à 55	0 à 2	25 à 35	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 9	Rathsamhausen
	16.3	"Ried noir" rhénan de transition	20 à 45	8 à 20	25 à 45	3	50 à > 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 10	Limite de la zone inondable de l'ill
	16.4	"Ried noir" rhénan LA-A tourbeux	20 à 35	0	40 à 120	2 à 3	> 100	0	Témoins Ø N CLARA	Reichstett La Wantzenau
	16.5	"Ried noir" rhénan LSA organique/SCx	35 à 45	0	30 à 150	3	30 à 40	0 à 10	Témoins Ø N CLARA	Reichstett La Wantzenau
	16.6	"Ried noir" rhénan LA-A tourbescent	45 à 55	0	.	3	> 100	0	Région 5 CDTA - P. 1	Schirrhein

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
		Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g					

1B. LES RIVIERES VOSGIENNES

14 Alluvions des rivières vosgiennes centrales : Giessen-Fecht, Bruche-Andlau	14.1	Sol à S. fin des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 2/3	Scherwiller Sélestat
	14.2	Sol superficiel SCx ou sol lessivé	10 à 15	0	< 6	2 à 3	< 50	10 à 40	Guide 06 Fiche 7	Bruche de Molsheim à Hangenbieten
	14.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	15 à 25	0	6 à 15	2 à 3	60 à 100	0	Guide 08 Fiche 4	Stotzheim et environs
	14.4	Lœss 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	Lœss argileux à gley calcaire	18 à 28	15 à 20	.	3 à 4	> 120	0	Guide 06 Fiche 11	"Bruch" de l'Andlau
	14.6	Gley calcaire tourbeux ou tourbescent	25 à 35	15 à 25	.	4	> 120	0	Guide 06 Fiche 12	"Bruch" de l'Andlau
	14.7	Sol LAS à SA lessivé sur glacis d'épandage	15 à 25	0 à 2	6 à 10	1 à 3	> 120	0	Guide 06 Fiche 9	Base des collines hors lit majeur des rivières vosgiennes

15 Alluvions des rivières vosgiennes du Nord : Lauter Sauer-Moder-Zorn	15.1	Sol SL des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 4	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.2	Sol A/AL à gley de la cuvette alluviale	35 à 50	0	22 à 30	3 à 4	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 2/5	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.3	Sol LSA/LAS colluvial du bas des collines	20 à 30	0 à 5	10 à 15	2 à 3	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 1	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.4	Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	4 à 8	0	2 à 6	0 à 2	> 120	5 à 15	Région 5 Pot. Maïs 91 P. Gries	Haguenau Bischwiller
	15.5	Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses	.	0	.	3	> 100	< 5	.	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	Région 12 Dupont 2 - P. 2/3	Ensisheim à Cernay
	17.2	Alluvions grossières (SCx) des bords de rivières	8 à 18	0	6 à 12	0	<< 50	5 à 10	Région 12 Dupont 2 - P. 4	Ensisheim à Cernay
	17.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	20 à 30	0	15 à 20	2 à 3	60 à 100	0 à 5	Guide 10 Fiche 20	Ensisheim à Cernay
	17.4	Sol à Sg des buttes	6 à 12	0	< 6	0 à 2	50 à 120	10 à 15	Guide 10 Fiche 19	Ensisheim à Cernay
	17.5	Sol LS lessivé à pseudogley argileux	10 à 15	0	6 à 12	2 à 3	> 100	0	Région 12 Dupont 1 - P. 1	Ensisheim à Cernay
	17.6	Lehm-lœss hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	CLARA	Ensisheim à Cernay

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 Lœss et lehm-lœss	Code	Appellation	Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g	Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
	21.0	Lœss légers	15 à 18	10 à 30	8 à 12	0	> 120	0	Région 11 Pot. Maïs 91 Landser haut	Blaesheim (colline)
	21.1	Lœss moyens (lœss typique si calcaire dès la surface)	18 à 24	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	Guide 10 Fiche 14	Ackerland Kochersberg
	21.2	Lœss lourds	24 à 28	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	Arrière Kochersberg
	21.3	Lœss très lourds	28 à 35	0 à 5	15 à 20	0	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	Arrière Kochersberg
	21.4	Lehm sur lœss (décarbonaté sur 1 m au plus)	12 à 26	0	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 10 Fiche 15	Outre Forêt Sundgau
	21.5	Lœss colluvionné	15 à 35	6 à 20	6 à 15	0 à 3	> 120	0	Guide 10 Fiche 17	Toutes régions avec lœss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)
	21.6	Lœss hydromorphe	15 à 25	< 6	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 10 Fiche 18	Toutes régions avec lœss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)

22 Lehm	Code	Appellation	Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g	Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
	22.0	Lehm (L/LA-LaS- ou LSa)	12 à 25	0	5 à 15	3	> 100	0	Région 1 EVS - P. 5	Outre Forêt Sundgau
	22.1	Lehm sur cailloux	10 à 15	0	6 à 10		50 à 60	< 5	Témoins Ø N CLARA	Sundgau
	22.2	Lehm LS profond	< 12	0	6 à 10		80 à 100	0	Région 1 EVS - P. 7	Outre Forêt Sundgau
	22.3	Lehm L peu profond	12 à 18	0	6 à 10		40 à 60	0	CLARA	Sundgau
	22.4	Lehm superficiel (ex. : lehm sur marne)	18 à 25	0	6 à 10		A à 30	0	Témoins Ø N CLARA	Outre Forêt Sundgau
	22.5	Lehm colluvionné	25 à 45	0	15 à 25	1 à 3	> 100	0	Région 1 EVS - P. 1	Outre Forêt Sundgau
	22.6	Lehm argileux (couche d'argile mise à nu par érosion)	25 à 35	0	10 à 15		> 100	0	Région 1 EVS - P. 4	Outre Forêt Sundgau

③ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

Bibliographie régionale

Bibliographie thématique

- risque de lessivage des nitrates
- sols hydromorphes et dénitrification
- sols et ruissellement
- sols et devenir des produits phytosanitaires
- entretien calcique
- pouvoir épurateur
- potentialités des cultures
- sols et irrigation
- sols et drainage
- sols et pédologie

BIBLIOGRAPHIE REGIONALE

- ARAA-AGPM (à paraître) - Contribution à l'étude des potentialités du maïs en Alsace.
- ANNE P., DUPUIS M., METTAUER H. et SCHENCK Ch. (1958) - Carte pédologique de la Hardt au 1/25 000^{ème} - INRA (2 feuilles)
- BOUDOT J.P. et al. (1979) - Carte phytoécologique d'Alsace au 1/100.000 - COLMAR et STRASBOURG - ULP Strasbourg - Région Alsace
- BRGM - Cartes géologiques de la France au 1/50 000^{ème} - Feuilles de Colmar n° 342 (notice de 55 p.), Neuf-Brisach n° 378-379 (notice de 43 p.), Mulhouse n° 413 (notice de 27 p.) et Altkirch n° 445.
- Centre de Géographie appliquée (1979) - Carte des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement - COLMAR et STRASBOURG - ULP Strasbourg - Région Alsace
- CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- COQUILLAUD C., PAVAT JL. (1990) - Etude préalable à une valorisation agricole des boues résiduaires produites à la station de traitement des eaux usées du district des 3 Frontières - ARAA, 85 p. + annexes + 2 cartes au 1/100 000^{ème}
- 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.
- 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 -27p.
- GURY M., GUILLET B. et al (à paraître) - Carte pédologique de France au 1/100.000 - COLMAR (feuille au 1/25.000 de BENFELD) -INRA
- HUET S., ROUY N., PARTY JP. (1992) - Etude préalable à une valorisation agricole des boues résiduaires produites dans les stations de traitement des eaux usées du SIVOM Hardt Nord - MVAD 68, cartes cadastrales au 1/5 000^{ème}
- IGN - Cartes topographiques au 1/25 000^{ème} de Marckolsheim, 3818 W, Colmar, 3718 W, Guebwiller, 3719 W, Neuf-Brisach, 3719 E, Mulhouse, 3720 W, Rixheim, 3720 E, St-Louis, 3721 E (série bleue), au 1/100 000^{ème} St Dié-Mulhouse, 31 (série verte)
- KOLLER R., PARTY JP. (1994) - Guide des sols d'Alsace - Plaine Centre-Alsace, 145 p., Région Alsace / ARAA / SOL-CONSEIL.
- METTAUER H. (1967) - Caractéristiques pédologiques et agronomiques des sols Ello-Rhénans de la zone Nord de Mulhouse - Bull. n°2, pp. 1-9 - 1967
- METTAUER H. (1969) - Les réserves hydriques des sols de la Hardt - Bull. AFES, 6, pp. 15-20
- METTAUER H. (1969) - Etude agro-pédologique de la plaine d'Alsace - Notice explicative - Bull. AFES, 5, pp. 11-19
- METTAUER H., TUAL Y., HUCK C. et TRENDEL R. (1983) - De la connaissance du comportement physique et mécanique des sols de l'Est de la France - Agronomie 3 (2) pp. 141-152.

- METTAUER H., SCHENCK C., KAYASSEH M., BOUSLAH H. (1986) - Atlas des sols d'Alsace - Ochsenfeld, cône alluvial de la Thur, 16 p., INRA Colmar
- O.N.F. - Catalogue des stations forestières de la Hardt (1996) - CAE Dijon
- PARTY JP. (1996) - Enracinement et potentialités du maïs en plaine d'Alsace. ARAA / SOL-CONSEIL, Mastère d'Agronomie INA-PG, 53 p. + annexes
- PARTY JP., THIEVENT Ph., KAYASSEH M., THALER A. (1991) - Terrain d'essais MERCEDES. Site de Nambenheim - Les sols, la flore, la faune - T. 1 - texte, 78 p. - T.2 - annexes Sols/végétation/faune - T. 3 - Cartes
- PARTY JP., KAYASSEH M. (1991) - Etude pédologique du Westerfeld (Ensisheim)
- PARTY JP., KAYASSEH M. (1992) - Etude pédologique du Centre Européen de Recherches DUPONT de Nemours (Nambenheim) - DUPONT / SOL-CONSEIL, 21 p. + cartes au 1/5 000^{ème}
- PARTY JP., KAYASSEH M., THALER A., SORG E. (1993) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station de traitement des eaux usées du SIVOM de WiKiRu - SOL-CONSEIL, 33 p. + annexes + cartes
- PARTY J.P., DUCHAUFOR H. (1984) - Carte des terres agricoles au 1/50.000^{ème} - COLMAR - Ministère Agriculture - SATEC - Sodeveg.
- 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.
- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de la maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.

BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

- BERNHARD C. (1985) - Evaluation du risque de contamination des eaux souterraines du Ried Centre Alsace par les nitrates - Institut de mécanique des fluides - Université Louis Pasteur - 192 p.
- I.G. BURNS (1976) - Equations to predict the leaching of nitrate uniformly incorporated to a known depth or uniformly distributed throughout a soil profile, J. Agri. Sci. Cambridge, 86, p. 305-313
- I.G. BURNS (1975) - An equation to predict the leaching of surface applied nitrate, J. Agri. Sci. Cambridge, 85, p. 443-454
- Anonyme (1987) - Détermination du coefficient de lessivage f (modèle de Burns), Perspectives agricoles, n° 115, p 52
- PIREN EAU Alsace-ULP Strasbourg (1987) - Cartes du risque de lessivage des nitrates dans les sols au 1/25.000 feuilles n° 6 (Neuf-Brisach) et feuille n° 8 (Hirtzfelden, Fessenheim), Département du Haut-Rhin, Ministère de l'Environnement, Agence de l'eau Rhin-Meuse.
- SEBILLOTTE M., MEYNARD J.M. (1990) - Systèmes de culture, systèmes d'élevage et pollutions azotées -International symposium nitrates-eau-agriculture - R. Calvet/INRA - Paris - p. 289-312
- SCHENCK C. DELPHIN J-E (1996) - Observation de longue durée in situ des principaux paramètres intervenant dans le transfert de l'eau et des nitrates dans les sols cultivés en Alsace.

SOLS HYDROMORPHES ET DENITRIFICATION

- CELLIER P.(1997) - Les émissions d'ammoniac (NH₃) et d'oxydes d'Azote (NO_x et NO₂) par les sols cultivés : mécanismes de production et quantification des flux, Les colloques INRA N°83, p 25-37
- MARIOTTI A. (1997), Quelques réflexions sur le cycle biogéochimique de l'azote dans les agrosystèmes, Les colloques INRA N°83, p 9-22
- HACK J. (1997), N₂O Emissionen und Denitrifikationsbedingte Stickstoffverluste landwirtschaftlich genutzter Böden im Elsass unter Berücksichtigung von Boden und Witterungsfaktoren sowie der nitratereduzierenden und nitrifizierenden Mikroflora, 300 p
- HENAULT C., GERMON J.C., (1995), Quantification de la dénitrification et des émissions de protoxyde d'azote N₂O par les sols, Agronomie, 15, p 321-355.

SOLS ET RUISSELLEMENT

- AUZET V., (1987) - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects agronomiques, CEREG, 60 p.
- AUZET V. (1990) ,L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects aménagements, CEREG, 39 p.
- 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.

- 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
- 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., MARTIN P., BRUNO J.F., (1996) - Comment réduire les risques d'érosion par les pratiques agricoles ? S'adapter aux systèmes érosifs et au contexte économique, Forum sécheresse, pollution, inondation, érosion - Poitiers.
- RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., NEVEU A., PAPY F. (1997) - L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. p 271-278
- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. P. 129 - 143.
- VANSTEELANT J.Y., TREVISAN D., PERRON L.,DORIOZ J.M., ROYBIN D., (1997) - Conditions d'apparition du ruissellement dans les cultures annuelles de la région lémanique. Relation avec le fonctionnement des exploitations agricoles, Agronomie, 17, p. 65 - 82.

SOLS ET DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

- 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
- SCHIAVON M., BARRIUSO E., LICHTFOUSE E., MOREL J-L. (1997) - Contamination des sols et des productions agricoles par les produits phytosanitaires et les micropolluants organiques - in Qualité des sols et des produits agricoles, 3^{ème} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre GEMAS - COMIFER - G. Thevenet et P. Riou - Blois - p 155-169

ENTRETIEN CALCIQUE

- COPPENET M., AILLOT B., CARIOU G., COLOMB B., DARRE J., HAUT R., (1986) - Etat calcique des sols et fertilité : le chaulage, COMIFER-ACTA, Paris, 166 p.

POUVOIR EPURATEUR

- GERMON JC et al. (1977) - Effets d'épandages répétés d'eaux résiduaires de conserveries sur la microflore du sol - CR de l'Académie d'Agriculture, vol., p. 516-524, Paris
- MARESCA B. et al (1979) - L'épandage des eaux usées, manuel de recommandations techniques - Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement et du cadre de vie, Ministère de la Santé et de la Famille - La Documentation française, Paris.
- FAVROT J.C. (1983) - Cartographie et caractérisation du comportement hydrique des sols - INRA Montpellier - SES n° 545 - 33 p.

POTENTIALITES DES CULTURES

- COMBE L., PICARD D., coordinateurs (1994) - Elaboration du rendement des principales cultures annuelles - INRA - Paris - 191 p.
- HERVE J.J. (1991) - Potentialités des milieux et choix des objectifs de rendement - Quelles fertilisations demain ? Premier forum européen de la fertilisation raisonnée, Strasbourg - COMIFER - Paris - p. 161-167
- LIMAUX F. (1991) - Adaptation de la fertilisation azotée à des systèmes céréaliers moins intensifs - Quelles fertilisations demain ? Premier forum européen de la fertilisation raisonnée, Strasbourg - COMIFER - Paris - p. 168-178

SOLS ET IRRIGATION

- AFEID, (1996) Journées techniques nationales, Irrigation et drainage dans le contexte économique et environnemental actuel.
- DELPHIN J.E., SCHENCK C., (1997) Observation de longue durée in situ des principaux paramètres intervenant dans le transfert de l'eau et des nitrates dans les sols cultivés en Alsace.
- ITADA, (1996) Rapport de synthèse sur le programme d'études réalisées par l'Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique.

SOLS ET DRAINAGE

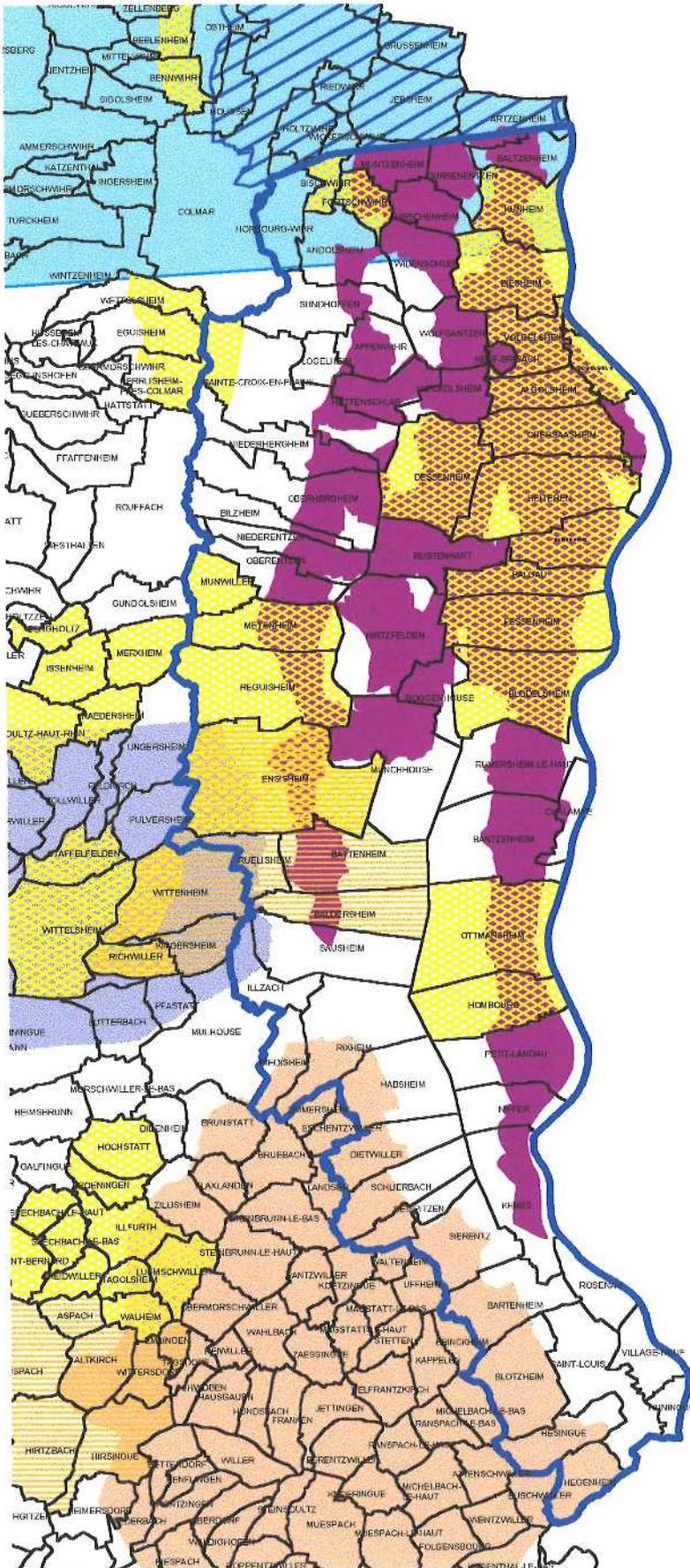
- CURMI P. et al (1997), Rôle du sol sur la circulation et la qualité des eaux au sein de paysages présentant un domaine hydromorphe. Incidences sur la teneur en nitrates des eaux superficielles d'un bassin versant armoricain, Etudes et gestion des sols, 4, 2, 1997, p 95-114
- LESAFFRE B., ARLOT M-P.(1991), L'impact du drainage sur le milieu, Courants n°11, septembre-octobre 1991, p 46-53
- FAVROT J.-C., DEVILLERS J.-L. (1976), Evaluation des besoins en drainage des terres agricoles. CR colloque CENECA, Paris 1976, p 1 - 5
- ZIMMER D. (1995), Drainage, assainissement agricoles et crues : un débat qui reste d'actualité, Géomètre n°7, juillet 1995, p 36-39
- ARLOT M-P. (1995), Qualité des eaux de drainage agricole : mieux la connaître et mieux la gérer, Géomètre n°7, juillet 1995, p 20-22

SOLS ET PEDOLOGIE

- AFES (1992) - Référentiel pédologique principaux sols d'Europe - INRA -222 p.
- AFES (1995) - Référentiel pédologique français - INRA - Paris - 331 p.
- BAIZE D. (1988) - Guide des analyses courantes en pédologie - INRA - Paris - 172 p.
- BAIZE D. et JABIOL B. (1996) - Guide de description des sols - INRA - Paris - 400 p.
- LOZET J., MATHIEU C. (1997) - Dictionnaire de Science du Sol - Ed. Lavoisier - 488 p.

④ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

Inventaire des études de sols disponibles sur le secteur "Plaine Sud-Alsace"



 Contours du guide des sols "Plaine Sud-Alsace"

Etudes de sols préalables à l'épandage de boues de stations d'épuration

 1/25 000

 1/50 000

 1/100 000

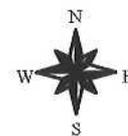
Etudes de sols diverses

 1/25 000
Carte pédologique de la Hardt

 1/50 000
Carte des terres agricoles Colmar-Artolsheim

 1/100 000
Atlas des sols d'Alsace
Ochsenfeld-cône de déjection de la Thur

 1/100 000
Guide des sols "Plaine Centre-Alsace"



0 2 4 6 8 Kilomètres

⑥ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

Dénomination du sol en termes courants**Nom local simplifié de l'unité de sol** - Référence dans la typologie des sols d'AlsaceNom dans la classification CPCS (*classification élaborée par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols et largement utilisée en France depuis 1967 et jusqu'au début des années 90*)Nom dans le Référentiel pédologique (*nouveau système de classification qui tend à remplacer la classification CPCS*)**GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE**

Localisation préférentielle du type de sol, topographie
 Description des matériaux et processus de mise en place du sol
 Facteurs de formation du sol

Mise en valeur actuelle : (occupation du sol observée)**Appellation locale** : (quand elle est particulière et bien ciblée)**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

Matériau dominant (description synthétique avec caractères les plus marquants : texture éléments grossiers, effervescence, couleur)

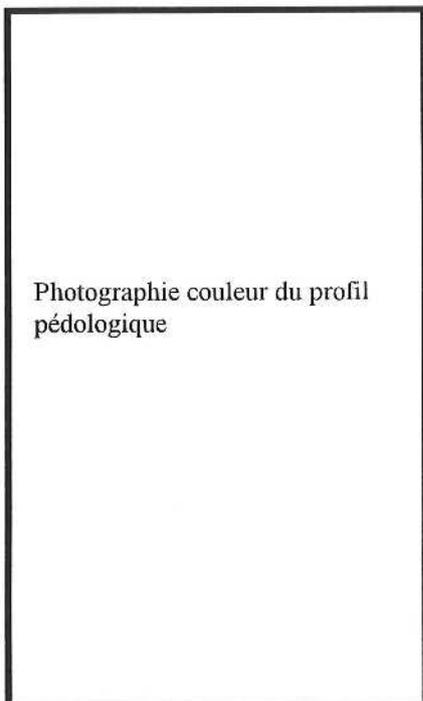
à la pissette : Effervescence
 (réaction à l'acide chlorhydrique HCl en solution à 10%)

à la tarière : (observation du sol en profondeur jusqu'à 1m 20)
 éléments grossiers
 succession des textures
 couleur
 tâches d'hydromorphie
 profondeur (matériel meuble)

Région naturelle N° Nom de la région naturelle	Fiche sol N°
Dénomination du sol en termes courants	
Nom local simplifié de l'unité de sol	

UN EXEMPLE DE PROFIL Commune : coordonnées X Lambert2, Y Lambert2	Date REPRESENTATIVITE du profil par rapport à l'unité de sol	Occupation du sol
--	---	-------------------

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique



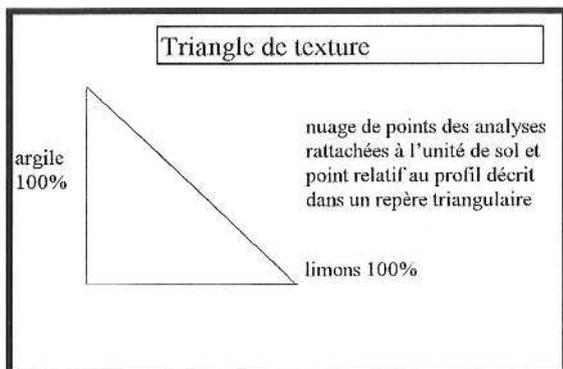
DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Pour chaque horizon on trouve

- son nom selon le référentiel pédologique
- sa profondeur d'apparition (haut et bas),
- les observations de terrain relatives à la texture, la présence de calcaire, la couleur, la structure, la compacité, la présence de racines...

Seules les observations remarquables et caractéristiques du profil sont retenues ici. De plus ces informations sont le résultat de l'appréciation du spécialiste. Elles peuvent présenter un certain décalage par rapport aux valeurs analytiques ci-dessous mais elles se rapprochent plus de ce qu'un opérateur de terrain peut observer

PROFIL GRANULOMETRIQUE								PROFIL CHIMIQUE								
Profondeur en cm	code horizon RP	granulométrie 5 classes					%Matière Organique	C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer,JH et Olsen méthode précisée	pH eau	Bases échangeables Ca Mg K Na CEC				S/T saturation
		Sable Grossier	Sable Fin	Limon Grossier	Limon Fin	Argile						Ca	Mg	K	Na	
Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.								Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.								



Variabilité des textures de surface :

(précise l'origine des analyses de terre utilisées pour décrire la variabilité des textures de surface à travers le triangle de texture ci-contre)

Région naturelle N° Nom de la région naturelle	Fiche sol N°
Dénomination du sol en termes courants	
Nom local simplifié de l'unité de sol	

Enracinement du maïs

*Le cas échéant, les facteurs limitant l'enracinement sont décrits à cet emplacement.
C'est cette profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.*

Profil d'enracinement du maïs

*La présence de racines est notée à partir d'un dénombrement réalisé dans un maillage de 2 cm x 2 cm sur une largeur d'1 m.
Les cases grises correspondent à la présence d'une racine de diamètre inférieur à 1 mm. Les cases noires illustrent la présence d'une racine de diamètre supérieur. A proximité de la surface, quand le chevelu racinaire est très dense, l'horizon entier est figuré en gris.*

CARACTERES GENERAUX DU SOL	variante de l'unité de sol décrite selon ses caractéristiques :
<p>profondeur du sol (<i>c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement</i>)</p> <p>texture de surface simplifiée (<i>avec variations possibles</i>) texture de profondeur simplifiée (<i>avec variations possibles</i>)</p> <p>picrosité battance</p> <p>densité apparente</p> <p>RU sans prise en compte des remontées capillaires</p> <p>porosité / perméabilité</p> <p>classe d'hydromorphie selon Favrot</p> <p>origine de l'excès d'eau</p> <p>pH initial sans intervention (<i>fourchette de valeurs</i>) valeurs pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques calcaire</p>	<p><i>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.</i></p>

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL	
<p>satisfaction des besoins en eau</p> <p>obstacle à l'enracinement</p> <p>aptitude à se réchauffer</p> <p>ressuyage</p> <p>contrainte due à l'excès d'eau</p> <p>contrainte liée à la localisation</p> <p>travail du sol (<i>précautions éventuelles si sol battant</i>)</p> <p>risque de ruissellement, d'érosion (<i>→ synthèse dans le chapitre 6.2.3.</i>)</p> <p>risque de lessivage des nitrates : (<i>termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.2.2.</i>)</p> <p>pouvoir épurateur : (<i>termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.2.5.</i>)</p>	<p><i>Parmi ces caractères, ne sont mis en évidence que ceux qui sont vraiment significatifs.</i></p>

Région naturelle N° Nom de la région naturelle

Fiche sol N°

Dénomination du sol en termes courants

Nom local simplifié de l'unité de sol

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités (et aménagement foncier éventuel)

culture et rendements possibles en l'état

culture et rendements possibles après aménagement foncier éventuel, drainage ou irrigation

Eventuellement information sur les risques pour l'environnement d'un aménagement foncier

(→ synthèse dans le chapitre 6.1.)

Praticabilité et travail du sol

précautions à prendre

mode et période d'intervention

Fertilisation et entretien calcique (→ synthèse dans le chapitre 6.1.4. et 6.1.5.)

Ces conseils se situent par rapport à des cultures actuellement pratiquées sur ce type de sol nature, forme, conseil de fractionnement des apports...

Risque de lessivage de l'azote

Une estimation du risque de lessivage des nitrates est faite d'après le modèle de lessivage de Burns sous hypothèse de fertilisation azotée ajustée et avec les données météorologiques de la petite région naturelle

Le graphique donne en ordonnée le pourcentage d'azote nitrique présent dans le sol à l'entrée de l'hiver et qui sera entraîné hors de portée des racines par l'excès d'eau (en abscisse).

→ Enoncé et explication de la formule utilisée et synthèse dans le chapitre 6.2.2.

Graphique de modélisation du lessivage hivernal des nitrates

Pouvoir épurateur (→ synthèse dans le chapitre 6.2.5.)

estimation du pouvoir épurateur du sol

possibilités d'apport de boues

choix des produits

mise en garde

**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.	en g pour 100 g de terre fine
. Sable fin	Sf 50 à 200 μ	Sédimentation et pipetage pour l'argile et les limons (Pipette de Robinson). Tamisage des sables.	
. Limon grossier	Lg 20 à 50 μ		
. Limon fin	Lf 2 à 20 μ		
. Argile	A < 2 μ		

Texture	Triangle du GEPPA (1967), simplifié pour l'Alsace		
----------------	---	--	--

Analyses chimiques			
. Carbone	C	Combustion sèche, four à induction = C X 1,72 Méthode Kjeldhal : attaque sulfuri- que avec catalyseur - distillation	en g pour 100 g de terre fine
. Matière organique	MO		
. Azote total	N		
. Rapport Carbone/Azote	C/N		
. Calcaire total	CaCO3 tot.	Calcimétrie Bernard Méthode Joret Hébert : extraction par l'oxalate d'ammonium (sols alcalins). Méthode Dyer : extraction par l'acide citrique 2 % (sols acides). Méthode Olsen : extraction par NaHCO3 0,5 N + Fna ou FNH4.	en % en g pour 1000 g de terre fine
. Phosphore assimilable	P2O5 ass. ou P ass.		
. pH eau et pH KCl	pHeau, pH KCl	Contact 1/2 heure. Sol/eau : 1/2,5	
. Bases échangeables			
- Calcium	Ca	Extraction par l'acétate de NH4 N à pH 7. Dosage, absorption atomique.	en milliéquivalents pour 100 g de terre (meq/100 g)
- Magnésium	Mg		
- Potassium	K		
- Sodium	Na		
. Somme des bases échangeables	S	Méthode Metson : saturation par acétate de NH4 à pH 7. Distillation V = S/T X 100	en %
. Capacité d'échange des cations	CEC ou T		
. Taux de saturation	S/T		
. Oligoéléments			
- Fer	Fe DTPA	Mise en solution au DTPA Dosage Extraction et dosage par ICP	en ppm
- Manganèse	Mn DTPA		
- Cuivre	Cu DTPA		
- Zinc	Zn DTPA		
- Bore	B soluble		

Caractéristiques physiques			
. Densité apparente sèche	Das	Méthode des petits cylindres (100 cm ³) Presse à plaque Presse à plaque 15 bars	en g pour 100 g de terre fine
. Humidité de rétention	Hr		
. Point de flétrissement	Hf		
. Conductivité hydraulique	K	Méthode de 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	$\Delta S/\Delta W$		

LEGENDE DES SYMBOLES PEDOLOGIQUES

	Matière organique moyenne (1,8 à 3,5 %)
	Matière organique moyenne à assez forte (3,5 à 8,0 %)
	Matière organique forte (8,0 à 12,0 %)
	Texture limoneuse
	Texture sableuse (% de sable d'autant plus important que les points sont rapprochés)
	Texture argileuse (% d'argile d'autant plus important que les traits sont rapprochés)
	Cailloux ou blocs calcaires
	Cailloux ou blocs gréseux
	Galets siliceux roulés (quartz)
	Présence de CaCO ₃ (effervescence à HCl)
	Plaquettes calcaires
	Taches rouille d'oxydation du fer
	Concrétions noires ferro-manganiques
	Taches gris-rouille d'oxydo-réduction du fer
	idem, en glosses
	Gley réduit
	Gley oxydé ou semi-gley
	Taches d'altération et de décoloration gris blanche

La légende des symboles utilisés pour le dessin des profils est inspirée de DUCHAUFOR Ph. (1977), JABIOL et GEGOUT (1992), BAIZE et JABIOL (1996).

**⑦ EXPLOITATION DU FICHIER D'ANALYSES
DE TERRE CLARA
ET
DONNEES PONCTUELLES UTILISEES**

Le fichier d'analyses de terre CLARA a fourni 3 149 analyses sur les 71 communes du périmètre de la petite région Sud-Alsace. Afin d'établir les triangles de texture, seules les analyses comportant une granulométrie complète ont été retenues, soit un total de 1 716 analyses. Au sein de celles-ci, 2 lots ont été identifiés :

- 841 analyses réalisées en 1960 pour la carte des sols de la Hardt par l'INRA de Colmar; celles-ci ont fait l'objet à l'époque d'une granulométrie **avec** décarbonatation,
- 875 analyses réalisées pour l'essentiel dans les années 1980-1990 par le laboratoire SADEF à Aspach-le-Bas ; ces analyses ont fait l'objet d'une granulométrie **sans** décarbonatation.

C'est ce deuxième groupe qui a servi à élaborer les triangles de texture par fiches de sols pour ce guide.

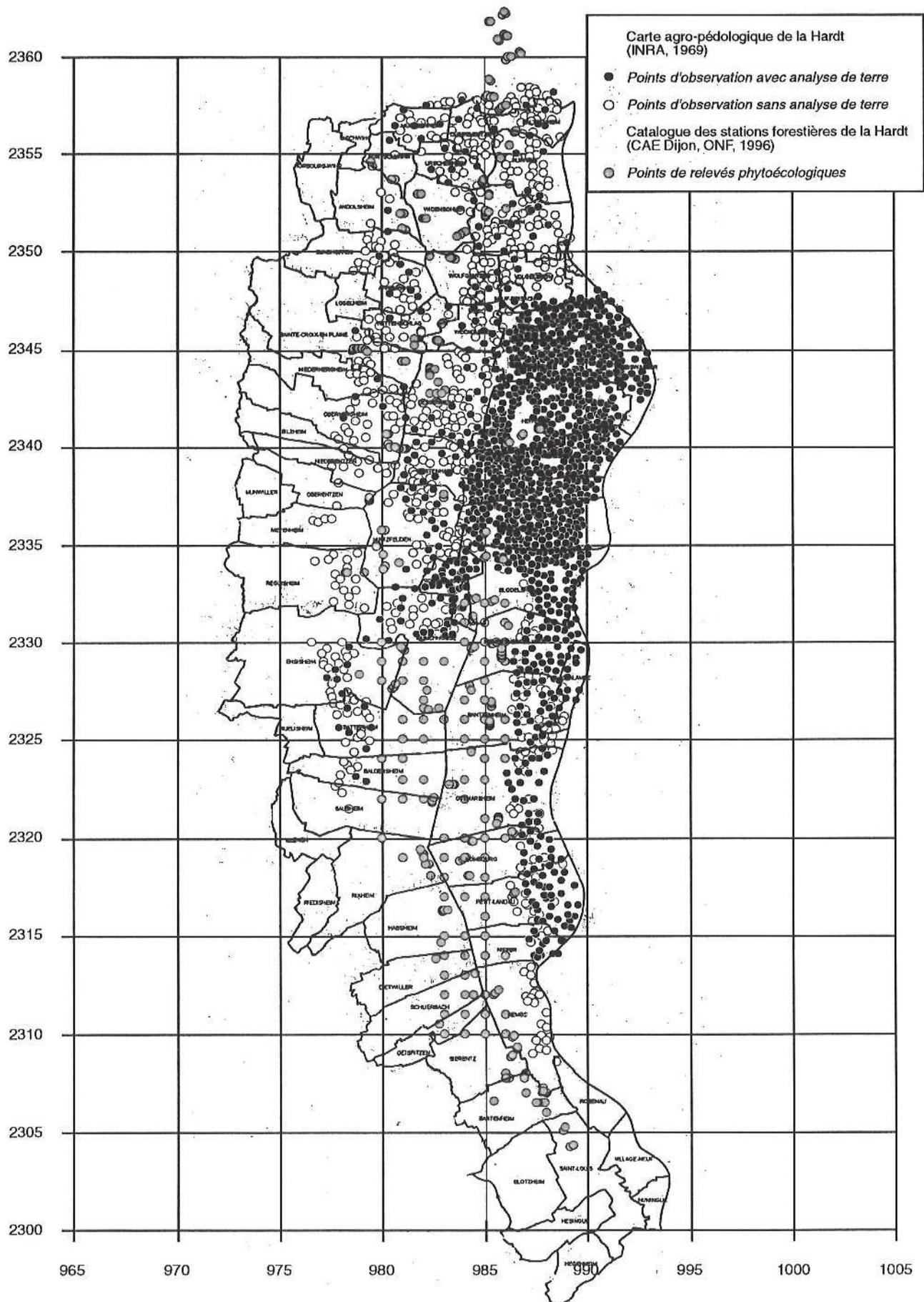
Dans un premier temps, des triangles de texture ont été constitués par commune. Ceci a permis, au vu du zonage préliminaire des sols de rapporter chaque analyse à une fiche de sol parmi un choix de 2 ou 3 fiches dans chaque cas. Pour cela, nous avons réparti les analyses dans un triangle de texture en y associant le pH et le taux de CaCO_3 total.

Dans un deuxième temps, une fois les analyses identifiées, une deuxième série de triangles de textures a été réalisée sur le même principe, mais par fiches de sols, celles-ci ayant été regroupées en 5 ensembles.

Dans un troisième temps, sur ces 5 triangles, chaque fiche de sol a été identifiée par une courbe enveloppe du lot d'analyses les constituant. Ce sont ces triangles plus synthétiques qui illustrent chacune des fiches.

Ces analyses n'étant pas référencées en coordonnées géographiques la plupart du temps, elles ont fait l'objet d'une répartition cartographique par commune. On y constate qu'environ 1/3 des communes (le centre de la région entre Andolsheim, Neuf-Brisach et Ensisheim) représentent les 3/4 des analyses de terre réalisées ces 20 dernières années.

Nous notons que seules 244 analyses sont référencées en coordonnées XY, que 254 présentent un profil chimique complet (CEC, Ca, Mg, K, Na) en plus de la granulométrie, du pH, du CaCO_3 et du carbone et que seulement 54 d'entre elles présentent tous ces éléments réunis. Seulement 9 analyses ont été effectuées en profondeur et 3 pour le CaCO_3 actif. Enfin, un certain nombre d'analyses concernent les oligo-éléments (Fe : 55, Mn : 96, Cu : 115, Zn : 170, Bo : 70).



Principaux points d'observation utilisés pour la constitution d'une base de données en vue du tracé de la carte des sols

**⑧ CORRESPONDANCE ENTRE
LES FICHES DU GUIDE N°10,
LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE,
LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS
ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS**

N° Fic- he	Dénomination du sol en termes courants	Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspondance avec autre guide
1	Sol limono-argilo-sableux profond hydromorphe sur alluvions de l'III	Fluvisol brunifié, rédoxique	13.0 variante à définir	inclus dans guide 8 fiche 5
2	Sol limono-argilo-sableux, profond, sain, décarbonaté sur alluvions limoneuses de débordement de l'III	Fluvisol brunifié, saturé, issu de limons de débordement de l'III	13.1	guide 8 fiche 5
3	Sol limono-argilo-sableux, peu profond (40 à 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III	Fluvisol brunifié, leptique, caillouteux	13.3 variante à définir	inclus dans guide 8 fiche 6
4	Sol argilo-limoneux, profond, hydromorphe, à gley profond, décarbonaté des cuvettes de l'III	Fluvisol, rédoxisol, réductique	13.0 variante à définir	inclus dans guide 8 fiche 6
5	Sol argilo-limoneux à argileux, profond, hydromorphe, à gley peu profond, décarbonaté des cuvettes proches de l'III	Fluvisol réductisol	13.4 variante à définir	guide 8 fiche 7
6	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (50 cm), rubéfié sur alluvions caillouteuses du Rhin	Fersialisol luviq, limono-sablo-argileux, leptique, caillouteux	11.0 variante à définir	
7	Sol caillouteux, rosâtre, profond (80 cm), sur alluvions caillouteuses du Rhin	Néoluvisol fersialitique caillouteux, limono-argilo-sableux	11.0 variante à définir	
8	Sol caillouteux, rosâtre, peu profond (30 à 50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin	Calcisol fluviq, caillouteux, leptique, fersialitique	11.0 variante à définir	
9	Sol caillouteux, limono-argilo-sableux, moyennement profond, irrégulièrement calcaire sur alluvions du Rhin	Calcisol fluviq, caillouteux, leptique	11.1	guide 8 fiche 11
10	Sol limoneux à argilo-limono-sableux, profond, calcaire, lié aux méandres d'inondation du Rhin	Calcisol fluviq, limono-argilo-sableux à limoneux	11.2	guide 8 fiche 12
11	Sol sableux à sablo-argileux, calcaire, avec quelques épandages caillouteux, sur alluvions sableuses du Rhin	Calcisol fluviq, sablo-argileux à sableux	12.0	guide 8 fiche 13
12	Sol caillouteux, peu profond (30-50 cm), calcaire, sur alluvions caillouteuses du Rhin	Calcisol fluviq sableux, à charge grossière	12.0	guide 8 fiche 14
13	Sol limono-sablo-argileux à argilo-limoneux hydromorphe, calcaire sur alluvions du Rhin	Réductisol fluviq, calcaire, limono-sablo-argileux à argilo-limoneux	12.4	guide 8 fiche 15
14	Sol limoneux calcaire profond sur loess et lehm-loess	Calcisol limoneux, issu de loess	21.0 ou 21.1	guide 8 fiche 1
15	Sol limoneux décarbonaté profond sur lehm-loess	Calcisol à néoluvisol limoneux, issu de lehm-loess	21.4	
16	Sol argileux calcaire sur marne et calcaire dur	Calcisol limono-argileux et caillouteux, issu de marne et calcaire		
17	Sol limoneux à limono-argileux calcaire ou calcique profond sur loess colluvionné	Calcisol colluviq limoneux, issu de loess, à horizon rédoxique de profondeur	21.5	
18	Sol limoneux calcaire colluvial hydromorphe sur loess	Calcisol colluviosol rédoxique limono-argileux, issu de loess	21.6	
19	Sol sableux à limono-sableux, acide, peu profond sur alluvions de la Thur	Fluvisol brunifié superficiel, sablo-caillouteux, acide	17.4	similitudes avec guide 8 fiche 2
20	Sol limono-sablo-argileux profond hydromorphe sur alluvions fines de la Thur	Luvisol fluviq, rédoxique, à horizon réductique de profondeur	17.3	

► **Le guide des sols "Plaine Sud-Alsace"**

a été réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la Région Alsace.

► **La coordination et le suivi des travaux ont été assurés par**

l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace - 2 rue de Rome - 67309 Schiltigheim Cedex
avec l'appui technique du comité scientifique "Guide des sols d'Alsace" composé de :

- Alfred KLINGHAMMER - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU HAUT-RHIN
- Catherine GAILDRAUD - DIREN-SEMA
- Christophe BARBOT - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
- Fabien POTIER - AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
- Jean-Claude FAVROT - INRA
- Joëlle SAUTER - ARAA
- Lucienne GARTNER - REGION ALSACE
- Marie-Line BURTIN - ARAA
- Michel GENDRIN - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU HAUT-RHIN
- Raymond HARDY - INRA
- Rémi KOLLER - ARAA
- Richard SIEBERT - DRAF/ SREA ALSACE

► **Auteurs :**

Jean-Paul PARTY (SOL CONSEIL) - 2 rue de Roppenheim - 67000 Strasbourg
Joëlle SAUTER
Marie-Line BURTIN
Rémi KOLLER

► **Maquette d'origine :**

Rémi KOLLER et Jean Paul PARTY

► **Composition des documents cartographiques :**

Christophe SIRA - REGION ALSACE
Jean-Paul PARTY
Joëlle SAUTER

► **Composition couverture :**

PRINT'Europe - 34 rue Principale - 67206 Mittelhausbergen

► **Crédits photographiques :**

Jean-Paul PARTY
Sabine HUET - ARAA

► **Duplication :**

Images Services - 27 rue du Fossé des Treize - 67000 Strasbourg

► **Financement :**

Région Alsace
Agence de l'Eau Rhin-Meuse

DOCUMENT DISPONIBLE A LA REGION ALSACE

35 avenue de la Paix - BP 1006 - 67070 STRASBOURG Cedex - Tél. 03 88 15 68 67 - Fax 03 88 15 69 19

Dans la même collection, les guides des sols existent pour les petites régions naturelles suivantes :

- Plaine Centre-Alsace
- Piémont Bas-Rhinois
- Kochersberg et plateau de Brumath (à paraître courant 2001)
- Sundgau (à paraître courant 2001)
- Piémont Haut-Rhinois et Ochsenfeld (à paraître courant 2002)

**Ce document a été réalisé
avec le soutien technique et financier de
la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse**

