Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle n°1
Outre-Forêt

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

Région Alsace

Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle n° 1

Outre-Forêt

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

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

Septembre 2005

Edito

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

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

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

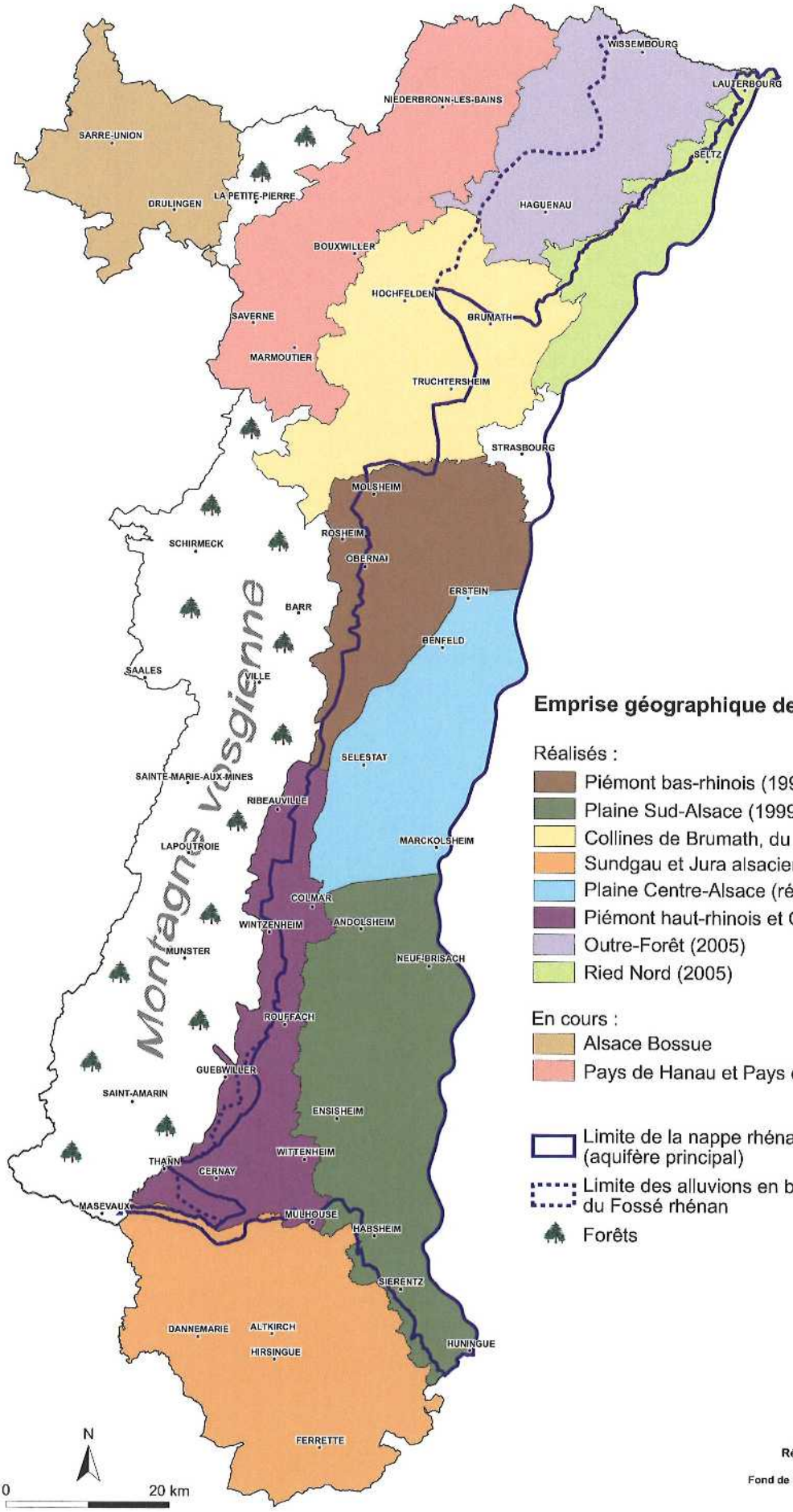
Fruit d'un important travail de synthèse et d'interprétation des données, les guides des sols d'Alsace offrent, par une présentation claire des données, une information utile, directement accessible, répondant aussi bien aux besoins des agronomes ou des conseillers et des techniciens agricoles, qu'aux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

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

Adrien ZELLER

Guides des sols d'Alsace

Etat d'avancement du programme en 2005



Emprise géographique des guides

Réalisés :

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

En cours :

- Alsace Bossue
- Pays de Hanau et Pays de Saverne

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

Région Alsace

SIG-ENV-1702

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

SOMMAIRE DU GUIDE

1. INTRODUCTION 5
Un guide des sols pour concilier économie agricole et protection de l'environnement

2. DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS 7
De l'identification d'un sol au raisonnement de l'itinéraire technique de conduite d'une culture

2.1. Les limites d'utilisation du guide des sols 7
2.2. La connaissance du potentiel de rendement des parcelles 8
2.3. Le choix d'un itinéraire technique 9

3. LA PETITE REGION NATURELLE « Outre-Forêt » 11

3.1. La délimitation de la petite région de l'Outre-Forêt 11
3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale 12
3.3. Comprendre la géologie et les paysages 13
3.3.1. Géologie des formations superficielles et aperçu général du paysage 13
3.3.2. Géologie profonde, influence sur les eaux de surface et les eaux souterraines 16
3.4. Les eaux superficielles de l'Outre-Forêt 17
3.4.1. Régime des eaux des rivières ; qualité vis à vis de l'azote et des nitrates 17
3.4.2. Les zones inondables des rivières vosgiennes 19
3.5. Les nappes souterraines de l'Outre-Forêt 19
3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité 19
3.5.2. Qualité des eaux souterraines de l'Outre-Forêt 22

4. OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER 25
Critères simples à retenir

4.1. La pratique de l'observation pédologique 25
4.2. Les critères d'observation importants 26
4.2.1. La profondeur du sol : deux approches au sens pédologique et agronomique 26
4.2.2. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation 26
4.2.3. Les cailloux 27
4.2.4. L'hydromorphie (gley et pseudogley) 27
4.3. Les éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils 30
4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol 31
4.5. Lexique 33

5. LES TYPES DE SOLS DE L'OUTRE-FORET 37
Guide pour la lecture des fiches et l'identification des sols sur le terrain

5.1. La clé d'identification des fiches de sols 39
5.2. Les fiches de sols 40
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000ème 43

6. SYNTHESE AGRONOMIQUE PAR THEMES 153

6.1. La fertilisation phosphatée et potassique 154
6.2. L'entretien calcique et magnésien des sols 154
6.3. La praticabilité des terrains 155
6.4. Les sols hydromorphes et le drainage 156
6.4.1. Généralités 156
6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre 157
6.4.3. De nombreux sols potentiellement drainables dans l'Outre-Forêt 160

6.5. Les sols et l'irrigation 161
6.5.1. Généralités 161
6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre 161
6.5.3. De faibles besoins d'irrigation pour les cultures de l'Outre-Forêt 162
6.6. Les inondations et les risques d'érosion associés aux crues 165
6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés 165
6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols 165
6.7.1.1. Les différents processus de formation du ruissellement 166
6.7.1.2. Les états de surface du sol et les croûtes de battance 167
6.7.1.3. Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol 170
6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement 170
6.7.2.1. L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface 170
6.7.2.2. Les risques de ruissellement associés aux états de surface 173
6.7.3. Les conséquences du ruissellement dans l'Outre-Forêt 175
6.7.3.1. Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides) 175
6.7.3.2. La sensibilité potentielle au ruissellement des sols de l'Outre-Forêt 177
6.7.3.3. Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle 178
6.7.3.4. Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires) 178
6.8. Les sols et le risque de lessivage des nitrates 180
6.8.1. Le risque de lessivage hivernal 180
6.8.1.1. Généralités 180
6.8.1.2. Des risques de lessivage hivernal généralisés dans l'Outre-Forêt 183
6.8.2. Le risque de lessivage printanier 187
6.8.2.1. Généralités 187
6.8.2.2. Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels de l'Outre-Forêt 187
6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification 189
6.9. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires 190
6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines 191
6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement 191
6.10. Le pouvoir épurateur des sols 192
6.10.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol? 192
6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle 193
6.10.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ? 193
6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols 197
6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols de l'Outre-Forêt 199

ANNEXES

1 Données climatiques 206
2 Typologie régionale des sols 215
3 Bibliographies régionale et thématique 221
4 Inventaire des documents pédologiques disponibles 231
5 Guide pour la lecture des fiches de sols 235
6 Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils 243
7 Exploitation des fichiers d'analyses de terre utilisées 247
8 Correspondances entre les fiches du guide « Outre-Forêt », la classification CPCS, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols 251

CHAPITRE 1
INTRODUCTION
Un guide des sols pour concilier économie agricole et protection de l'environnement

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

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

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

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

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

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

- aide à la reconnaissance de ces types de sols,

- pour chacun des types, caractérisation du sol pour l'application : atouts et contraintes pour la production agricole, pouvoir épurateur, risque de lessivage intrinsèque des nitrates, sensibilité au ruissellement,

- mise à disposition d'un ensemble d'informations complémentaires utiles pour la gestion de l'activité agricole et de l'espace concernant le climat, les eaux souterraines et les eaux de surface.

En complément, ce guide propose un zonage de grands ensembles regroupant différents types de sols avec une représentation à l'échelle du 1/100 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.

CHAPITRE 2

DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS

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

2.1. LES LIMITES D'UTILISATION DU GUIDE DES SOLS

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

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

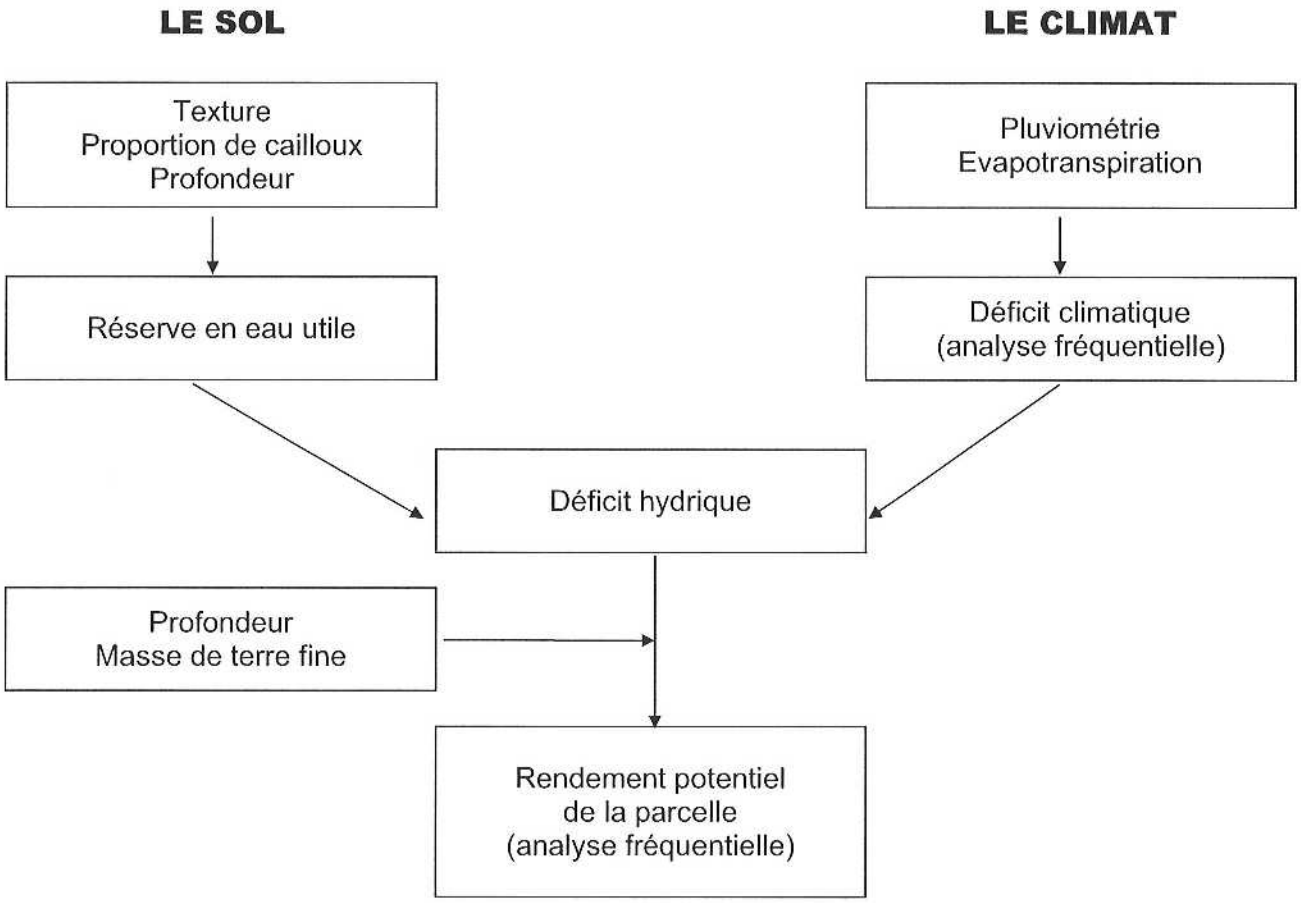
En d'autres termes, il aidera l'agriculteur et son conseiller à :
- choisir les cultures et la rotation ;
- décider des itinéraires techniques ;
- évaluer les risques d'exploitation ;
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

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

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

2.2. LA CONNAISSANCE DU POTENTIEL DE RENDEMENT DES PARCELLES

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



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

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

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

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

2.3. LE CHOIX D'UN ITINERAIRE TECHNIQUE

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

Ainsi, pour une variété de blé, à partir de l'objectif de rendement fixé en relation avec le potentiel parcellaire, on définit un « nombre de pieds à la sortie de l'hiver par m^2 » 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.

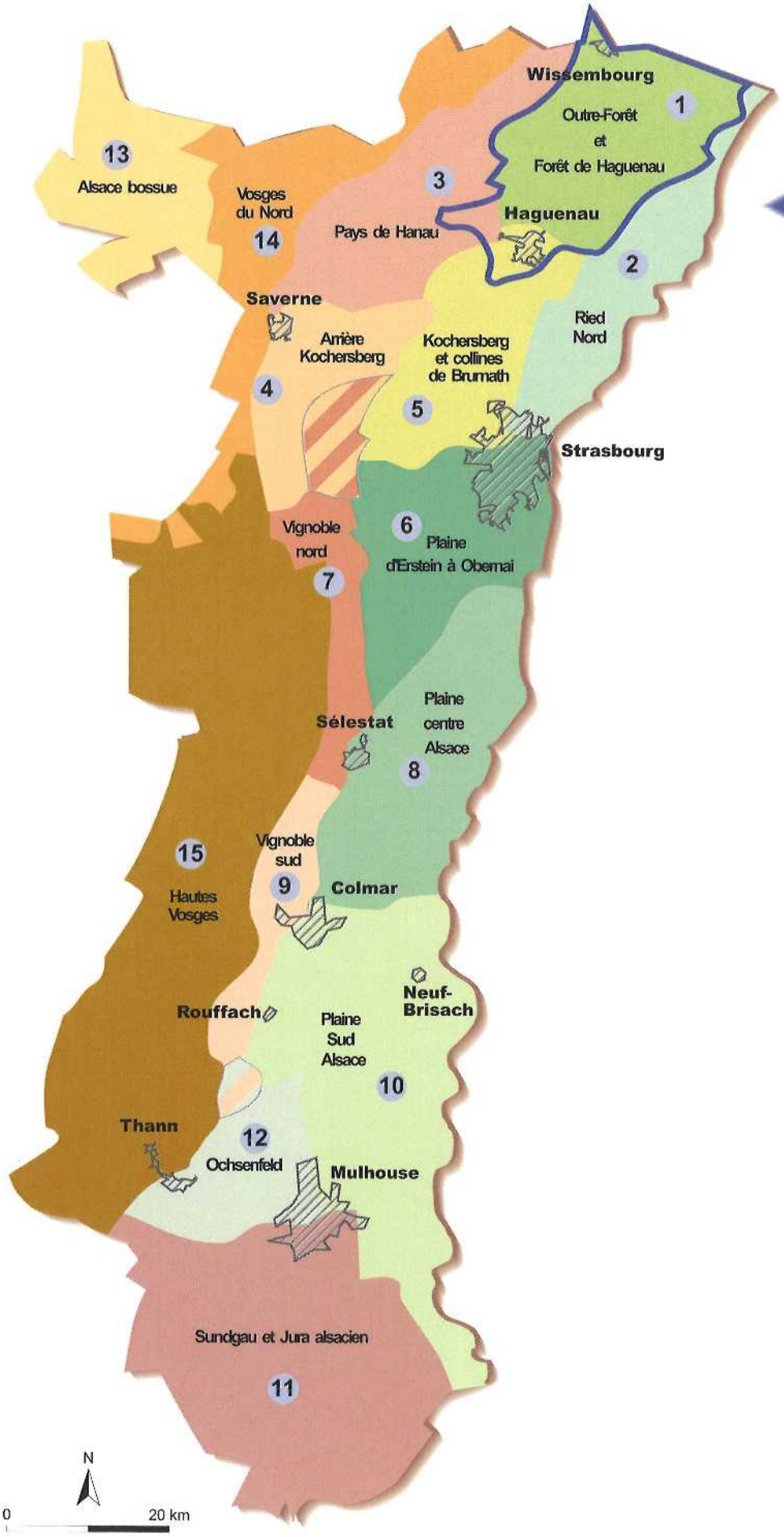
Les niveaux de peuplement requis ayant été déterminés, la dose d'azote et la protection phytosanitaire peuvent être ajustés au mieux.

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.

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

Les petites régions naturelles d'Alsace



Zone décrite par le guide "Outre-Forêt"

Région Alsace

SIG-ENV-1703

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

CHAPITRE 3

LA PETITE REGION NATURELLE

Outre-Forêt

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

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

3.1. LA DELIMITATION DE LA PETITE REGION DE « L' OUTRE-FORÊT »

L'aire d'utilisation du présent guide correspond à la partie nord de l'Alsace. Elle s'inscrit entre la vallée de la Sauer à l'Ouest, les Vosges gréseuses et la Lauter au Nord, la plaine du Rhin à l'Est, la forêt de Haguenau au Sud. Elle représente dans le Bas-Rhin une surface totale d'environ 60.000 ha pour près de 35.000 ha de SAU. Les sols des espaces forestiers n'ont pas été pris en compte dans ce document. Pour les sols sous forêt, on se reportera aux catalogues des stations forestières correspondants : « Vosges gréseuses du Nord » et « Forêt de Haguenau » (CRPF et Région Alsace).

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

- A quelques exceptions près au pied immédiat des Vosges gréseuses, la majorité des sols décrits dans les fiches concernant l'Outre-Forêt se sont constitués à partir de matériaux limoneux déposés par le vent à l'époque quaternaire. Un effort de synthèse a été réalisé et toutes les nuances concernant ces sols limoneux n'ont pu être présentées. Il subsiste de ce fait une certaine variabilité des situations réelles par rapport aux types décrits.

- L'ensemble de la zone est soumis à un gradient pluviométrique important. Ainsi, il tombe environ 700 mm/an à proximité de la plaine du Rhin, alors que plus de 900 mm sont observés au pied des Vosges gréseuses. Ceci influence fortement l'évolution des sols, en particulier la décarbonatation des loess (limons calcaires éoliens), mais joue aussi sur l'intensité du lessivage en profondeur des argiles et du fer. Ceci conduit à la définition de différents types de sols limoneux dans l'Outre-Forêt.

- La présence de limons, souvent prédisposés à la battance, la pluviométrie et la topographie impliquent des excès d'eau dans une partie de ces sols avec des conséquences environnementales liées au risque de ruissellement, au risque de lessivage des éléments minéraux ou au pouvoir épurateur. En particulier, le risque de ruissellement peut se traduire par des coulées boueuses dans les collines, mais aussi par des manifestations d'érosion en situation de plaine le long du réseau hydrographique des rivières vosgiennes. Ce réseau hydrographique présente en effet des caractéristiques favorisant les inondations sur une surface de l'ordre de 1.000 ha en particulier en limite Nord de la Forêt de Haguenau dans les vallées de la Sauer et du Seltzbach.

Certains des sols répertoriés dans ce périmètre sont également présents dans les autres petites régions limoneuses d'Alsace, en particulier : le Pays de Hanau voisin, et le Sundgau dans le Sud de l'Alsace.

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

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

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

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

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

Le regroupement de l'ensemble des données pédologiques est également en cours dans le cadre de la constitution d'une **base de données informatique sur les sols d'Alsace** associée à un logiciel de cartographie.
Ce Système d'Information Géographique (SIG) est en cours d'élaboration au sein de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace dans le cadre du programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS) initié par le Ministère de l'Agriculture et l'INRA. Outre le stockage des données descriptives des sols, cet outil permet, à des fins de diagnostic et d'aide à la décision, de croiser les données de sols avec d'autres sources de données (topographie, occupation du sol, hydrographie...) et de faire ainsi une exploitation dynamique et spatialisée de ces données de sols.

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

3.3. COMPRENDRE LA GEOLOGIE ET LES PAYSAGES

3.3.1. Géologie des formations superficielles et aperçu général du paysage

La petite région « Outre-Forêt» correspond à une succession de collines de 300 à 500 m d'altitude aux pentes faibles couvertes de limons éoliens (loess). Ces collines sont entaillées par un réseau hydrographique dont les cours d'eau les plus importants sont la Sauer, le Seltzbach et la Lauter.

La nature des formations superficielles permet de distinguer 4 ensembles :

- **La plaine en périphérie des forêts de Haguenau et du Mundat**, où les dépôts alluviaux récents masquent plus ou moins complètement les sables et argiles du Pliocène,
- **Les collines limoneuses**, couvertes de limons anciens plus ou moins lehmifiés, plus rarement de loess,
- **Le Piémont des Vosges gréseuses**, intermédiaire avec l'ensemble suivant couvert de colluvions gréseuses, de matériaux marno-calcaires et de faibles épaisseurs de limons,
- **Les Vosges gréseuses**, principalement associées au grès rose du Buntsandstein et à son couvert majoritairement forestier.

Les sols se répartissent selon ces 4 ensembles :

❶ dans la plaine en périphérie des forêts de Haguenau et du Mundat (vallées de la Sauer, du Seltzbach et de la Lauter),

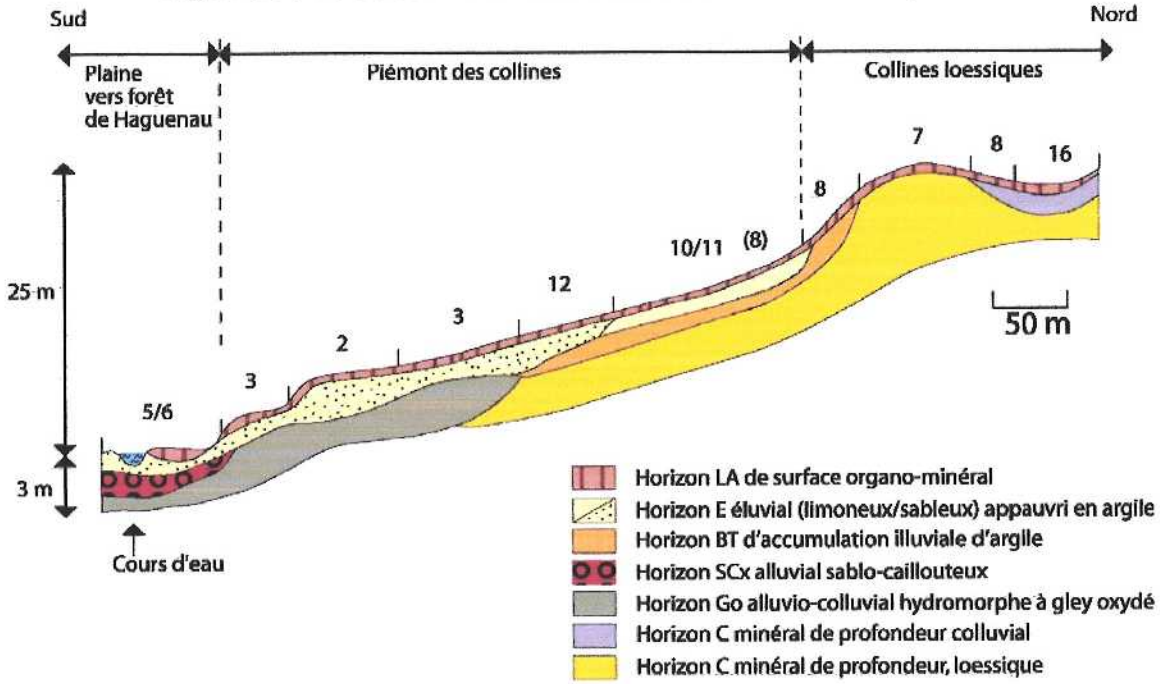
- des sols alluviaux décarbonatés voire acides, sur les alluvions anciennes non hydromorphes, sablo-caillouteux et peu profonds (fiche 1) ou sableux et profonds (fiche 2), ou hydromorphes, sablo-argileux à argilo-sableux, profonds (fiches 3 et 4), ou encore argilo-limono-sableux profonds sur les alluvions récentes (fiches 5 et 6),

❷ dans les collines limoneuses

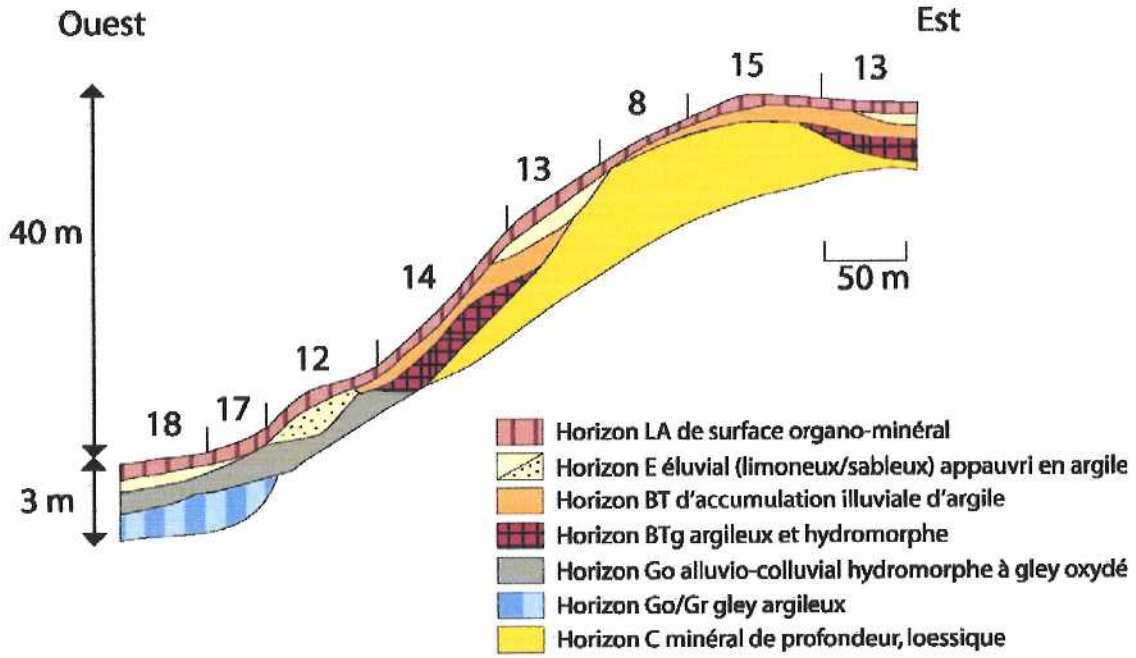
- des sols bruns calcaires ou décarbonatés profonds et limoneux développés sur ***loess*** plutôt situés dans les versants des collines de la moitié Sud-Est de l'Outre-Forêt (fiches 7 et 8) ou plus ou moins mélangés de sables en bas de versant (fiche 9),
- des sols bruns calciques et bruns lessivés développés sur les ***lehm-loess*** plutôt situés dans le haut des collines du Centre de l'Outre-Forêt (fiches 10 et 11) ou plus ou moins mélangés de sables en bas de versant (fiche 12),
- des sols bruns lessivés et des sols lessivés, hydromorphes et dégradés, dans lesquels il y a eu un entraînement des argiles et des oxydes de fer en profondeur. On trouve des limons battants sur ***lehm*** des faibles pentes des collines de la moitié Nord de l'Outre-Forêt (fiche 13), pouvant être localement plus argileux en surface (fiche 14) et parfois mélangés à des apports sableux (fiche 15). Ces sols sont surtout représentés dans le secteur de Seebach,

Schémas de répartition des sols dans les collines et le piémont

Répartition des sols dans le secteur de Schaffhouse-près-Seltz



Répartition des sols dans le secteur de Seebach



- des sols bruns calcaires de bas-fond dans les vallons secs plutôt associés aux collines de loess et lehm-loess (fiche 16) et des sols bruns décarbonatés hydromorphes dans les vallons humides plutôt associés aux collines de lehm (fiches 17 et 18),

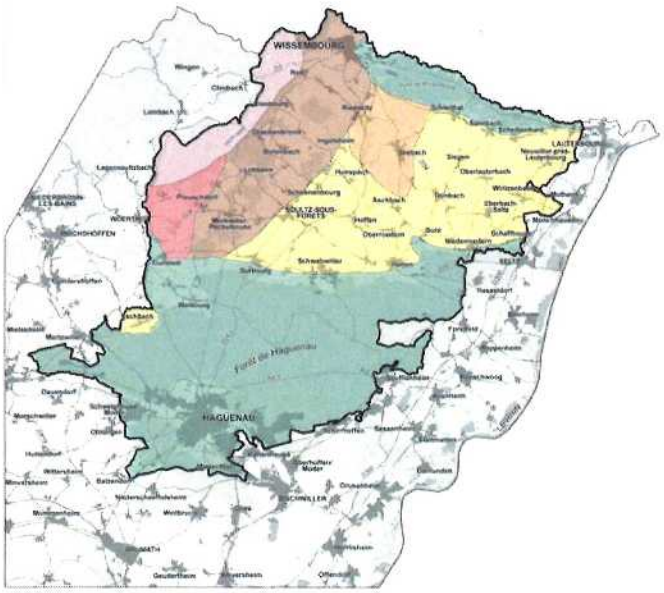
❸ dans le piémont des Vosges gréseuses

- des sols bruns calcaires et calciques sur calcaires durs, marnes et argiles du Lias (fiches 19 à 21), assortis localement de dépôts sableux des grès du Trias (fiche 22), ou marnes argileuses du Trias et du Tertiaire (fiches 23 à 25) dans la partie du piémont la plus éloignée des grès vosgiens,
- des sols bruns décarbonatés, voire acides sur marnes gréseuses, colluvions gréseuses et grès (fiches 26 à 28), dans la partie du piémont la plus proche des grès vosgiens.

❹ dans les Vosges gréseuses

- des sols bruns acides, ocreux et éventuellement podzoliques, des massifs forestiers pour lesquels on se reportera au « catalogue des stations forestières des Vosges gréseuses du Nord » (CRPF et Région Alsace).

Zonage géomorphologique des paysages
Petite région naturelle "Outre-Forêt"



Unités géomorphologiques

- Plaine en périphérie des forêts de Haguenau et du Mundat
- Collines limoneuses d'Outre-Forêt
- Collines limoneuses - Secteur de Seebach
- Piémont des Vosges gréseuses
- Piémont des Vosges gréseuses - Secteur Est de Woerth
- Vosges gréseuses

Limite du guide des sols "Outre-Forêt"

N

0 5 km

Région Alsace

3.3.2. Géologie profonde, influence sur les eaux de surface et les eaux souterraines

Les formations de surface (limons éoliens et alluvions récentes) de l'époque quaternaire (-1 à -2 M d'années au plus) masquent en partie une géologie profonde plus complexe qui correspond au dépôt successif de différents sédiments, soit du plus récent au plus ancien :

de l'époque Tertiaire,

- **les formations sablo-caillouteuses et argileuses** d'âge Pliocène (-5 à -10 M d'années), que l'on trouve sous la forêt de Haguenau et ses abords, originaires de l'érosion des Vosges gréseuses du Nord,
- **les marnes argileuses** d'âge Oligocène (Rupélien, -25 M d'années), qui correspondent à des dépôts d'origine marine,
- **les marnes à intercalations sableuses ou calcareuses** d'âge Oligocène inférieur (de -25 à -35 M d'années) à Eocène (-35 à -55 M d'années), déposées en milieu lacustre saumâtre et pétrolifères dans la région de Merkwiller-Pechelbronn.

de l'époque Secondaire,

- **les différents étages de marnes** (du Trias : Muschelkalk, Keuper) **et de calcaires** (du Trias Muschelkalk et du Jurassique - Lias, Bajocien, Bathonien, (de -135 à -250 M d'années) qui affleurent au pied des Vosges gréseuses,
- enfin, **les grès du Buntsandstein** (Grès vosgien, Grès intermédiaires et Grès à Voltzia).

A ces terrains géologiques correspondent des caractères structuraux dont les réseaux de failles permettent de distinguer d'Ouest en Est 4 grandes unités :

- **le horst vosgien**, relativement peu marqué, qui apparaît comme le rebord Est du plateau lorrain,
- **la faille vosgienne**, étroit réseau de failles constituant plusieurs paliers d'effondrement au pied des Vosges,
- **le champ de fractures de Saverne (partie Nord-Est)**, en partie surélevé (horst du Hochwald au Nord-Est de Woerth),
- à l'Est, **le Fossé rhénan** qui est limité par un réseau de failles selon un tracé en arc de cercle d'orientation Nord-Est à Est, et qui comprend d'Ouest en Est :
  - des affleurements du soubassement Oligocène,
  - les formations pliocènes constituant la terrasse de Haguenau-Riedseltz,
  - les alluvions quaternaires du Rhin qui entaillent cette terrasse sur une largeur de quelques kilomètres de Drusenheim à Lauterbourg.

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

Eaux superficielles :
Un réseau hydrographique de rivières orientées Est à Sud-Est relient les Vosges et la plaine du Rhin : il s'agit du Nord au Sud, de la Lauter, du Seltzbach, de la Sauer et de la Moder. Toutes ces rivières sont issues d'un amont constitué de grès.

Eaux souterraines :
- les nappes du Trias gréseux des Vosges alimentant de nombreuses communes,
- la nappe du Pliocène de Haguenau-Riedseltz, associée plus secondairement aux nappes des alluvions anciennes des rivières,
- plus proches de la surface, les nappes perchées temporaires des sols lessivés hydromorphes sur limons anciens (principalement dans la partie Nord de l'Outre-Forêt), à l'origine de leur excès d'eau,
- en limite Est, mais en marge de la zone d'étude, la nappe phréatique du Rhin.

Entre les Vosges gréseuses et le Pliocène de Haguenau, les ressources en eau ne permettent pas d'alimenter les collectivités avec des débits suffisants.

3.4. LES EAUX SUPERFICIELLES DE L'OUTRE-FORÊT

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

Dans l'Outre-Forêt, le régime des hautes eaux des rivières vosgiennes est fonction des précipitations et de l'évapotranspiration dont le bilan est plus élevé en hiver (janvier et février notamment). Leur étiage a lieu à la fin de l'été et au début de l'automne. Si les pluies deviennent importantes ou brutales, ces rivières provoquent des inondations ou des engorgements importants aux mêmes époques. Ce régime de hautes eaux peut ainsi s'étendre jusqu'au mois de mai.

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

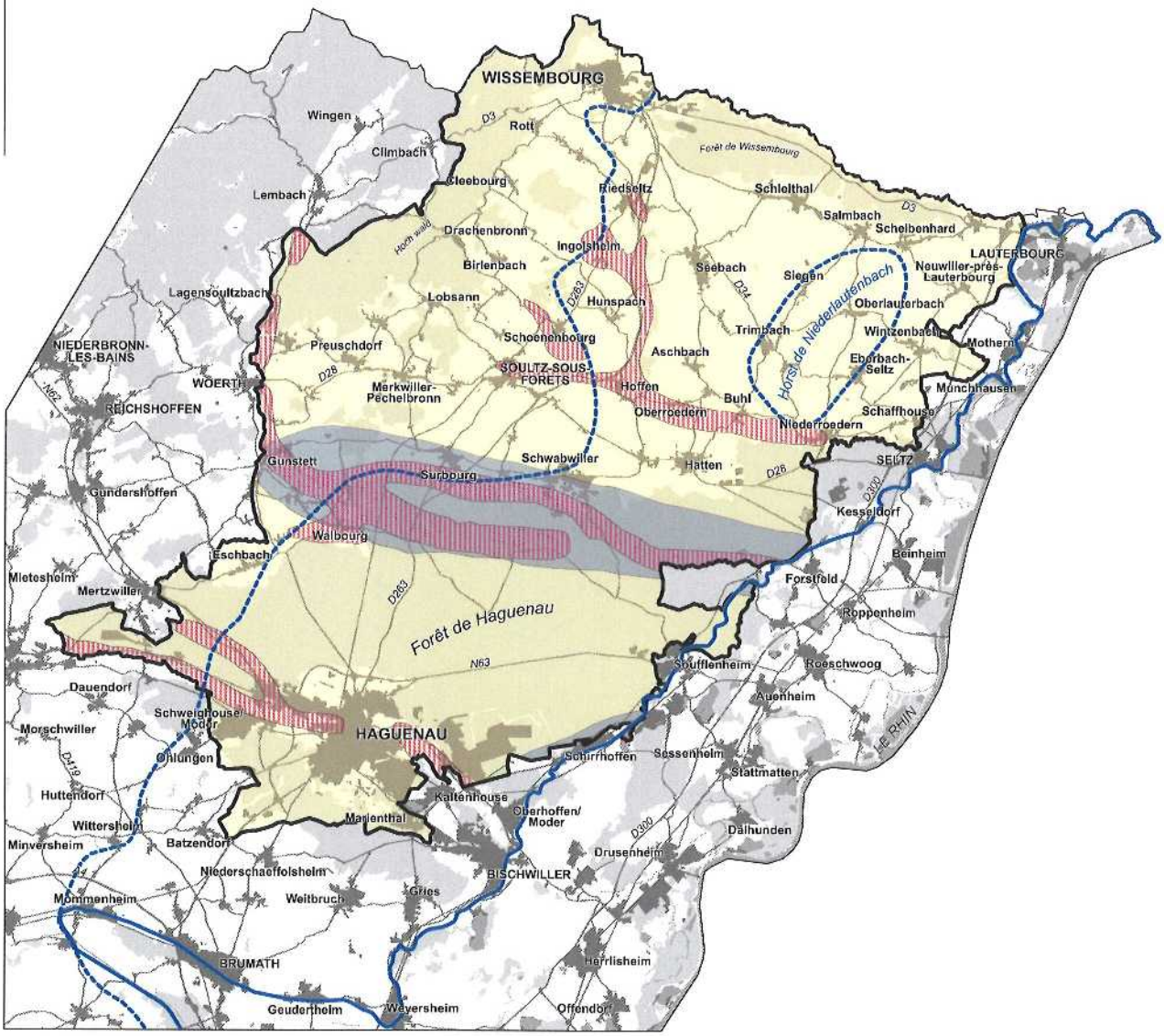
La qualité globale des eaux des cours d'eau est très variable. Les cours supérieurs sont souvent de meilleure qualité que les cours inférieurs plus en aval, où la qualité reste médiocre.

Les concentrations en nitrates mesurées en 2003 pour le secteur Outre-Forêt (Réseau National de Bassin, RNB Alsace, DIREN, Agence de l'eau Rhin-Meuse) sont relativement peu élevées :
Moins de 10 mg/l de nitrates, pour les cours supérieurs des rivières vosgiennes, et 19 mg/l pour le cours du Seltzbach à Niederroedern.

Dans l'Outre-Forêt, une pollution azotée conséquente des nappes alluviales est néanmoins constatée au pied des collines. Pour de nombreux points de mesures effectués dans ces vallées, les teneurs en nitrates sont comprises entre 25 et 50 mg/l, voire plus dans certains cas.
Cette pollution, qui ne peut que faiblement être attribuée aux rivières, est donc principalement attribuable aux nitrates d'origine agricole, que ce soit par infiltration dans les sols ou par ruissellement à sa surface.

Zones d'inondation et de remontée de nappe

Petite région naturelle "Outre-Forêt"



Champs d'inondation

Zone de remontée de nappe à moins de 2 mètres du sol

Limite de la nappe rhénane (aquifère principal)

Limite des alluvions en bordure du Fossé rhénan

Limite du guide des sols "Outre-Forêt"

N

0 5 km

Région Alsace

SIG-ENV-1714

Réalisation : Région Alsace / SIG
Données : ARAA, Schéma Régional d'Aménagement des Eaux, Mai 1990
Fond de Carte : ©BD OCS 2000-CIGAL Février 2005

3.4.2. Les zones inondables des rivières vosgiennes

Les inondations constatées dans la région sont principalement liées aux crues des rivières d'origine vosgienne. Dans la région d'étude, les zones inondables sont surtout importantes en périphérie de la forêt de Haguenau (Moder, Sauer et Seltzbach et plus en amont pour le Seltzbach, à l'aval de Soultz-sous-forêts et Riedseltz (cf. carte page ci-contre). Ceci se combine en outre avec un pied de collines inondables dans la plaine du Rhin.

L'importance des crues est classée selon les débits observés à différents postes de mesure. Les débits caractéristiques des rivières du secteur sont les suivants :

	Débit moyen du mois le plus sec*	**Débit moyen du mois le plus humide***	**Crue biennale**	**Crue décennale**
La Moder à Schweighouse-amont	1,35 m^3/s en août	4,14 m^3/s en février	25,0 m^3/s	41,0 m^3/s
La Moder à Schweighouse-aval	3,26 m^3/s en août	8,94 m^3/s en février	47,0 m^3/s	79,0 m^3/s
La Sauer à Beinheim	1,70 m^3/s en août	6,35 m^3/s en février	22,0 m^3/s	32,0 m^3/s
La Seltzbach à Niederroedern	0,43 m^3/s en août	3,52 m^3/s en février	32,0 m^3/s	53,0 m^3/s
La Lauter à Wissembourg	1,98 m^3/s en septembre	3,32 m^3/s en février	8,3 m^3/s	12,0 m^3/s

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

Les lames de crues se répandent principalement dans des champs d'inondation en périphérie de la forêt de Haguenau sur environ 3 000 ha de terres agricoles, soit un peu moins de 10 % de la SAU. Elles se produisent lors d'épisodes pluvieux longs et continus ou rapides et importants. Les débordements de cours d'eau correspondent en général à une fréquence de 2 ans et moins. Ils ont lieu le plus fréquemment entre la fin décembre et la fin mai.

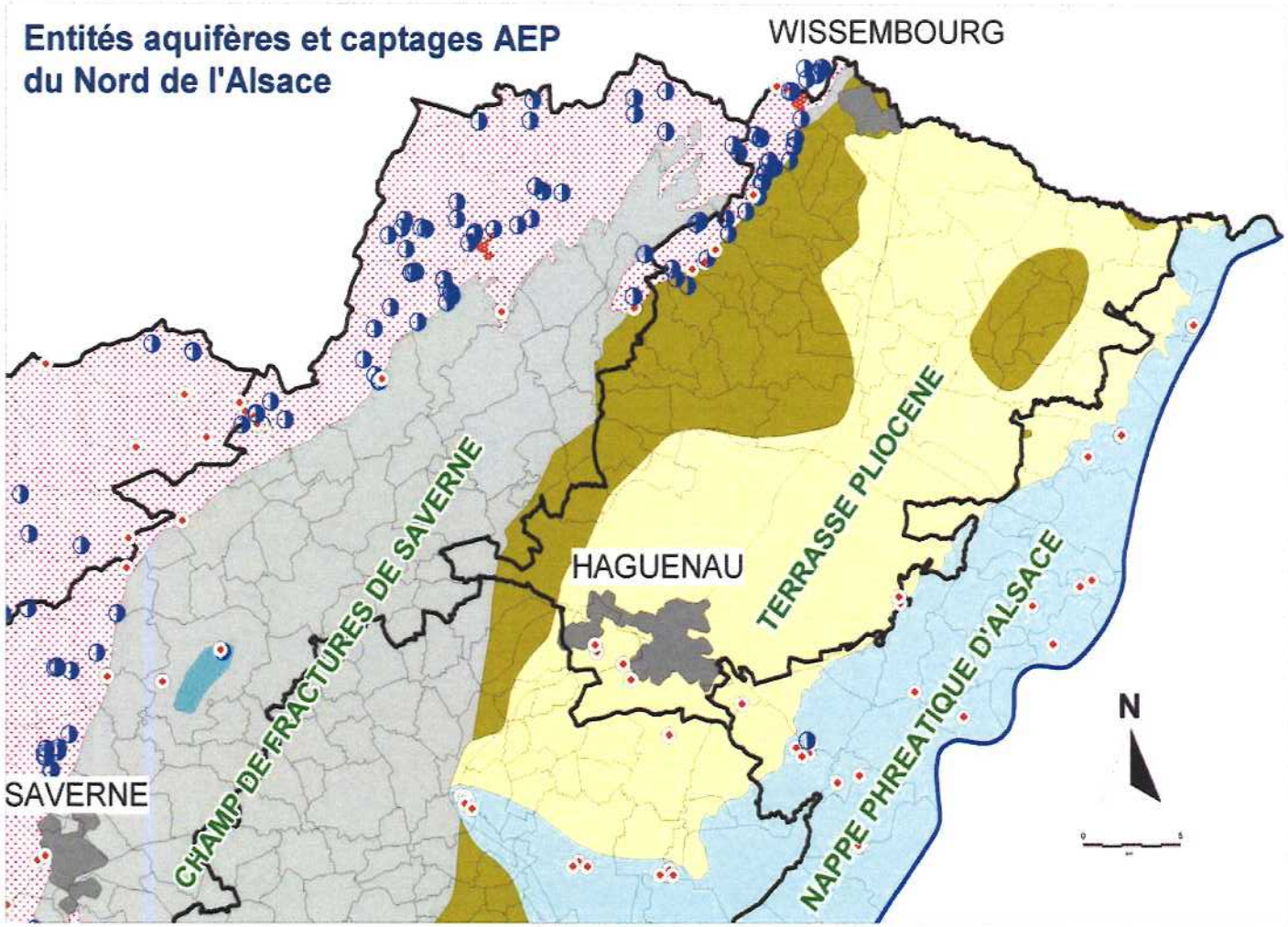
3.5. LES NAPPES SOUTERRAINES DE L'OUTRE-FORÊT

3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité

Du point de vue des ressources en eau souterraines, la petite région Outre-Forêt est partagée en deux grands ensembles : au Nord-Ouest les terrains argilo-marneux de l'Oligocène sont totalement dépourvus de ressources en eaux souterraines et les seuls captages d'eau sont situés sur le piémont des Vosges ; au Sud-Est les terrains pliocènes et quaternaires recèlent de modestes ressources en eaux souterraines qui sont relativement peu utilisées.
C'est ainsi que certaines ressources en eau doivent être recherchées à l'extérieur de la région :

- les communes du syndicat de Soultz-sous-Forêts s'alimentent sur les collines gréseuses de Lembach (comme le syndicat de Reichshoffen et la ville de Niederbronn),
- les communes du syndicat de Woerth s'alimentent à la pointe SW du horst du Hochwald,
- les communes de Schweighouse et d'Oberhoffen sont alimentées par la nappe pliocène de Haguenau,

Entités aquifères et captages AEP du Nord de l'Alsace



Systèmes et domaines aquifères

- Nappe de la plaine d'Alsace / Terrasse pliocène de Haguenau
- Nappe des calcaires jurassiques de Bouxwiller
- Nappe des grès du Trias inférieur
- Champs de fractures (nappes locales)
- Domaines argileux du Tertiaire (peu aquifères)

BRGM, 2004
Fond communal : BDCarto (c) IGN 1994
Autorisation N° 70 40041

Captages AEP

- Forage d'eau
- Source captée

brgm Géosciences pour une Terre durable

- les syndicats de Seltz et Lauterbourg alimentent les communes de l'Est de la région à partir des nappes du Trias gréseux et plus secondairement du pliocène,

- enfin, la ville de Wissembourg est alimentée par des sources issues du Trias gréseux et par le syndicat transfrontalier de Wissembourg-Bad Bergzabern qui exploite la nappe artésienne profonde du Pliocène du Bienwald (*Sources : Wissembourg-Bad Bergzabern (2001)-Projet transfrontalier d'alimentation en eau potable. Etudes hydrogéologiques qualitatives et quantitatives des ressources en eau de la forêt du Bienwald).*

La nappe du Pliocène de Haguenau-Riedseltz est la plus importante et représente plusieurs millions de m^3. Les alternances de sables et d'argiles du Pliocène lui confèrent un caractère multicouche. La nappe principale d'une épaisseur de 15 à 20 m est alimentée par les eaux de pluie qui s'infiltrent au travers des sols et des formations superficielles de recouvrement. Elle présente une forte vulnérabilité aux pollutions avec un transfert rapide des polluants de la surface vers la nappe. Le sens d'écoulement de cette nappe suit une orientation NW-SE, comme le réseau hydrographique correspondant. Les niveaux plus profonds présentent un caractère réducteur avec des teneurs en fer et manganèse élevées. A l'Est de Wissembourg, dans la forêt du Mundat (Bienwald), une nappe captive artésienne protégée par une épaisse couche de limons et d'argiles tourbeuses à plus de 60 m de profondeur est exploitée pour l'alimentation en eau potable par le syndicat transfrontalier de Wissembourg-Bad Bergzabern. Cette nappe est alimentée par le piémont du Pfälzerwald près de Bad Bergzabern au Palatinat.
Dans la zone des collines limoneuses, le recouvrement limoneux donne lieu à de petites nappes locales. Lorsque ce recouvrement repose sur les terrains pliocènes aquifères, ces nappes sont perchées au-dessus de la nappe principale du Pliocène.

Les nappes des alluvions (Lauter, Seltzbach, Sauer, Moder...) ne dépassent pas quelques mètres d'épaisseur, sauf exception. Ce sont des nappes liées aux cours d'eau qui sont dites « permanentes ». Leur sens d'écoulement est orienté au SE vers les alluvions du Rhin. Ces réserves d'eau jouent un rôle secondaire. Lorsque les alluvions quaternaires entaillent les terrains pliocènes (la Lauter dans la forêt du Bienwald), la nappe alluviale est généralement séparée de la nappe du Pliocène par des niveaux argileux.

Les nappes formées dans le Trias gréseux fournissent une eau très douce légèrement acide, à des débits de l'ordre de 60 à 100 m^3/h. Les forages réalisés sont encore peu nombreux au regard de la ressource potentielle existante, notamment dans le fossé de Lembach au Nord de la région. Ceci est sans doute lié au rendement des forages qui peut être très variable selon le degré de compacité et la teneur en argiles des niveaux traversés.

Parallèlement aux forages et de façon plus ancienne, ce sont de nombreuses sources du massif gréseux vosgien qui alimentent les communes du piémont des Vosges. Certaines fournissent plusieurs dizaines de l/s. Comme les eaux des forages, ces eaux sont faiblement minéralisées, très douces, d'un pH de 6 à 6,5. Les teneurs en chlorures et sulfates sont inférieures à 10 mg/l. Enfin, hormis le cas de coupe rase à l'amont immédiat des sources, les teneurs en nitrates sont extrêmement faibles du fait d'une couverture forestière généralisée.

Les nappes locales des collines argilo-calcaires et limoneuses du piémont vosgien ne donnent que quelques sources qui ne sont plus exploitées aujourd'hui par les collectivités.
En revanche les eaux thermales et minérales captées le long des failles bordières sont aujourd'hui encore exploitées (à Niederbronn et Morsbronn notamment).
Signalons enfin, pour mémoire, les nappes salées profondes du Trias du Fossé rhénan (grès du Buntsandstein, calcaires du Muschelkalk). Elles sont captées à 800 m de profondeur par le forage des Hélions à Merkwiller-Pechelbronn (20 g/l de sels dissous, 70°C). Le site géothermique pilote

de Soultz-sous-Forêts exploite des eaux chaudes profondes très salées (100 g/l de sels dissous, 160 à 200 °C) dans le granite sous-jacent entre 3500 et 5000 m de profondeur.

3.5.2. Qualité des eaux souterraines de l'Outre-Forêt

D'un point de vue général, l'eau exploitée est douce (moins de 15 °F) pour les aquifères du Pliocène et des alluvions, comme pour les nappes des Grès. De même, les teneurs naturelles en **sulfates** et en **chlorures,** présentent une concentration faible de 10 à 25 mg/l (moins de 100 mg/l dans tous les cas).

En ce qui concerne les teneurs en **nitrates,** les points de mesure dans le domaine des collines limoneuses d'Outre-Forêt ont donné les résultats suivants en 2003 :

- 4 points < 10 mg/l ,
- 1 points de 10 à 25 mg/l,
- 7 points de 25 à 50 mg/l,
- 3 points > 50 mg/l,

ces 15 points étant situés dans des vallées au pied des collines.

On observe aussi 4 ou 5 autres zones sensibles dans la nappe du Pliocène à proximité de Haguenau et vers Schirrhoffen, dans la vallée de la Moder à l'aval de Haguenau et dans la vallée de la Sauer à l'aval de Surbourg et de Hatten.
Pour les nappes du Trias gréseux des Vosges, les teneurs sont faibles (inférieures à 10 mg/l) comme nous l'avons déjà mentionné.

Depuis une trentaine d'années, ces teneurs en nitrates ont toutes augmenté dans ces nappes, les fortes augmentations étant surtout constatées dans les alluvions anciennes au pied des collines limoneuses d'agriculture intensive. En effet, vers 1970, de nombreuses valeurs étaient inférieures à des valeurs de 10 à 25 mg/l.

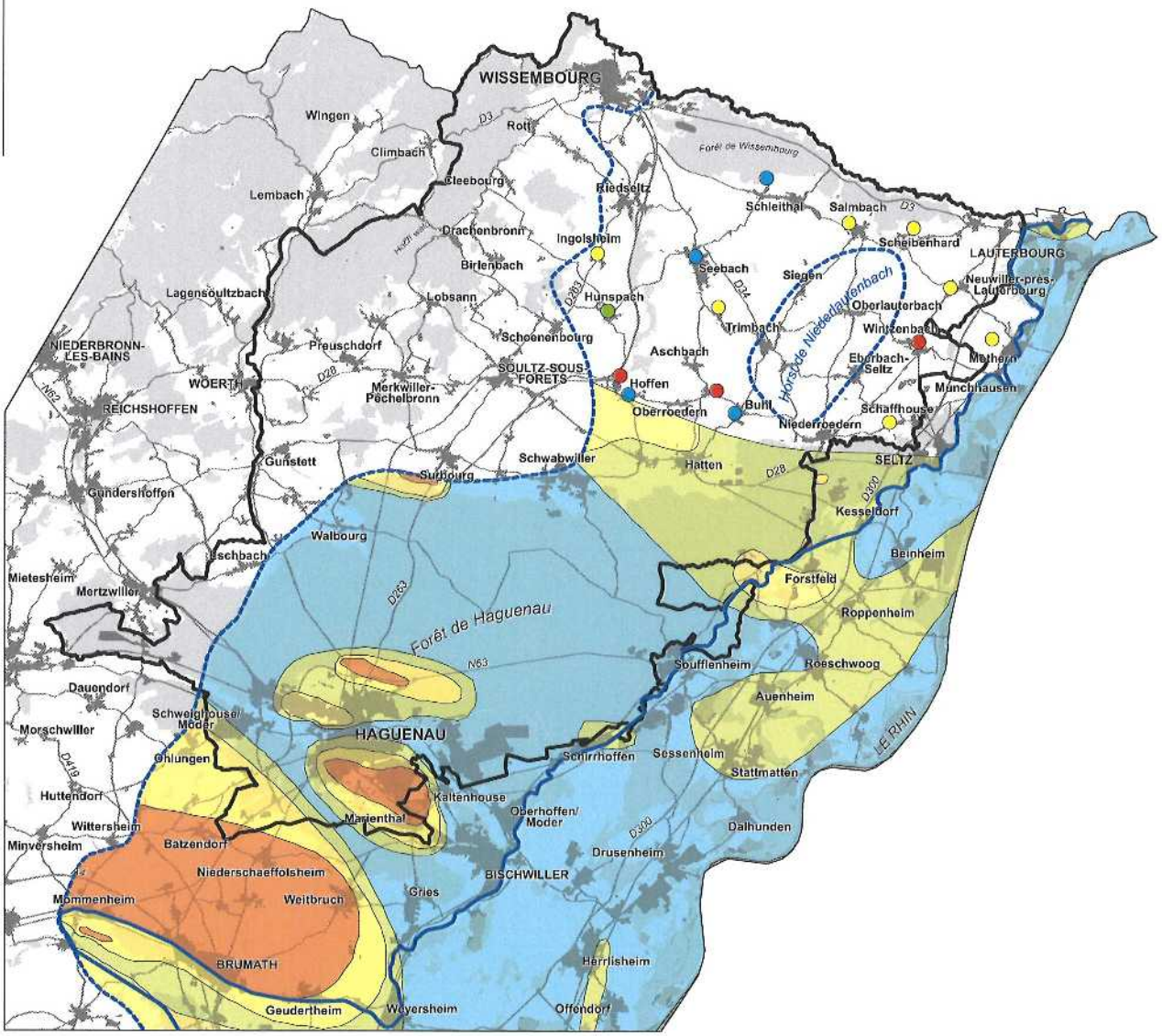
Vis-à-vis des **micropolluants** :
- pour l'atrazine ou un de ses métabolites 45 points ont été mesurés en 2003. 7 points présentent des concentrations supérieures à la norme de 0,1 µg/l pour l'atrazine et 5 points pour la Desethylatrazine. En 1997, seuls deux points correspondant à l'exutoire de 2 bassins versants fortement cultivés dépassaient les 0.1 µg/l. Pour le reste, près de 75 % des mesures présentent des concentrations inférieures à 0,02 µg/l.
- pour la simazine, le diuron et le métolachlore, toutes les valeurs mesurées restent inférieures à 0,1 µg/l, 3 points sur 45 étant supérieurs à 0.02 µg/l pour la simazine, 2 points sur 25 pour le diuron.

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

Qualité des eaux souterraines (2003)

Nitrates

Petite région naturelle "Outre-Forêt"



Concentration en nitrates (en mg/l)

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

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

N

0 5 km

Région Alsace

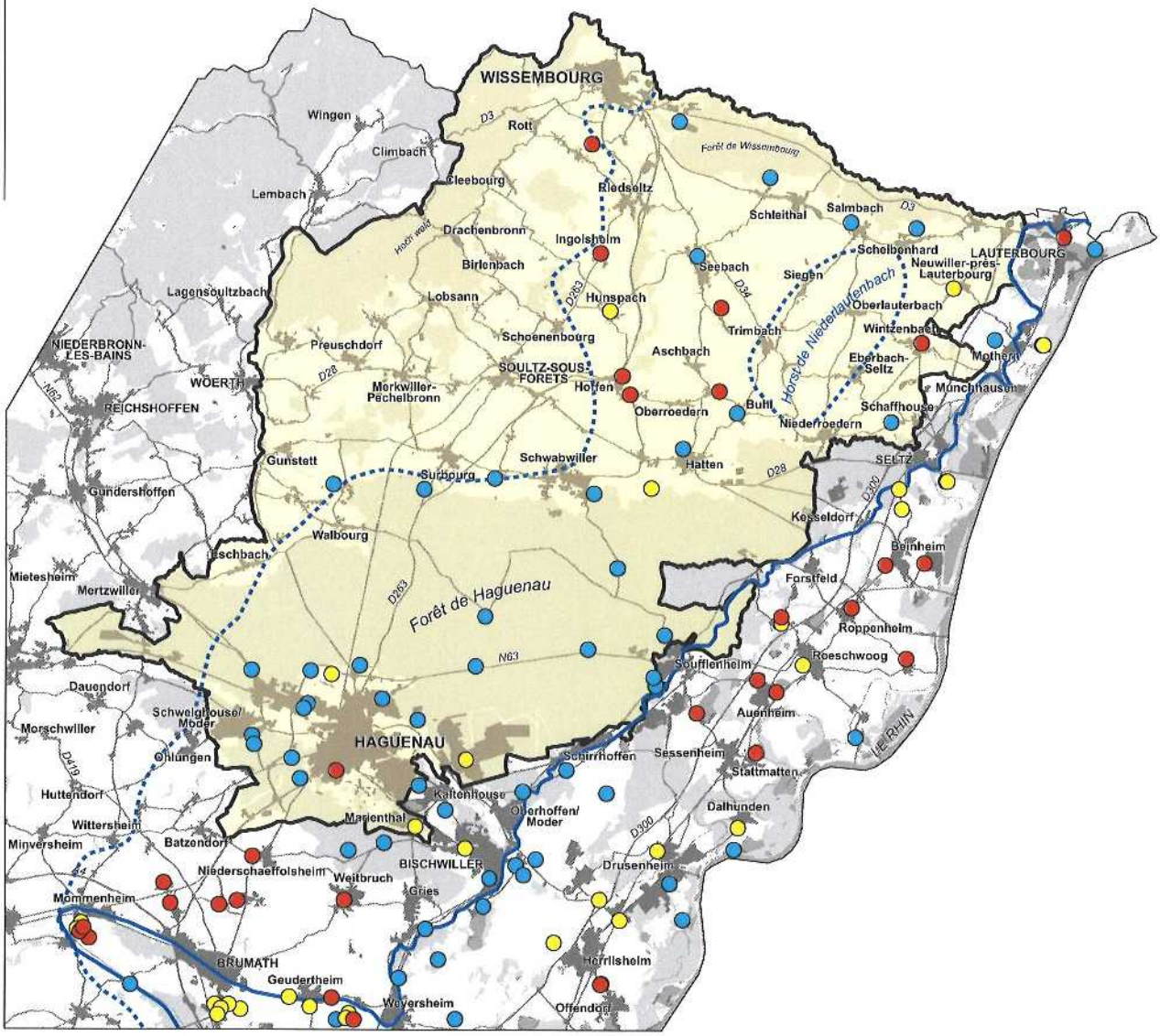
SIG-ENV-1715

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

Qualité des eaux souterraines (2003)

Atrazine et ses produits de dégradation

Petite région naturelle "Outre-Forêt"



Concentration en Atrazine, Desethylatrazine et Desisopropylatrazine (en µg/l)

Concentration maximale mesurée pour au moins une des trois molécules

- Inférieure à 0.025 (Limite de quantification)
- [0.025 - 0.1]
- Supérieure à 0.1 (Limite de potabilité)

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

N

0 5 km

Région Alsace

SIG-ENV-1717

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

CHAPITRE 4

OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER

Critères simples à retenir

4.1. LA PRATIQUE DE L'OBSERVATION PEDOLOGIQUE

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

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

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

➡d'abord avec ses sens,

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

- **au toucher**, pour évaluer la composition de la terre de surface en sables, limons et argiles,

➡ensuite avec quelques outils simples,

- **la pissette d'acide chlorhydrique HCl** (acide que l'on trouve chez le droguiste dilué 5 fois) qui renseigne sur le caractère calcaire ou non des sols en présence,

- **la tarière** enfin, qui permet de réaliser toutes les observations précédentes sur les couches sous-jacentes du sol. On accède ainsi jusqu'à 1,20 m de profondeur. Cette profondeur est dans de nombreux cas atteinte facilement par les racines des plantes cultivées. Le cas échéant, les couches de sol se différencient surtout par la couleur, la texture et la présence de taches rouille, grises ou noires en cas d'excès d'eau.

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

4.2. LES CRITERES D'OBSERVATION IMPORTANTS

4.2.1. La profondeur du sol : deux approches différentes au sens pédologique et agronomique

Le sol est défini comme un volume issu de la dégradation d'un matériau originel appelé roche-mère. Ce matériau peut être une roche ou des sédiments déposés par les eaux ou le vent.
La profondeur du sol, du point de vue du pédologue, correspond à la profondeur du matériel meuble et poreux jusqu'à atteinte de la roche mère ou du substrat sous-jacent.
L'agronome, s'intéresse quant-à-lui, avant tout aux relations entre le sol et la plante. Ce qui importe dans ce cas c'est le volume de sol qui peut être prospecté par les racines d'une culture. C'est pourquoi il utilise la notion de profondeur d'enracinement. Elle peut être supérieure à la profondeur de sol, si les racines poursuivent leur développement jusque dans le matériau à l'origine du sol, dans le loess par exemple. La profondeur d'enracinement peut être aussi inférieure à la profondeur du sol définie par le pédologue si des obstacles, tel qu'un excès d'eau très marqué, viennent limiter l'enracinement.
Dans le guide des sols d'Alsace, la profondeur d'enracinement a été considérée pour des cultures annuelles qui occupent la grande majorité des terres agricoles.
La profondeur d'enracinement est un paramètre déterminant dans le calcul de la réserve utile en eau du sol. Dans le guide des sols la réserve utile est prise au sens de la part accessible aux plantes du volume de porosité d'un sol pouvant contenir durablement de l'eau. Ainsi dans les sols très hydromorphes présentant des contraintes fortes à l'enracinement d'une culture (en bordure de cours d'eau ou dans les Rieds hydromorphes), le calcul de la réserve utile est plafonné du fait d'un enracinement limité.
Par ailleurs, la profondeur d'enracinement intervient aussi fortement dans le calcul de la sensibilité d'un sol au lessivage des nitrates (cf. chapitre 6.8 Les sols et le risque de lessivage des nitrates), puisque elle détermine la profondeur au delà de laquelle les nitrates ne pourront plus être absorbés par les racines d'une culture. Plus cette profondeur est faible, plus le risque de lessivage des nitrates augmente.

4.2.2. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation

Les sols issus de matériaux calcaires sont en général calcaires, c'est-à-dire qu'ils font effervescence à l'acide chlorhydrique.
Les carbonates qu'ils contiennent ($CaCO_3$) sont alors dissociés en calcium (Ca^{++}), soluble dans l'eau, et en gaz carbonique (CO_2), d'où les bulles que la réaction provoque. Cette transformation est également réalisée beaucoup plus lentement par l'eau de pluie qui se comporte comme un acide faible. On dit alors que le sol se décarbonate.
Plusieurs degrés de carbonatation / décarbonatation sont possibles vis-à-vis du "squelette" (correspondant aux sables grossiers et aux cailloux, fraction > 0,2 mm) et de la "matrice" (fraction < 0,2 mm) :

- Si tous les éléments du sol (matrice fine, sables et cailloux) sont calcaires, ce sont les **sols calcaires** (**C3**),

- Si la matrice est décarbonatée en surface (30 à 50 cm de profondeur), mais non en profondeur, ou si la matrice est décarbonatée sur toute sa profondeur, mais pas le squelette, ce sont les **sols calciques à réserve calcaire** (**C2**),

- Si la matrice et le squelette sont totalement décarbonatés, mais que le sol est saturé en Ca^{++} (cette saturation est indiquée par un rapport S/T voisin de 100 %), ce sont les **sols calciques ou décalcarifiés** (**C1**),

- Si la matrice et le squelette sont décarbonatés et appauvris, voire dépourvus de Ca^{++}, ce sont les **sols décalcifiés** (**C0**) et **acides** (**AC**).

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

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

4.2.3. Les cailloux

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

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

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

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

4.2.4. L'hydromorphie (gley et pseudogley)

L'excès d'eau revêt dans l'Outre-Forêt une grande importance.
Dans les vallées (Sauer, Seltzbach et Lauter), il s'agit assez souvent de sols à couche de gley (ou horizon « réductique »), profond apparaissant à moins de 1,2 m de profondeur (longueur d'une tarière standard).
Ce gley peut être soit **minéral**, de couleur gris-bleu, soit plus rarement **organique,** de couleur noire.
Ce type d'hydromorphie est toujours lié à la présence d'une **nappe alluviale permanente** dans le sol à faible profondeur (de 1 à 2 m). Cette hydromorphie est généralisée dans la quasi-totalité des domaines alluviaux de l'Outre-Forêt.

Elle doit être distinguée de l'hydromorphie de nappe perchée du type pseudogley (ou horizon « rédoxique »). Cette dernière est associée à une couche profonde enrichie en argile, principalement par lessivage, et de ce fait devenue quasi-imperméable. Les eaux de pluie infiltrées jusqu'à celle-ci forment alors **une nappe perchée temporaire**. Des taches de couleur bariolée rouille et gris apparaissent : elles correspondent aux différentes formes du fer en présence d'oxygène ou non.
Ces nappes perchées sont souvent associées aux sols limoneux anciens, parfois sableux, lessivés, d'origine alluviale ou éolienne, comme les lehms bien représentés dans la région.

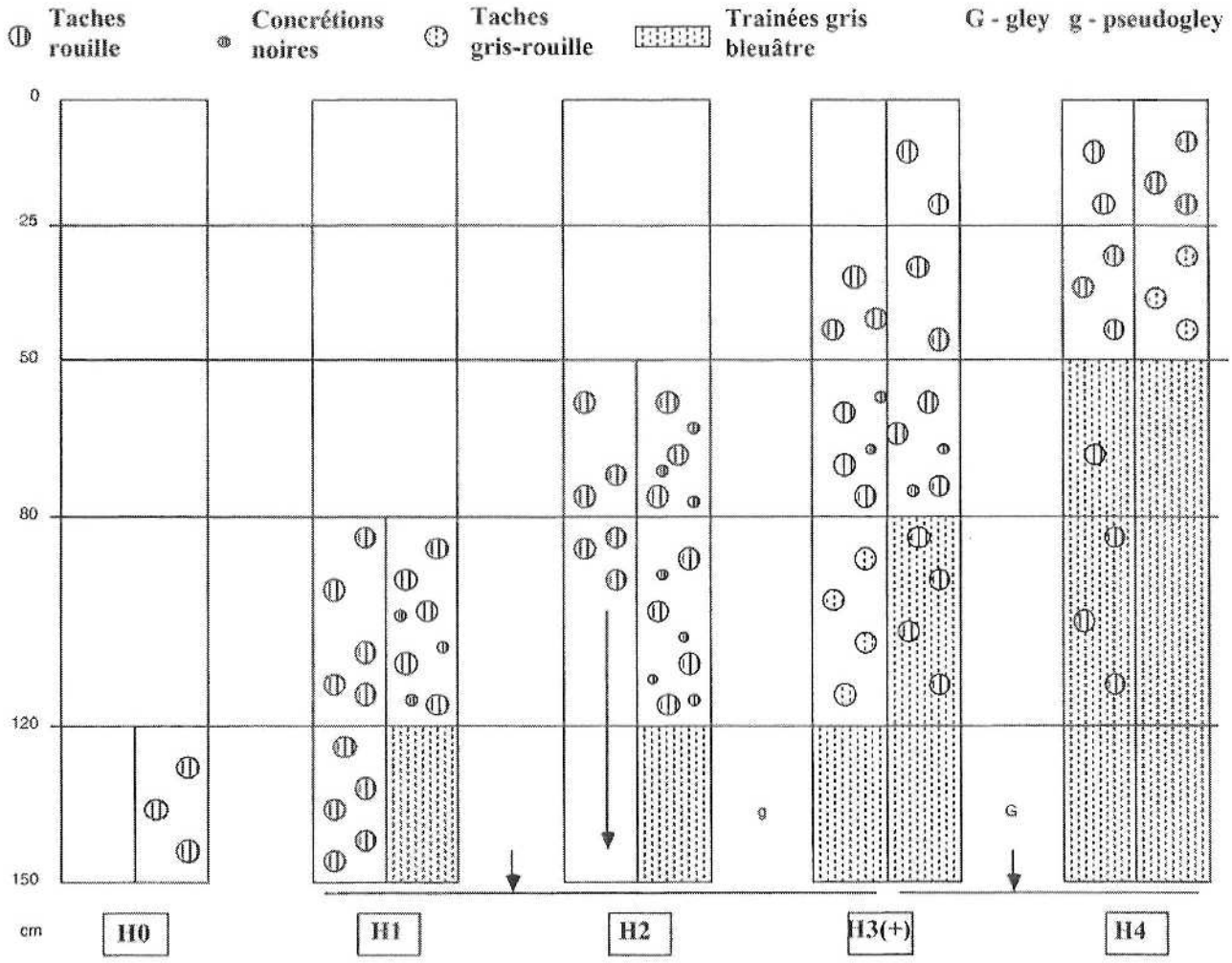
Plus rarement, les 2 types d'hydromorphie peuvent être présents dans le même sol.
Toutes les variantes citées existent dans la région.

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

Tableau des classes d'hydromorphie d'après Favrot et Devillers

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

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



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

La description des sols repose sur la notion de profil pédologique composé d'une succession de couches différenciées: les horizons. Dans la pratique, on creuse une fosse pour observer et caractériser une unité de sol dans ses 3 dimensions. Pour rendre compte de ces observations, le référentiel pédologique propose une codification pour désigner les principaux horizons d'un profil (AFES, 1995).

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

EN SURFACE :

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

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

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

ENFIN, EN FOND DE PROFIL, se distingue :

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

ET TOUT EN BAS...

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

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

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

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

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

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

S_1 ,S_2 pour subdiviser un horizon S présentant des variations pour un paramètre donné comme par exemple les taches d'oxydo-réduction plus nombreuses.

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

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

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

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

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

Elle doit comporter pour cela :

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

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

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

Elle comporte alors :

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

Cette analyse doit être renouvelée tous les 4 ou 5 ans pour juger de l'impact des choix de fertilisation mis en oeuvre sur la fertilité chimique des parcelles.
Pour que les comparaisons dans le temps soient possibles, il faut impérativement travailler sur des échantillons représentatifs d'une même zone homogène au sein d'une parcelle, et repérable facilement à quelques années d'intervalle.

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

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

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

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

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

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

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

4.5. LEXIQUE

Battance, sol battant

Désagrégation puis tassement de la terre sous l'action de l'eau de pluie ou des irrigations qui, par sédimentation du limon et du sable fin, forment une croûte superficielle et continue à la surface du sol. . Phénomène apparaissant dans les sols riches en limons et pauvres en argiles, en matière organique et en calcium.

Brun, brunification (sol brun)

Processus de base de l'édification des sols conduisant à la formation de complexes stables d'argile et d'humus reliés par des oxydes de fer. Ce processus donne une couleur brune au sol. On parle de sol brun pour un sol ayant un horizon de surface brun, plus ou moins décarbonaté au moins dans les horizons de surface, et caractérisé par un lessivage nul ou faible des argiles et du fer.

Capacité d'échange cationique (CEC ou T)

Quantité maximale d'éléments chimiques (cations échangeables) qu'un sol peut retenir sur son complexe argilo-humique. Elle est exprimée en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche de sol, ou en cmol/kg.

Complexe argilo-humique (ou adsorbant)

Ensemble formé par les particules d'argiles et d'humus fortement liées entre elles par des oxydes de fer. Il conditionne la CEC.

Cône alluvial (Cône de déjection)

Partie aval des dépôts d'un torrent ou d'une rivière de montagne où se sont étalés les matériaux transportés.

CPCS

Système français de classification des sols élaboré en 1967 par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols. Il est depuis 1992-1995 remplacé par le Référentiel Pédologique (RP) dont l'élaboration a débuté en 1986.

Densité apparente (Da)

Rapport du poids au volume d'un sol sec non perturbé. Elle est mesurée sur l'ensemble de la fraction solide et des pores.

Désagrégation

Processus de fragmentation du sol affectant la structure du sol depuis les interactions entre particules d'argile jusqu'aux mottes de terre. Principaux mécanismes : dispersion physico-chimique, éclatement par piégeage d'air, fissuration par gonflement et retrait des argiles, impact mécanique des gouttes d'eau.

Drainage interne

Possibilité d'infiltration de l'eau en excès au travers des pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.

Erosion

Processus de détachement et de transport de matières solides. Il se traduit par un bilan d'exportation de matière par unité de surface.
Erosion diffuse (ou en nappe) : transport des particules au sein d'une lame d'eau répartie de façon quasi-uniforme à la surface du sol
Erosion concentrée : transport de particules de façon localisée dans des rigoles, des chenaux ou des ravines

ETM (Evapotranspiration maximale)

Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.

ETP (Evapotranspiration potentielle)

Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.

ETR (Evapotranspiration réelle) Evaporation d'un couvert végétal composée pour une part de l'évaporation directe de l'eau du sol et pour une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu (déficit climatique, vent...) et du couvert végétal dont les besoins en eau peuvent ne pas être satisfaits en totalité. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle (pour un sol nu en condition d'humidité moyenne, on considère que ETR = ETM = 0,5 ETP).

Formation superficielle Couverture géologique meuble, formée de matériaux alluviaux ou éoliens ou résultant de l'altération des roches massives et plus ou moins transportés.

Gley (Gr) (horizon réductique) Horizon hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe permanente.

Gley minéral Gley, de teinte gris-bleu, lié à une nappe à fortes oscillations, sans accumulation d'humus et de matières organiques.

Gley organique Gley de teinte noire lié à une nappe à faibles oscillations conduisant à une accumulation d'humus et de matières organiques.

Gley oxydé (Go) Gley de teinte gris-bleu avec temporairement des tâches rouille (zone de battement de la nappe)

Horizon Couche de sol plus ou moins parallèle à la surface du sol, différenciée selon l'évolution du sol : couleur, texture, effervescence etc... et/ou selon la nature des dépôts géologiques

Humidité volumique à la capacité au champ Humidité pondérale mesurée à la capacité au champ, multipliée par la densité apparente du sol. Notée V_m dans le modèle de lessivage des nitrates de Burns, elle est aussi parfois notée Hv.

Humus Ensemble des composés organiques stables du sol issus de la transformation de la matière organique fraîche (litières et résidus de cultures).

Hydromorphie Résultat de la saturation temporaire ou permanente de la porosité du sol par une eau peu renouvelée et donc peu ou pas oxygénée

Indice de battance (I_B) Indice destiné à apprécier le risque de battance des sols. Il est calculé par une formule où intervient le rapport des teneurs en limons fins et grossiers sur les teneurs en argile et en matière organique (en pour mille)

Indice de pouvoir chlorosant (IPC) Indice destiné à apprécier le risque de chlorose ferrique pour la vigne et les arbres fruitiers. Il est calculé par une formule où intervient le rapport entre le calcaire actif (en %) et le fer extractible (en ppm).

Infiltrabilité (capacité d'infiltration) Quantité maximale d'eau pouvant s'infiltrer dans un sol par unité de temps sous des conditions précises (notamment conditions d'humectation). Elle dépend des constituants du sol et de l'arrangement de sa porosité. Elle varie dans le temps en fonction de l'état de saturation en eau du sol.

Lehm Limons fins issus des loess et décarbonatés sur 1,5 m au moins.

Lehm-loess Limons fins issus des loess et décarbonatés sur moins de 1 mètre.

Lessivé, lessivage Entraînement mécanique des argiles et du fer par les eaux de gravité le plus souvent verticalement depuis les horizons supérieurs vers les horizons profonds du sol et parfois latéralement d'amont en aval d'un versant.

Limons de débordement Limons fins des berges de rivières issus d'inondations lentes en plaine (décarbonatés sur 1,5 à 2 m au moins dans le cas de l'Ill).

Limons remaniés Concerne des dépôts loessiques mélangés à des alluvions à proximité d'un cône alluvial, avec enfouissement parfois profond de loess auparavant affleurant.

Lixiviation Entraînement en profondeur des sels solubles dans l'eau du sol (nitrates, bicarbonates, sulfates, chlorures, ...). Elle conduit à l'exportation de ces éléments du sol vers une nappe d'eau souterraine. Improprement appelée lessivage.

Loess (et levées loessiques) Limons fins calcaires apportés par le vent et déposés sans stratification entre collines et plaine alluviale en Alsace.

Marne Roche sédimentaire composite argilo-carbonatée, meuble et plastique.

Matrice Fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille inférieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules fines que l'on ne distingue pas à l'oeil nu (< 0,2 mm, soit argiles + limons + sables fins).

Nappe perchée (et temporaire) Nappe superficielle d'origine pluviale formée au-dessus d'un horizon quasi-imperméable. Elle est présente dans les sols lessivés à pseudogley (aussi dénommés luvisols-rédoxisols).

Nappe permanente Nappe phréatique profonde d'origine alluviale. Elle est souvent présente dans les sols à gley (aussi dénommés réductisols).

Perméabilité Capacité d'un sol à laisser plus ou moins facilement s'écouler l'eau dans les pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.

Podzolisation (podzolique) Processus de formation des sols sur roches mères filtrantes et riches en silice (grès, certains granites, sables alluviaux acides dérivés de ces roches) conduisant à la formation sous l'humus d'un horizon blanchi composé de quartz et à l'accumulation d'oxydes de fer, et d'aluminium (rouille) et de composés organiques (noirs) en profondeur.

Point de flétrissement permanent Quantité d'eau retenue par le sol au moment où la plante n'arrive plus à l'extraire et commence à se flétrir. Le point de flétrissement est défini comme la teneur en eau à pF 4,2 (16 atmosphères = équivalent de la force de succion des racines), cette teneur varie avec la texture du sol.

Porosité Volume des vides du sol (s'exprime en % du volume total).

Pouvoir épurateur Capacité du sol à retenir et/ou recycler les matières organiques et les éléments minéraux apportés par des déchets, sans transfert de pollution vers les eaux ou les cultures.

Pouvoir fixateur Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).

Pseudogley (g) (horizon rédoxique) Horizon de sol hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe temporaire reposant sur un horizon quasi-imperméable.

Réduit/oxydé Etats du fer. En conditions anaérobies, dans les sols à nappe permanente (gley), le fer est réduit et prend une couleur gris-bleuté. En conditions aérobies partielles, dans les sols à nappe temporaire (pseudogley), il est oxydé et de couleur rouille.

Référentiel pédologique (RP) C'est une typologie qui fait le point sur tout ce que l'on sait à ce jour sur les sols du monde (domaine tropical excepté). Il remplace désormais la classification des sols de 1967 (dite CPCS)

Remanié Se dit d'un dépôt repris et transporté par le ruissellement. S'applique en particulier aux matériaux limoneux éoliens mélangés à des alluvions de rivières vosgiennes.

Réserve Utile en eau (RU)

Part accessible aux plantes du volume de porosité pouvant contenir durablement de l'eau. C'est une caractéristique relativement permanente d'un horizon ou d'un type de sol. Elle est exprimée sous forme d'une lame d'eau indépendante de la surface considérée (en mm d'eau). Teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.

Rétrogradation

Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).

Ruissellement

Ruissellement de surface : écoulement de l'eau à la surface du sol sous l'effet de la pente.
Ruissellement hypodermique : écoulement rapide de l'eau du sol à faible profondeur (20 à 60 cm) sur un horizon plus ou moins imperméable, tel une semelle de labour.

Saturation en eau

Correspond à une occupation par l'eau de tous les vides disponibles du sol. C'est le cas dans une nappe.

Saturation du complexe adsorbant (Saturé,désaturé)

Rapport entre la somme des cations échangeables effectivement présents sur le complexe adsorbant (S) et la capacité d'échange cationique (T).
Si S/T = 1, le complexe est saturé ou à saturation (surtout lié à la présence de calcium), s'il est < 1, il est désaturé.

Squelette

En classification analytique (=notation des analyses granulométriques) il correspond à la fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille supérieure à 0,002 mm.
Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules grossières du sol dont on distingue les composants à l'oeil nu (> 0,2 mm, soit les sables grossiers, les graviers, les cailloux...).

Stabilité structurale

Résistance du sol aux processus de désagrégation des agrégats (éléments structuraux du sol), évaluée au laboratoire par des tests de comportement des agrégats en particulier sous l'action de l'eau.

Terrasses alluviales

Dépôt plat d'alluvions généralement grossières à la base, le plus souvent anciennes (ancien fond de vallée) et à contour marqué dans le paysage par un talus continu.

Tourbeux, tourbescent

Etat des matières organiques peu décomposées (tourbeuses) ou humifiées (tourbescentes) de sols hydromorphes.

Vitesse d'infiltration (conductivité hydraulique à saturation)

Définit la perméabilité d'un sol à l'eau de gravité en conditions de saturation hydrique de la porosité du sol. Elle s'exprime en mm/h ou en m/j.

Würm

Dernière glaciation de l'ère Quaternaire (-10 à -12 000 ans) ayant eu une influence importante sur les formations superficielles et les sols. C'est en particulier à cette époque qu'ont eu lieu les derniers dépôts éoliens massifs de matériaux limoneux, soit la plupart des loess actuels.

CHAPITRE 5

LES TYPES DE SOLS DE L'OUTRE-FORÊT

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

Le système proposé repose sur trois entrées possibles :

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

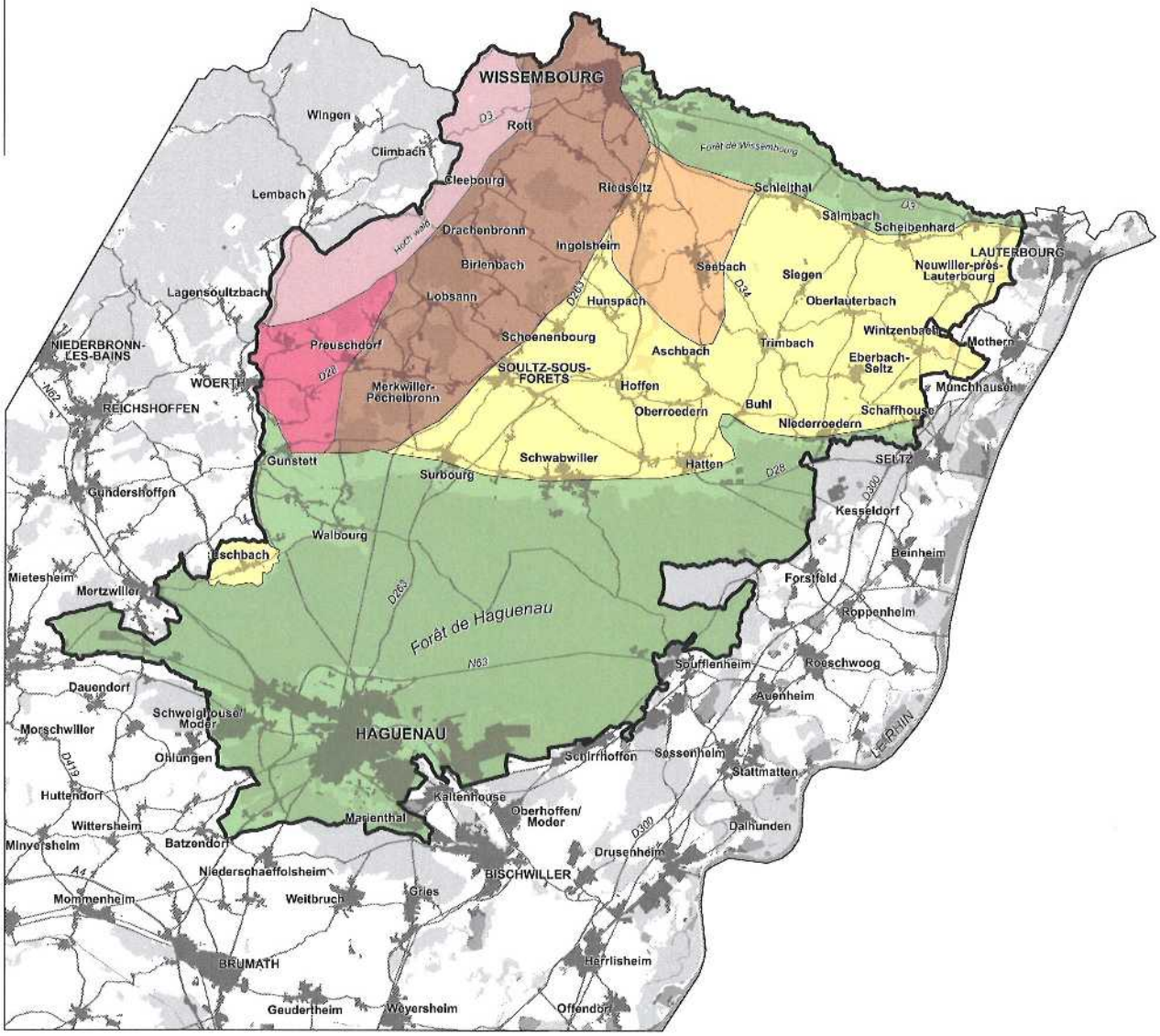
❷ l'utilisateur disposant de plus de temps et ayant déjà acquis une bonne connaissance régionale peut feuilleter directement les **fiches** de sols.

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

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

Zonage géomorphologique des paysages

Petite région naturelle "Outre-Forêt"



Unités géomorphologiques

- Plaine en périphérie des forêts de Haguenau et du Mundat
- Collines limoneuses d'Outre-Forêt
- Collines limoneuses - Secteur de Seebach
- Piémont des Vosges gréseuses
- Piémont des Vosges gréseuses - Secteur Est de Woerth
- Vosges gréseuses

Limite du guide des sols "Outre-Forêt"

N

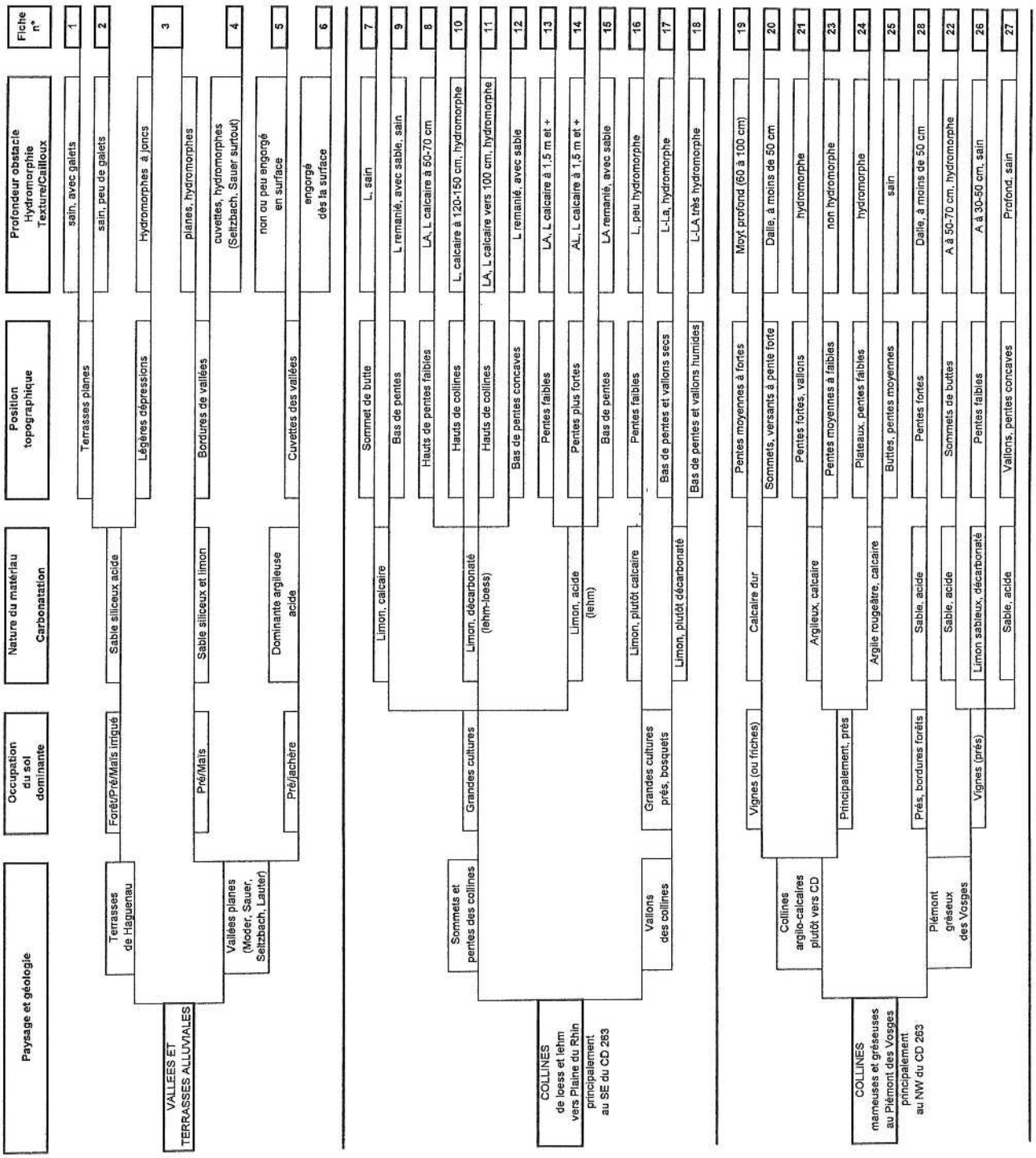
0 5 km

Région Alsace

SIG-ENV-1713

Réalisation : Région Alsace / SIG
Données : SOL CONSEIL, ARAA
Fond de Carte : ®BD OCS 2000-CIGAL
Février 2005

5.1. LA CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS



5.2. LES FICHES DE SOLS

Deux ensembles de fiches ont été constitués : le premier comporte les fiches spécifiques à la région d'étude, soit en tout 25 fiches détaillées. Le second comporte des fiches simplifiées, soit 3 fiches, qui correspondent à des variantes de sols moins représentées dans la région mais localement importantes.

Chaque fiche détaillée se présente en 4 pages :

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

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

- **une deuxième page** présente un exemple de profil avec sa description morphologique et physico-chimique pour illustrer la fiche. La variabilité des textures de l'horizon de surface est illustrée dans un triangle de texture GEPPA, présenté en bas de page et réalisé après compilation des analyses de sols du fichier d'analyses de terre de la base de données régionale sur les sols d'Alsace.

- **une troisième page** présente les caractères généraux et les contraintes du sol vis-à-vis des cultures et leurs conséquences pour la production agricole et l'environnement. Des observations sur la variabilité du sol et sur l'enracinement du maïs sont présentées lorsqu'elles sont disponibles.

- **sur la quatrième page**, des caractéristiques agronomiques sont examinées et commentées. Par ailleurs, une courbe d'évolution simulée du lessivage des nitrates en conditions hivernales illustre le risque évoqué en contrainte.

Une fiche simplifiée comporte 2 pages :

- **une première page** permet de confirmer l'identification du sol à l'aide des critères simples de reconnaissance, la place du sol dans le paysage, ainsi que les caractères généraux du sol,

- **une deuxième page** présente un exemple de profil avec sa description morphologique et physico-chimique pour illustrer la fiche, ainsi que les atouts et les contraintes du sol vis-à-vis des cultures et leurs conséquences pour la production agricole et l'environnement.

Comment lire les fiches de sols ?

Une maquette des fiches de sols est présentée en annexe 5. Elle permet au lecteur de savoir où trouver les informations qu'il recherche. Elle indique également comment certaines données ont été recueillies et surtout quelles conventions ont été retenues pour noter ces données. Ces compléments d'information permettent une analyse critique des observations inscrites dans chaque fiche de sol.
Par ailleurs, le lecteur trouvera également les renvois aux divers chapitres du guide des sols qui proposent une analyse et une synthèse de certaines données.
Enfin un volet dépliable permet d'avoir en cours de lecture des fiches, les définitions des variables descriptives complexes et les valeurs de classes utilisées en page 3 de ces fiches.

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

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

Liste des 25 fiches détaillées et des 3 fiches simplifiées

Fiche n°	Nom de l'unité de sol	page
Alluvions des rivières d'origine vosgienne (6 fiches)		
1	Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes	p.47
2	Sable, acide, profond, sain, sur alluvions anciennes	p.51
3	Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	p.55
4	Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes	p.59
5	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes	p.63
6	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes	p.67
Collines limoneuses de loess (3 fiches)		
7	Limon, calcaire, sain, sur loess	p.71
8	Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	p.75
9	Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié	p.79
Collines limoneuses de lehm-loess (3 fiches)		
10	Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	p.83
11	Limon argileux à argile limoneuse, hydromorphe, décarbonaté, érodé, sur lehm-loess	p.87
12	Limon sableux, acide, hydromorphe, sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié	p.91

Fiche n°	Nom de l'unité de sol	page
Collines limoneuses de lehm (3 fiches)		
13	Limon, acide, hydromorphe, sur lehm	p.95
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm	p.99
15	Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié	p.103
Vallons des collines limoneuses (3 fiches)		
16	Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques	p.107
17	Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux	p.111
18	Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux	p.115
Collines argilo-marneuses du piémont (7 fiches)		
19	Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires	p.119
20 simplifiée	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires	p.123
21	Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne	p.125
22	Sable, acide, profond sur argile hydromorphe	p.129
23	Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne	p.133
24	Argile limono-sableuse, décarbonatée, hydromorphe, sur marne et conglomérat	p.137
25 simplifiée	Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat	p.141
Collines marno-gréseuses et gréseuses du Piémont (3 fiches)		
26	Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse	p.143
27	Sable, acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses	p.147
28 simplifiée	Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse	p.151

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

ETABLISSEMENT DU ZONAGE : modalités d'élaboration et données utilisées

Le zonage que nous présentons ici correspond principalement à l'utilisation de 5 études de sols réalisées en vue de l'épandage agricole des boues de stations d'épuration au 1/25 000ème. Nous avons aussi utilisé les levés pédologiques de la carte des terres agricoles de la CDTA de Haguenau (voir bibliographie et annexe 4). Ces études, pour les surfaces qui les concernent, ont été transposées de façon simplifiée, puis une extrapolation de ces études a été réalisée sur les surfaces non renseignées.

Celle-ci a été menée en 4 temps :

- exploitation des données antérieures réalisées sur le périmètre notamment au cours des 15 dernières années, soit une demi-douzaine de documents pédologiques (cf. annexe 4),
- étude des sols des secteurs non cartographiés à la précision du 1/50.000ème, c'est à dire avec en moyenne 1 observation par sondage pour 50 à 100 ha et 25 profils de sol, soit 1 pour 1500 ha environ,
- réalisation de la carte au 1/100.000ème, assortie d'une typologie des sols d'ensemble présentée dans ce guide,
- informatisation de toutes les données dans la base de données régionale sur les sols d'Alsace.

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

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

Ce zonage au 1/100 000ème ne constitue pas une carte précise des sols. Il donne une information sur les principaux types de sols qui présentent statistiquement la plus grande probabilité d'être identifiés dans un secteur donné.
Pour une reconnaissance ou expertise parcellaire il faut obligatoirement s'appuyer sur des observations de terrain **qui seront comparées aux données des fiches des sols de ce guide.**

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

Répartition des principaux types de sols dans la petite région Outre-Forêt

Types de paysages Guide Outre-Forêt	Unités cartographiques (UC) N°	Matériau	Unités de sols (Fiches) N°	Description simplifiée	Fiche/UC (1) %	Surface (2) %
1 - Alluvions sableuses et argileuses de la Moder, de la Sauer, du Seltzbach et de la Lauter	1	Alluvions anciennes non hydromorphes	**1**	Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes	10	1 à 2
			2	Sable , acide, profond, sain, sur alluvions anciennes	90	10
	2	Alluvions anciennes hydromorphes	**3**	Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	80	4 à 5
			4	Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes	20	1 à 2
	3	Alluvions récentes hydromorphes	**5**	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes	70	7 à 8
			6	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes	30	3 à 4
2 - Collines de loess	4	Loess en place	**7**	Limon, calcaire, sain, sur loess	70	15
			8	Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	30	5 à 6
	4a	Loess remanié	**9**	Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié	100	1 à 2
3 - Collines de lehm-loess	5	Lehm-loess en place	**10**	Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	100	10 à 12
	6		**11**	Limon argileux à argile limoneuse, hydromorphe, décarbonaté, érodé, sur lehm-loess	100	3 à 4
	6a	Lehm-loess remanié	**12**	Limon sableux, acide, hydromorphe, sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié	100	2 à 3
4 - Collines de lehm	7	Lehm en place	**13**	Limon, acide, hydromorphe, sur lehm	100	4 à 5
	8		**14**	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm	100	1
	9		**15**	Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié	100	1 à 2
5 - Vallons des collines limoneuses	10	Vallons "secs"	**16**	Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques	100	2 à 3
	11	Vallons "humides"	**17**	Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux	100	7 à 8
	12		**18**	Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux	100	3 à 4
6 - Collines argilo-marneuses	13	Marnes et argiles (Lias et Tertiaire) non hydromorphes	**19**	Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires	90	1
			20	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires	10	<1
	14	Marnes et argiles (Lias et Tertiaire) hydromorphes	**21**	Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne	100	6 à 7
	15	Dépôts sableux sur argile	**22**	Sable, acide, profond sur argile hydromorphe	100	1
	16	Marnes et argiles (Trias et Tertiaire)	**23**	Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne	100	<1
	17	Marnes et calcaires (conglomérat)	**24**	Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat	70	1
			25	Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat	30	<1
7 - Collines marno-gréseuses et gréseuses	18	Marnes gréseuses	**26**	Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse	100	<1
	19	Colluvions gréseuses	**27**	Sable , acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses	95	<1
		Grès	**28**	Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse	5	<1

(1) % de surface occupée par l'unité de sol (sol décrit dans une fiche) dans l'unité cartographique de sol
(2) % de surface occupée par le sol, décrit dans une fiche, dans la petite région naturelle Outre-Forêt

LES FICHES DE SOLS

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes

1

Sol sableux à sablo-argileux, plus ou moins caillouteux, brun, décarbonaté, reposant à 30-40 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4 (variante à définir)
Classification CPCS : Sol brun décarbonaté
Classification RP : Brunisol leptique issu d'alluvions anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement aux marges des vallées d'origine vosgienne (Lauter, Sauer et Seltzbach principalement). Il correspond à des bourrelets constitués de galets affleurants sur les parties les plus élevées des alluvions anciennes. Ces épandages sont assez localisés et limités à de petites surfaces identifiables par de légères levées topographiques au sein des vallées.

Mise en valeur actuelle : ce sol présente de nombreuses contraintes et porte souvent des prairies de fauche

Appellation locale : lieux-dits avec la terminaison "stein"

Etendue estimée : 1 à 2 %

Ces sols superficiels sablo-caillouteux correspondent à des levées topographiques souvent en jachères ou en prairie aux marges des vallées

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :*** Vallées d'origine vosgienne
- ***Position topographique :*** Levées topographiques, le long des vallées
- ***Matériau :*** Sableux, acide, à galets, sain

à l'oeil (surface) :	- Surfaces sur levées topographiques, quelques plages de galets épars
au toucher (surface) :	- Texture de surface sablo-argileuse à sablo-limoneuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence à l'acide nulle
à la tarière :	- Sol superficiel (< 50 cm), sain, texture sablo-argileuse, jaunâtre, sur cailloutis

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes **1**

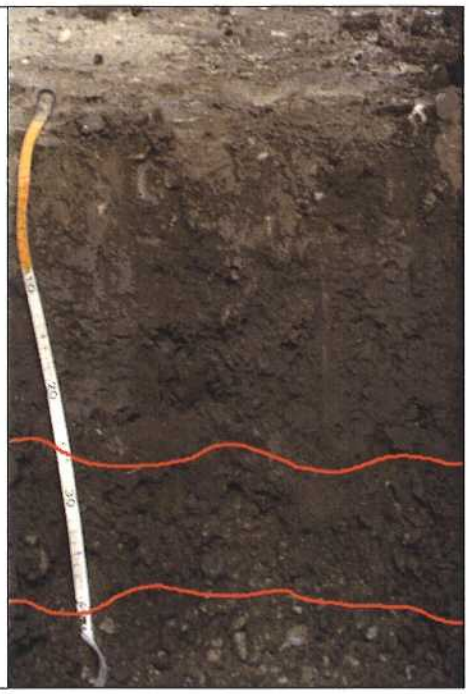
Sol sableux à sablo-argileux, plus ou moins caillouteux, brun, décarbonaté, reposant à 30-40 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Janvier 2003 - Parcelle de prairie

Hinterfeld : X = 997,9 - Y = 2445,1

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon A (0-25 cm) - Sable argileux, brun (10 YR 33), non calcaire, structure polyédrique (25 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon SC (25-40 cm) - Sable limoneux, brun jaunâtre (10 YR 44), non calcaire, structure particulaire nette (2 mm), peu compact, non friable. Peu de racines.Quelques galets.

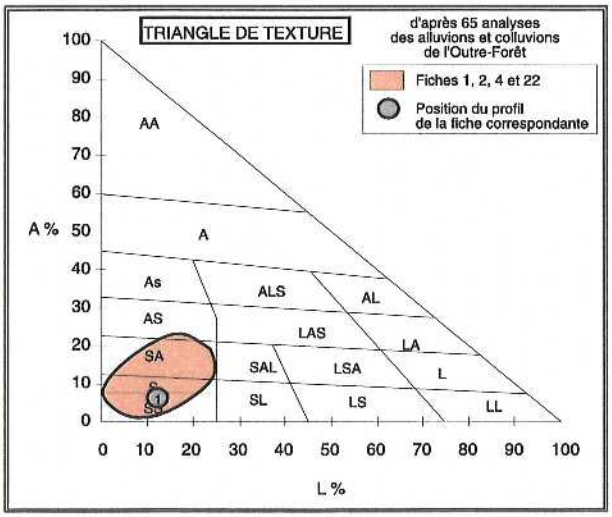
Horizon C (> 40 cm) - Sable caillouteux, gris jaunâtre, structure particulaire. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	A	64,0	13,0	5,7	7,6	7,5	2,1
25-40	SC	26,6	24,5	23,0	9,2	7,9	0,8
> 40	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,4	2,5	1,6	830	210	8,1	7,8	40,7	0,38	0,26	0,03	4,6	sat
15,9	0	0	160	-	7,4	7,4	7,0	0,19	0,11	0,04	2,1	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes

1

Sol sableux à sablo-argileux, plus ou moins caillouteux, brun, décarbonaté, reposant à 30-40 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité entre 30 et 50 cm de profondeur, par un niveau de galets.

Variabilité du sol

La profondeur de ce sol peut varier de 15 à 50 cm de profondeur.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol superficiel (30-50 cm et moins), 10 à 20 % de cailloux
- Superposition des textures : sable à sable argileux (moins de 10 % d'argile), puis sable caillouteux au delà de 30-40 cm
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,2 à 1,5 (de A à SC)
- Réserve utile de 30 à 40 mm pour un enracinement de 40 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 6,0 et 7,0 (7,5 et 8,0 après chaulage)
- Calcaire total < 2 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Importantes contraintes liées à la faible profondeur et à la texture plutôt sableuse
- Sol à faible réserve utile avec un enracinement limité à 40 cm

- Pas de risque de tassement
- Profondeur faible, substrat très perméable, ressuyage et réchauffement rapides
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible lors des pluies orageuses
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes **1**

Sol sableux à sablo-argileux, plus ou moins caillouteux, brun, décarbonaté, reposant à 30-40 cm sur un sable caillouteux gris jaunâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole limité à une utilisation prairiale ou des cultures spéciales irriguées (ex. : asperges...)
- Une irrigation est possible en été à partir de la nappe phréatique. Pour éviter le risque de lessivage, le volume d'eau apporté à chaque passage ne doit pas excéder la moitié de la RU. Privilégier un matériel permettant d'apporter de faibles quantités d'eau

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

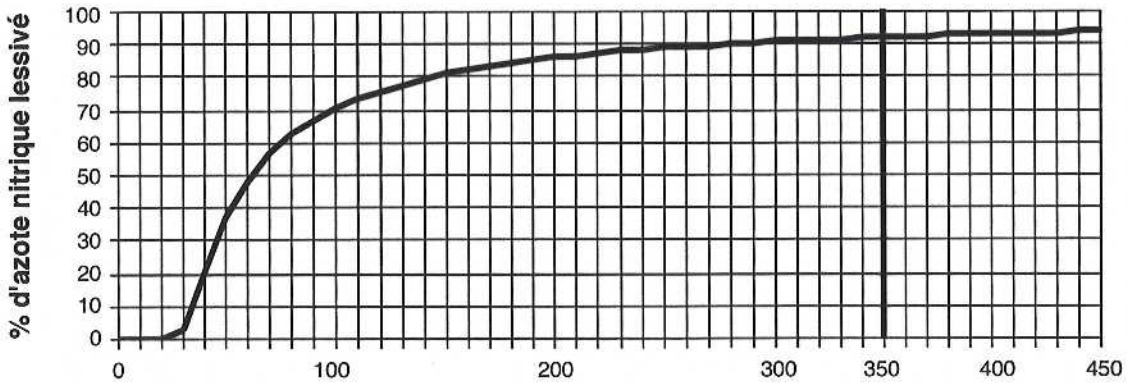
Fertilisation

- Sol saturé en bases (après chaulage), mais naturellement plutôt acide ; amendement basique indispensable
- Contrôler régulièrement le taux de matière organique
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU et d'un risque très élevé de lessivage des nitrates.
- Le contrôle du pH est indispensable.
- Les sous-produits organiques riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains sous réserve de respecter le calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique de ces sols.

Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond, sain, sur alluvions anciennes **2**

Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm, sur un sable d'abord beige clair, puis rosâtre à 70 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4
Classification CPCS : Sol brun acide
Classification RP : Alocrisol pachique issu d'alluvions anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

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

Mise en valeur actuelle :
Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : environ 10 %

Ces sols sableux et filtrants situés à proximité de Haguenau sont irrigués

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Région de Haguenau et forêt du Mundat
- ***Position topographique :***
  Terrasse alluviale d'altitude 120 à 150 m
- ***Matériau :***
  Sableux beige foncé à rosâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun jaunâtre, peu ou pas de galets épars
au toucher (surface) :		- Texture de surface à sable grossier
à la pissette (HCl) :		- Pas d'effervescence à l'acide sur tout le profil
à la tarière :		- Sol profond (> 1 m) ; texture sableuse, sablo-argileuse gris rosâtre en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond, sain, sur alluvions anciennes

2

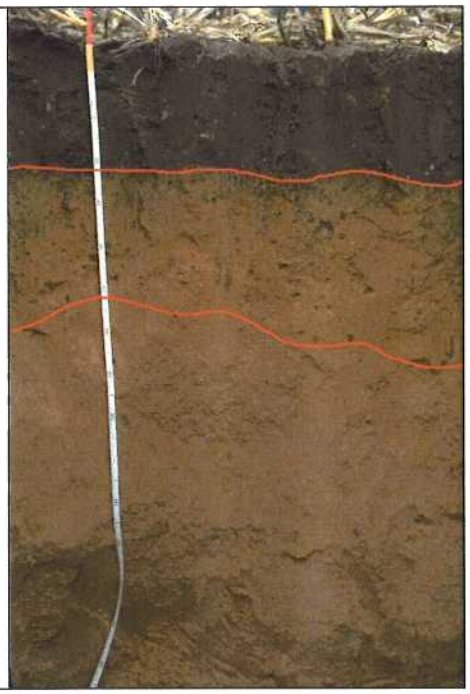
Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm, sur un sable d'abord beige clair, puis rosâtre à 70 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1993 - Parcelle de maïs

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

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Sable, brun (10 YR 32), non calcaire, structure particulaire (2 mm), peu compact, friable. Nombreuses racines. Quelques galets.

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

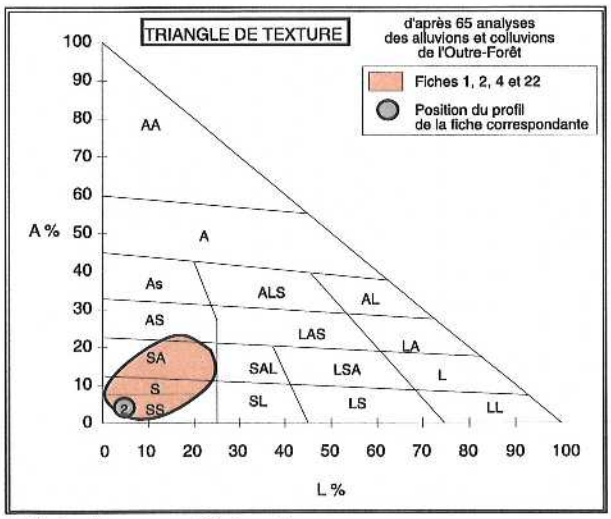
Horizon C (70-160 cm) - Sable, rosâtre (7,5 YR 68), non calcaire, structure particulaire (2 mm), peu compact, friable. Pas de racines. Quelques galets.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
13,6	0	-	706	177	6,2	5,3	2,5	0,84	0,40	0,03	5,8	66
6,3	0	-	61	-	6,3	5,1	0,7	0,25	0,19	0,06	1,7	72
-	0	-	19	-	6,0	5,1	0,2	0,05	0,04	0,06	0,5	67



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 2
Sable, acide, profond, sain, sur alluvions anciennes

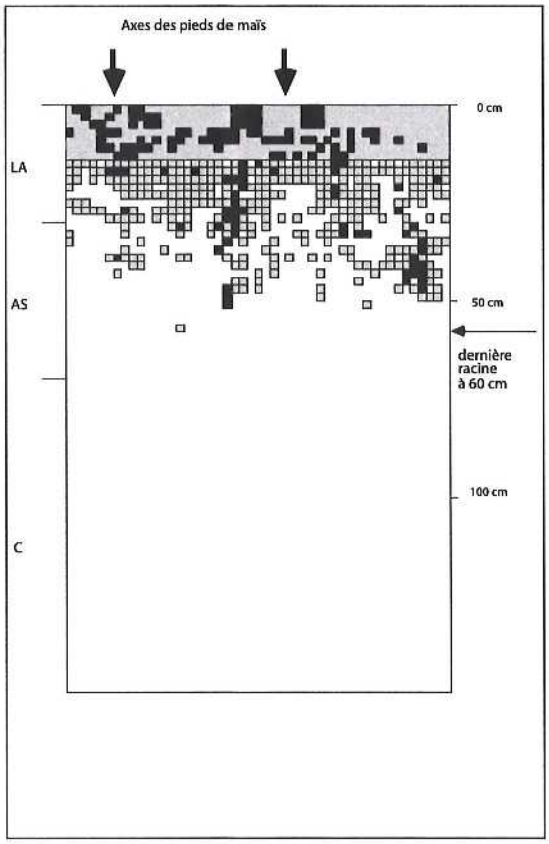
Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm, sur un sable d'abord beige clair, puis rosâtre à 70 cm.

Enracinement du maïs

Schirrhein. Octobre 1993.

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

Enracinement limité à 50 cm de profondeur, très sporadique au delà, du fait d'une texture à sable grossier limitant la réserve utile.



Variabilité du sol

Sol assez homogène sur de grandes surfaces. Localement, excès d'eau lié à un horizon plus argileux vers 100-120 cm.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus), quelques galets épars (< 5 %)
- Superposition des textures : sable jusqu'à 100-120 cm (moins de 10 % d'argile), sable argileux (10 à 20 % d'argile) au delà
- Indice de battance limité (R < 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à C)
- Réserve utile de 50 à 80 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 5,5-6,5 en surface ; de 6,5 à 7,5 après amendement
- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé après chaulage

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée (faible réserve utile)
- Enracinement limité par la texture à sable grossier et localement par un horizon sablo-argileux vers 100-120 cm de profondeur
- Profondeur importante (plus de 100 cm le plus souvent)
- Forte porosité favorisant une infiltration très rapide
- Pas de risque de tassement
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond, sain, sur alluvions anciennes

2

Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm, sur un sable d'abord beige clair, puis rosâtre à 70 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole limité à des cultures spéciales irriguées
- Une irrigation est possible en été à partir de la nappe phréatique. Pour éviter le risque de lessivage, le volume d'eau apporté à chaque passage ne doit pas excéder la moitié de la RU. Privilégier un matériel permettant d'apporter de faibles quantités d'eau

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

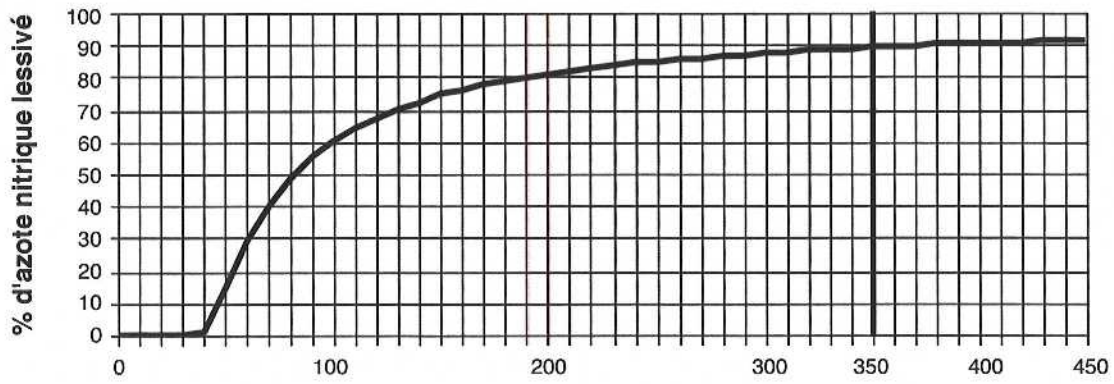
Fertilisation

- Sol saturé en bases (après chaulage), mais naturellement plutôt acide ; amendement basique indispensable
- Contrôler régulièrement le taux de matière organique
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU et d'un risque très élevé de lessivage des nitrates.
- Le contrôle du pH est indispensable.
- Les sous-produits organiques riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains sous réserve de respecter le calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique de ces sols.

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes

3

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux beige jaunâtre à 35 cm, reposant à 60 cm sur un sable argileux gris-jaunâtre devenant sablo-caillouteux et rougeâtre orangé à 100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.5
Classification CPCS : Sol hydromorphe à pseudogley
Classification RP : Fluviosol rédoxique issu d'alluvions anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les formations sablo-argileuses à argilo-sableuses du Pliocène de Haguenau, et sur les alluvions anciennes en bordure des vallées de la Sauer, du Seltzbach et de la Lauter. Ces formations correspondent à des dépôts alluviaux anciens des rivières vosgiennes ; ils sont constitués de dépôts sableux, sablo-argileux d'origine gréseuse et de lentilles d'argile. Ce sol est marqué par un niveau plus argileux vers 60-80 cm de profondeur et par une hydromorphie intense.

Mise en valeur actuelle :
Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : 4 à 5 %

Les sols de ces vallées humides conservent une occupation prairiale majoritaire

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :*** Région de Haguenau, vallées de la Sauer, du Seltzbach et de la Lauter
- ***Position topographique :*** Terrasses et levées alluviales, légères dépressions
- ***Matériau :*** Sablo-argileux beige foncé à argileux grisâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun jaunâtre
au toucher (surface) :		- Texture de surface limono-sablo-argileuse à sablo-argileuse
à la pissette (HCl) :		- Pas d'effervescence à l'acide sur tout le profil
à la tarière :		- Sol profond (> 1 m) ; texture sablo-argileuse à argilo-sableuse grisâtre en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes

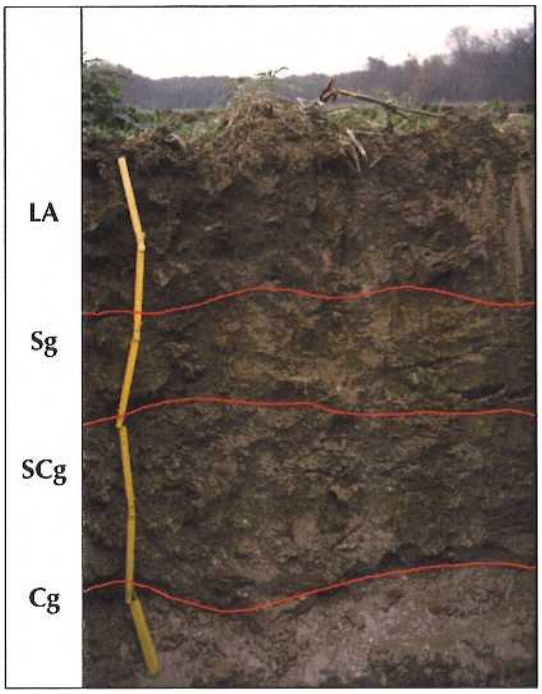
3

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux beige jaunâtre à 35 cm, reposant à 60 cm sur un sable argileux gris-jaunâtre devenant sablo-caillouteux et rougeâtre orangé à 100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de prairie

Niederlauterbach : X = 1022,0 - Y = 2457,7 Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon sablo-argileux, brun (10 YR 33), non calcaire, structure grumeleuse (5 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon Sg (35-60 cm) - Limon argilo-sableux, brun jaunâtre (7,5 YR 44), non calcaire, structure prismatique nette (50-100 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Nombreuses taches rouille.

Horizon SCg (60-95 cm) - Sable argileux, gris jaunâtre (7,5 YR 53), non calcaire, structure prismatique nette (200-500 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines. Nombreuses taches gris-rouille.

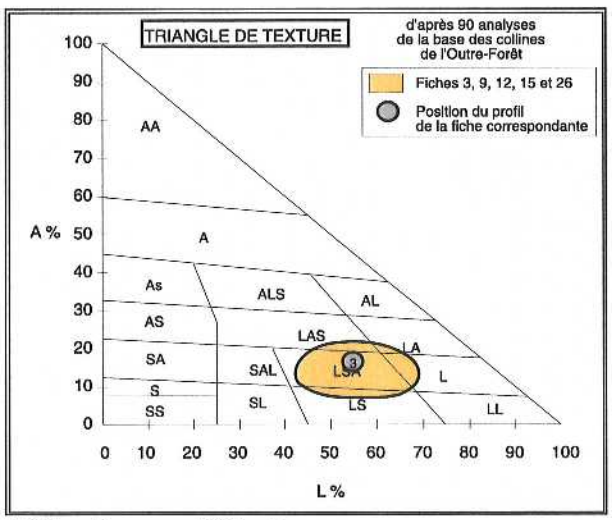
Horizon Cg (> 95 cm) - Sable caillouteux, rougeâtre orangé (5 YR 56), structure particulaire. Pas de racines. Nombreuses taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LA	13,5	11,8	33,8	20,7	16,9	3,1
35-60	Sg	10,8	10,1	30,3	24,7	22,3	1,5
60-95	SCg	42,6	15,6	12,6	12,1	15,6	1,2
> 95	Cg	93,4	3,1	0,7	0,5	1,7	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,3	0	0	250	41	6,2	5,3	13,2	1,34	0,14	0,04	12,5	sat
7,8	0	0	130	-	6,9	5,9	15,1	1,59	0,21	0,05	12,7	sat
7,9	0	0	27	-	7,8	6,8	13,7	1,44	0,14	0,03	10,7	sat
6,9	0	0	< 10	-	8,9	8,9	2,5	0,10	0,02	0,02	1,0	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 3
Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux beige jaunâtre à 35 cm, reposant à 60 cm sur un sable argileux gris-jaunâtre devenant sablo-caillouteux et rougeâtre orangé à 100 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond, limité par l'excès d'eau (60-80 cm).

Variabilité du sol

Texture du sol variable en surface selon le type d'apports de l'amont.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon sablo-argileux jusqu'à 50-70 cm (moins de 20 % d'argile), argile sableuse à argile à 80-120 cm (35 à plus de 45 % d'argile)
- Indice de battance limité (R < 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LA à S)
- Réserve utile de 120 à 150 mm pour un enracinement de 70-90 cm
- Classe d'hydromorphie : H3 à H3+
- pH compris entre 5,5-6,5 en surface ; de 6,5 à 7,5 en profondeur
- Absence de calcaire total (sauf localement en profondeur), mais complexe adsorbant saturé après chaulage

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Enracinement limité par la texture plus argileuse vers 60-80 cm de profondeur
- Profondeur importante (plus de 100 cm le plus souvent), forte porosité de surface favorisant une infiltration très rapide jusqu'au plancher argileux où l'eau stagne
- Pas de risque de tassement
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes

3

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux beige jaunâtre à 35 cm, reposant à 60 cm sur un sable argileux gris-jaunâtre devenant sablo-caillouteux et rougeâtre orangé à 100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole de type prairial ou cultures de maïs
- Amélioration possible dans certains cas par drainage, mais avec une faible valeur ajoutée. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions, mais difficulté d'entrée dans les terres au printemps

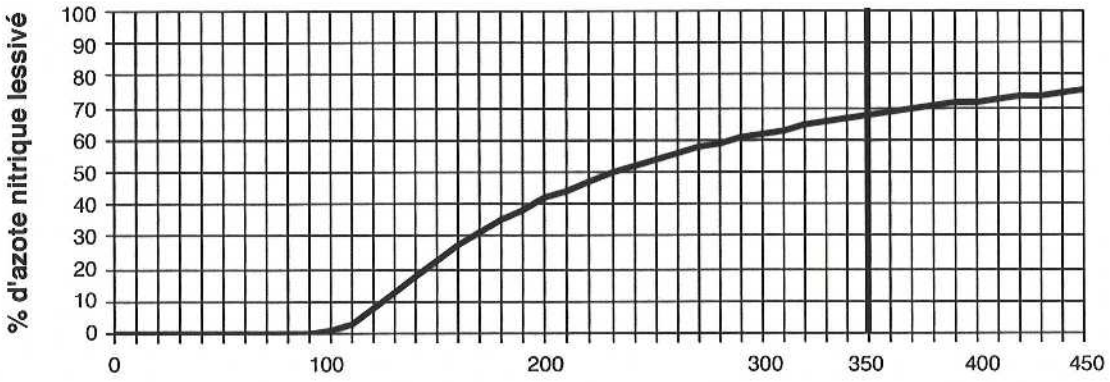
Fertilisation

- Sol saturé en bases (après chaulage), mais naturellement plutôt acide ; amendement basique indispensable
- Contrôler régulièrement le taux de matière organique
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

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

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes **4**

Sol sableux à sablo-limoneux, brun, décarbonaté, puis beige à beige jaunâtre à 30 cm, reposant vers 100 cm sur un limon argilo-sableux jaunâtre gris-rouille surmontant un sable blanc-jaunâtre vers 150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol lessivé hydromorphe planosolique
Classification RP : Fluviosol luvique rédoxique issu d'alluvions anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

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

Mise en valeur actuelle :
Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : 1 à 2 %

Malgré une texture sableuse sur près d'1 m, le niveau argileux sous jacent conduit à la présence d'une nappe perchée dans ces sols

CRITERES DE RECONNAISSANCE

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

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

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

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun rosâtre
au toucher (surface) :	- Texture de surface sableuse puis limono-argilo-sableuse
à la pissette (HCl) :	- Pas d'effervescence à l'acide sur tout le profil
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture sableuse à sablo-argileuse, taché d'ocre et de noir à 40 cm, bariolé gris bleu rouille à 70-90 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes

4

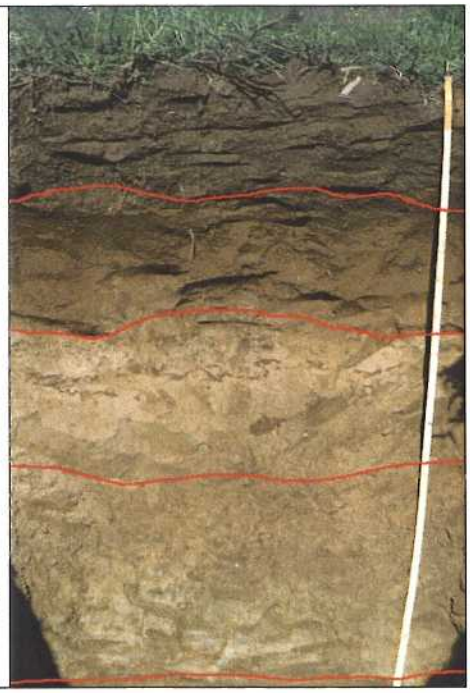
Sol sableux à sablo-limoneux, brun, décarbonaté, puis beige à beige jaunâtre à 30 cm, reposant vers 100 cm sur un limon argilo-sableux jaunâtre gris-rouille surmontant un sable blanc-jaunâtre vers 150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle en jachère

Niederroedern : X = 1019,6 - Y = 2449,5

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Sable, brun (10 YR 32), non calcaire, structure polyédrique (10-20 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon AE (30-65 cm) - Sable, beige (10 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (10-20 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon Eg (65-100 cm) - Sable, beige jaune orangé (10 YR 64), non calcaire, structure particulaire (2 mm), meuble, friable. Peu de racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon BTg (100-160 cm) - Limon argilo-sableux, jaune gris-rouille (2,5 Y 68), non calcaire, structure prismatique (50 mm), compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

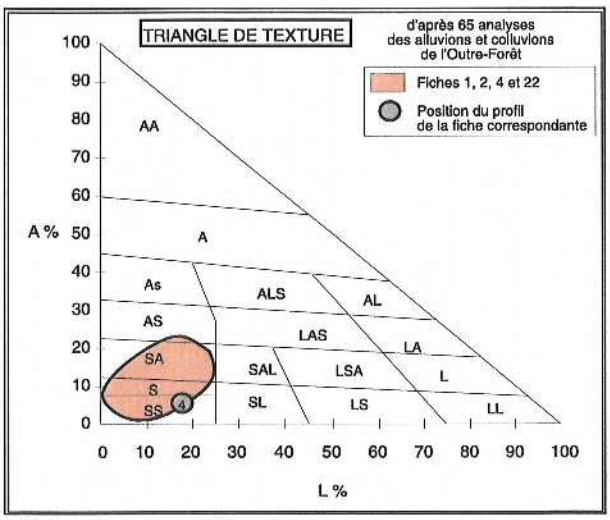
Horizon C (> 160 cm) - Sable, jaunâtre rouille (7,5 YR 64), structure particulaire, meuble, friable. Pas de racines. Rares taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	62,6	12,8	9,4	7,8	5,8	1,5
30-65	AE	72,1	13,8	5,5	5,8	2,7	0,2
65-100	Eg	81,6	15,2	2,2	0,9	0	0
100-160	BTg	15,3	5,1	30,0	28,6	20,8	0,2
> 160	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,0	0	0	240	270	7,5	-	7,9	0,35	0,32	0,02	3,5	sat
5,6	0	0	140	-	6,7	-	0,9	0,25	0,17	0,03	1,4	98
1,4	0	0	10	-	7,1	-	0,4	0,05	0,06	0,03	0,5	sat
4,2	0	0	410	-	6,8	-	7,5	1,04	0,62	0,03	8,8	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes

4

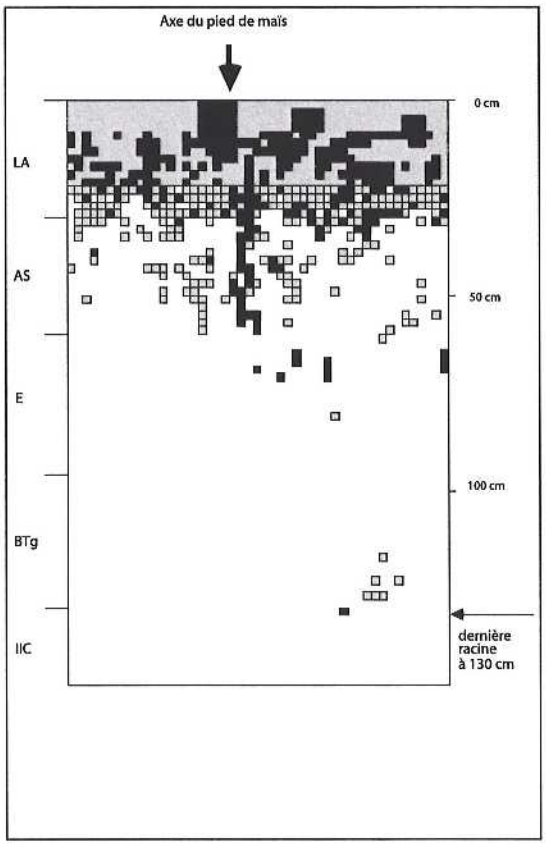
Sol sableux à sablo-limoneux, brun, décarbonaté, puis beige à beige jaunâtre à 30 cm, reposant vers 100 cm sur un limon argilo-sableux jaunâtre gris-rouille surmontant un sable blanc-jaunâtre vers 150 cm.

Enracinement du maïs

Weitbruch. Octobre 1993.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol analogue proche de la petite région.

Enracinement limité à 60-80 cm de profondeur par un niveau plus argileux, très sporadique au delà.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : sable en surface (moins de 10 % d'argile) puis limon argilo-sableux (10 à 20 % d'argile) au-delà de 40-50 cm
- Indice de battance limité (R < 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,3 à 1,6 (de LA à BTg)
- Réserve utile de 70-80 mm pour un enracinement généralement limité à 80 cm
- Classe d'hydromorphie : H3/3+
- pH compris entre 5,5-6,5 en surface sans intervention ; de 6,0 à 7,0 après amendement
- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'excès d'eau et la compacité des horizons à partir de 40-60 cm de profondeur
- Difficultés d'entrée dans les parcelles au printemps ; engorgement marqué en période pluvieuse
- Pas de risques de tassement
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes

4

Sol sableux à sablo-limoneux, brun, décarbonaté, puis beige à beige jaunâtre à 30 cm, reposant vers 100 cm sur un limon argilo-sableux jaunâtre gris-rouille surmontant un sable blanc-jaunâtre vers 150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole de type prairial ou cultures de maïs
- Amélioration possible dans certains cas par drainage, mais avec une faible valeur ajoutée
- Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions, mais difficulté d'entrée dans les terres au printemps

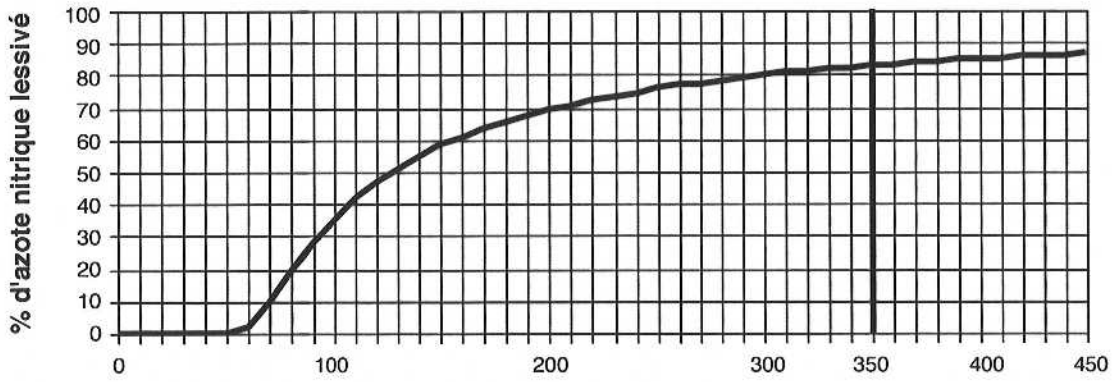
Fertilisation

- Sol saturé en bases (après chaulage), mais naturellement plutôt acide ; amendement basique indispensable
- Contrôler régulièrement le taux de matière organique
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

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

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes

5

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, reposant à 40 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.2 (variante à définir proche de 17.3)
Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe à gley oxydé
Classification RP : Fluviosol-Rédoxisol issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les plaines alluviales inondables de la Moder, de la Sauer et du Seltzbach. Les alluvions récentes sont argileuses à argilo-sableuses. Comme les sols de la fiche 6 avec lesquels ils se trouvent en mosaïque au sein des parcelles agricoles, ils présentent un taux d'argile élevé (35 à près de 60 % d'argile) et ils sont d'autant plus hydromorphes qu'ils se rapprochent du centre des cuvettes alluviales.

Mise en valeur actuelle :
Prairies de fauche, maïs, jachères et bois

Etendue estimée : 7 à 8 %

Ces sols humides de plaine sont souvent associés à la pâture des bovins

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Vallées d'origine vosgienne

- ***Position topographique :***
  Cuvettes alluviales

- ***Matériau :***
  Argileux à argilo-sableux

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun foncé
au toucher (surface) :		- Texture de surface argileuse à argilo-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Pas d'effervescence à l'acide sur tout le profil
à la tarière :		- Sol profond (> 1 m) ; texture argileuse à argilo-sableuse, taché d'ocre et gris à 40-60 cm, bariolé gris bleu rouille à 80-100 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes

5

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, reposant à 40 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en jachère

Betschdorf : X = 1005,4 - Y = 2447,3

Profil typique

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-20 cm) - Argile limono-sableuse, brun (10 YR 42), non calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon Go (20-40 cm) - Argile limono-sableuse, gris rouille (4 10 Y), non calcaire, structure prismatique nette (100 mm), compact, non friable. Nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines

Horizon IIC1g (40-100 cm) - Sable, gris jaunâtre rouille (7,5 YR 64), non calcaire, structure particulaire, meuble, friable. Nombreuses taches rouille. Pas de racines.

Horizon IIC2g (100-140 cm) - Sable argileux, gris rouille (7,5 YR 46), non calcaire, structure particulaire, meuble, friable. Nombreuses taches rouille. Pas de racines.

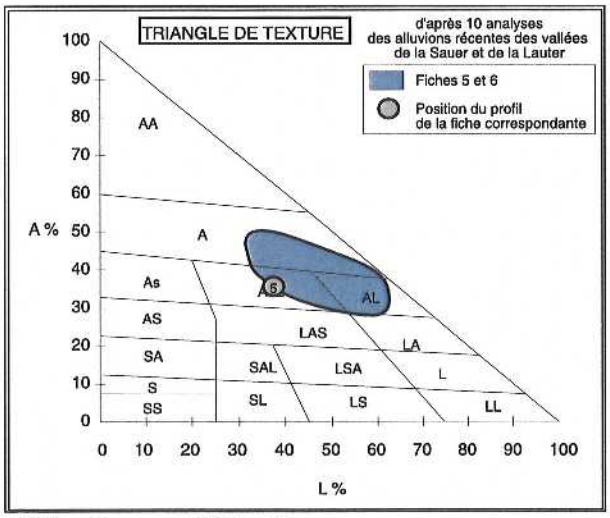
Horizon IIICDg (> 140 cm) - Sable caillouteux, grisâtre, structure particulaire. Nombreuses taches rouille. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	LA	12,4	5,5	10,2	29,6	37,5	4,8
20-40	Go	17,7	4,0	5,3	31,3	39,9	1,6
40-100	IIC1g	71,3	17,5	4,5	3,0	3,4	0,2
100-140	IIC2g	64,2	11,4	3,6	5,8	14,6	0,1
> 140	IIICDg	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0	0	450	120	6,4	5,4	20,3	3,22	0,51	0,06	21,4	sat
8,1	0	0	< 10	-	7,0	5,7	20,0	3,03	0,36	0,08	17,2	sat
4,3	0	0	12	-	8,1	7,6	2,6	0,22	0,04	0,02	1,6	sat
3,0	0	0	14	-	7,8	6,8	7,9	2,18	0,16	0,04	7,0	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes

5

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, reposant à 40 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond, limité par l'hydromorphie et le niveau de nappe (60-80 cm)

Variabilité du sol

Epaisseur et profondeur d'apparition des horizons de gley très variable.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : argile en surface (35 à 60 % d'argile) à argile sableuse et sable argileux (15 à 25 % d'argile) au-delà de 40-60 cm
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de LA à Cg)
- Réserve utile de 100 mm pour un enracinement limité à 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H3 à H3+
- pH compris entre 6,0 et 7,0 en surface sans intervention, > 7,5 en profondeur (50-100 cm)
- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Texture de surface lourde à très lourde
- Réserve utile limitée, du fait de la texture et de l'excès d'eau, mais compensée par les remontées capillaires en été. Nappe observée vers 150 cm en automne
- Risques d'inondation en hiver et au printemps
- Risques de tassement très limités
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes

5

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, reposant à 40 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole de type prairial ou cultures de maïs
- Difficulté de maîtriser le niveau de la nappe phréatique

Praticabilité et travail du sol

- Difficultés de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Sol lourd, difficile à travailler ; remontées de nappe au printemps et submersion dans certains secteurs en période pluvieuse

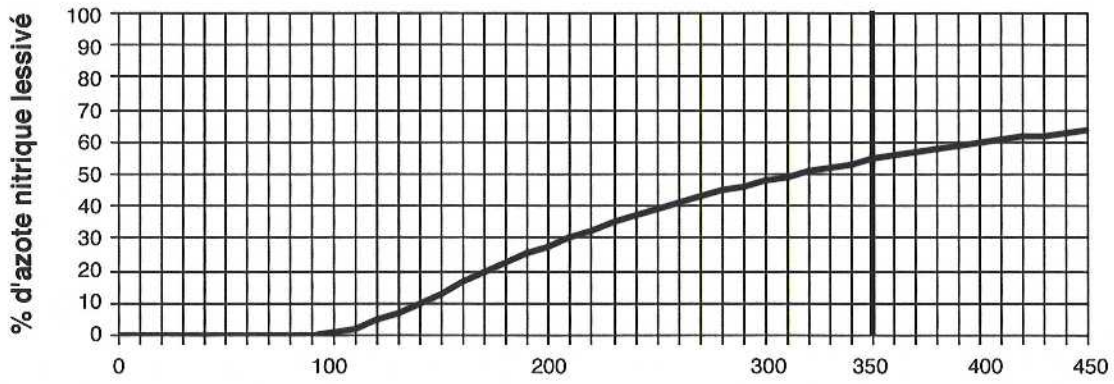
Fertilisation

- Sol saturé en bases (après chaulage), mais naturellement plutôt acide ; amendement basique indispensable
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant du fait de l'excès d'eau, des risques d'inondation et du risque élevé de lessivage des nitrates
- Le contrôle du pH est indispensable

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes

6

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, gris-bleuté à 50 cm, reposant à 70 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.2
Classification CPCS : Sol alluvial hydromorphe à gley réduit
Classification RP : Fluviosol-Réductisol issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les plaines alluviales inondables de la Moder, de la Sauer et du Seltzbach. Les alluvions récentes sont argileuses à argilo-sableuses. Comme les sols de la fiche 5 avec lesquels ils se trouvent en mosaïque au sein des parcelles agricoles, ces sols présentent un taux d'argile élevé (35 à près de 60 % d'argile) ; ils sont plus hydromorphes que les précédents car situés au centre des cuvettes alluviales.

Mise en valeur actuelle :
Prairies de fauche, maïs, jachères et bois

Etendue estimée : 3 à 4 %

Ces sols sont associés aux zones les plus humides des vallées avec présence d'aulnes, carex et joncs

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Vallées d'origine vosgienne

- ***Position topographique :***
  Centre des cuvettes alluviales

- ***Matériau :***
  Argileux à argilo-sableux

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun foncé
au toucher (surface) :		- Texture de surface argileuse à argilo-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Pas d'effervescence à l'acide sur tout le profil
à la tarière :		- Sol profond (> 1 m) ; argileux à argilo-sableux, taché d'ocre et gris à 40 cm, gris bleu à 50-80 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 6
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes

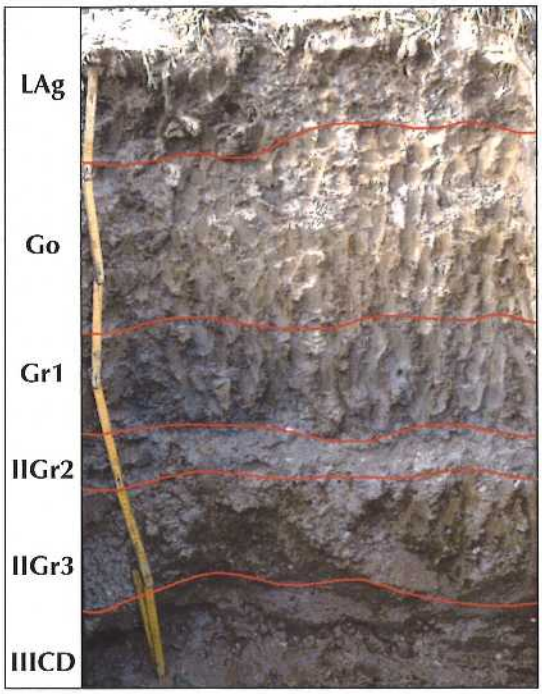
Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, gris-bleuté à 50 cm, reposant à 70 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en jachère

Betschdorf : X = 1005,4 - Y = 2447,3

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAg (0-20 cm) - Argile limono-sableuse, brun (2,5 YR 42), structure polyédrique (50 mm), peu compact, non plastique. Quelques taches rouille. Nombreuses racines.

Horizon Go (20-50 cm) - Argile limono-sableuse, beige gris rouille (2,5 Y 62), structure prismatique nette (200 mm), compact, plastique. Nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines.

Horizon Gr1 (50-70 cm) - Argile limono-sableuse, grisâtre bleuté (5 GY 5), structure prismatique nette (500 mm), très compact, plastique. Quelques taches rouille. Peu de racines.

Horizon IIGr2 (70-80 cm) - Sable argileux, jaunâtre gris bleuté (5 Y 52), structure particulaire, meuble, non plastique. Nombreuses taches rouille. Pas de racines.

Horizon IIGr3 (80-100 cm) - Sable argileux, jaunâtre gris bleuté (7,5 YR 62), structure particulaire, meuble, non plastique. Nombreuses taches gris-rouille. Pas de racines.

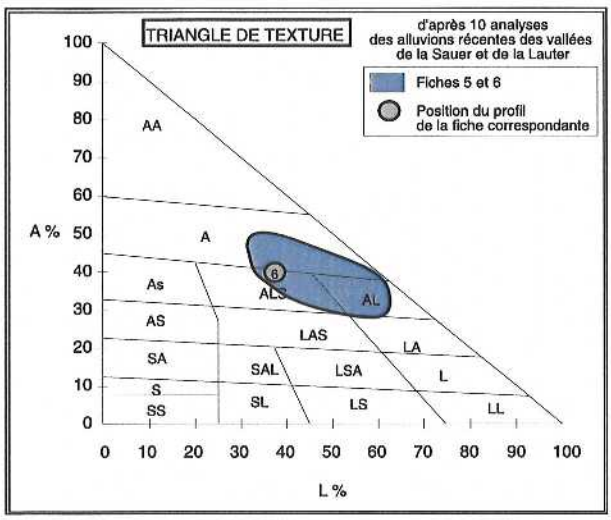
Horizon IIICD (100-140 cm) - Sable, jaunâtre grisé (5 YR 64), structure particulaire, meuble. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	LAg	9,4	5,1	10,4	29,4	40,5	5,0
20-50	Go	5,0	5,5	11,9	33,8	42,5	1,0
50-70	Gr1	6,3	8,3	13,3	33,3	38,4	0,7
70-80	IIGr2	56,3	12,7	5,1	10,3	15,0	0,4
80-100	IIGr3	49,7	10,0	6,1	11,7	22,1	0,2
100-140	IIICD	88,1	6,2	1,0	0,9	3,5	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,3	0	0	280	69	6,8	5,7	23,9	3,82	0,51	0,07	23,2	sat
7,6	0	0	< 10	-	7,1	5,9	21,2	5,26	0,36	0,09	17,7	sat
7,0	0	0	< 10	-	7,2	5,6	18,3	5,75	0,36	0,09	17,4	sat
6,9	0	0	< 10	-	7,3	5,9	7,2	2,13	0,16	0,04	6,9	sat
4,6	0	0	< 10	-	7,4	6,4	11,3	3,47	0,19	0,05	10,7	sat
3,0	0	0	< 10	-	7,9	6,6	4,9	0,64	0,04	0,03	1,9	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes

6

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, gris-bleuté à 50 cm, reposant à 70 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond, limité par l'hydromorphie et le niveau de nappe (60-80 cm)

Variabilité du sol

Epaisseur et profondeur d'apparition des horizons de gley très variable.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : argile en surface (35 à 60 % d'argile) à argile sableuse et sable argileux (20 à 45 % d'argile) au-delà de 40-60 cm
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,3 à 1,7 (de LA à Cg)
- Réserve utile de 120 mm pour un enracinement limité à 70 cm par le gley
- Classe d'hydromorphie : H3+ à H4
- pH compris entre 6,0 et 7,0 en surface sans intervention, > 7,5 en profondeur (50-100 cm)
- Absence de calcaire total, mais complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Texture de surface lourde à très lourde
- Réserve utile limitée, du fait de la texture et de l'excès d'eau, mais compensée par les remontées capillaires en été. Nappe observée vers 100-120 cm à l'automne.
- Risques d'inondation en hiver et au printemps
- Risques de tassement limités
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 6
Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes

Sol argilo-limono-sableux, brun, acide, puis gris rouille à 20 cm, gris-bleuté à 50 cm, reposant à 70 cm sur un sable gris-jaunâtre rouille, devenant sablo-argileux puis sablo-caillouteux gris rouille à 100-140 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole de type prairial ou cultures de maïs
- Difficulté de maîtriser le niveau de la nappe phréatique

Praticabilité et travail du sol

- Difficultés de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Sol lourd, difficile à travailler ; remontées de nappe au printemps et submersion dans certains secteurs en période pluvieuse

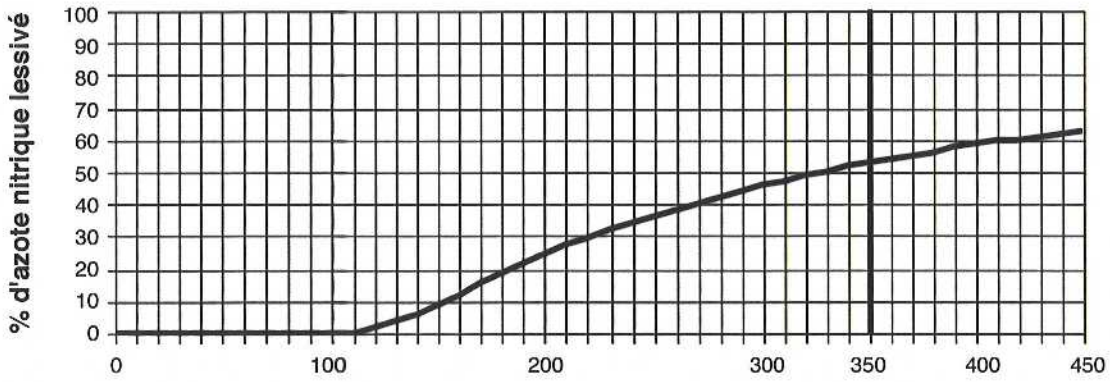
Fertilisation

- Sol saturé en bases (après chaulage), mais naturellement plutôt acide ; amendement basique indispensable
- Au printemps, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 2 fois
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause du fort excès d'eau, du caractère inondable et du risque élevé de lessivage des nitrates
- Le contrôle du pH est nécessaire

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, calcaire, sain, sur loess

7

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

Typologie des sols d'Alsace : code 21.2
Classification CPCS : Sol brun calcaire
Classification RP : Calcosol issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les versants des collines limoneuses en amont de la plaine du Rhin et de la forêt de Haguenau. Ils correspondent en majorité à la partie Sud-Est des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Les sols y sont constamment rajeunis (décapés en surface) par l'érosion hydrique et localement le loess apparaît en surface du sol.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 15 %

Dans ces collines, des talus abrupts rappellent que ces sols sont souvent le résultat d'une érosion anthropique ancienne

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Partie Sud-Est des collines d'Outre-Forêt

- ***Position topographique :***
  Hauts de versants des collines

- ***Matériau :***
  Limoneux calcaire (loess)

à l'oeil (surface) :	- Couleur beige clair à jaunâtre localement
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence forte à l'acide sur tout le profil
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre à moins de 60 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, calcaire, sain, sur loess **7**

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

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle en jachère (ray-grass)

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

Profil typique

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

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

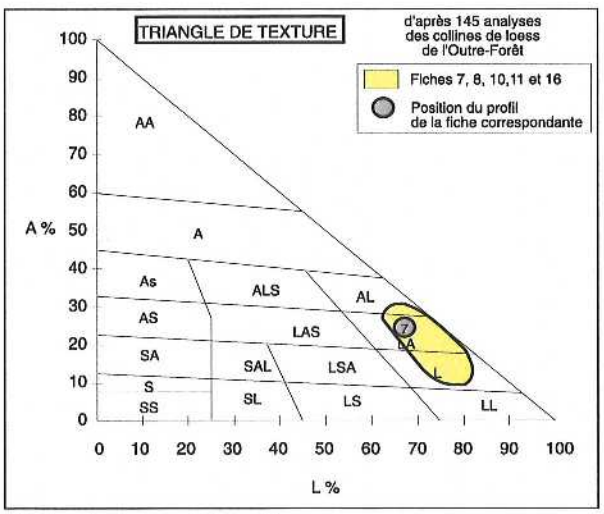
Horizon Cca (50-150 cm) - Limon, jaunâtre (10 YR 76), calcaire, structure continue à éclats anguleux, compact, non friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy. JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,9	-	360	51	8,0	-	25,1	1,39	0,64	0,03	14,1	sat
8,0	16,8	-	40	-	8,4	-	38,2	0,99	0,17	0,02	7,4	sat
6,4	26,0	-	30	-	8,7	-	34,4	0,79	0,11	0,02	4,6	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, calcaire, sain, sur loess
7

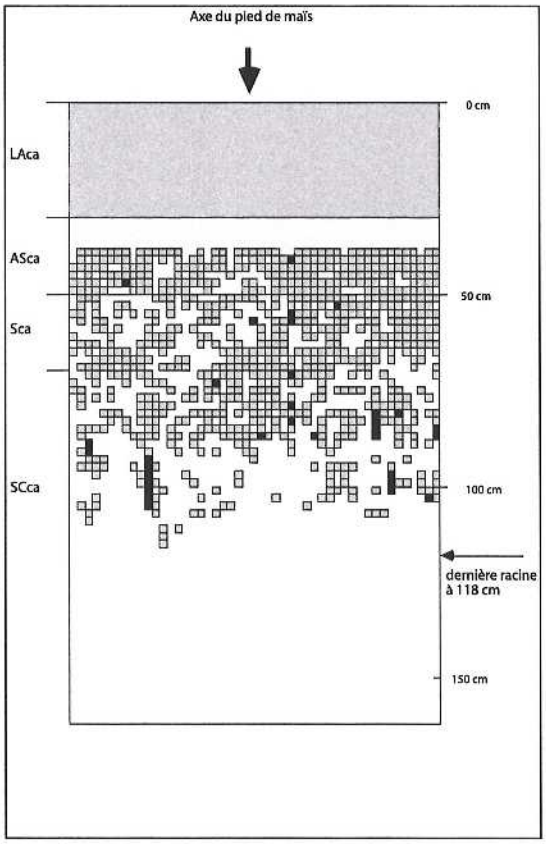
Sol limoneux à faiblement argileux, brun, calcaire, devenant beige clair à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre de 50 à plus de 150 cm.

Enracinement du maïs

Pfettisheim. Octobre 1992.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol analogue proche de la petite région.

Enracinement de 100 cm de profondeur, voire plus.



Variabilité du sol

La profondeur d'apparition du loess peut être variable selon la position dans la pente, de même que la teneur en matières organiques.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (18 à 25 % d'argile) à limon franc (10-12 à 18 % d'argile) au-delà de 40-60 cm
- Indice de battance faible R < 1,4 avec MO > 2 % (cas du profil présenté), R > 1,8 si MO < 1,3 %
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,2 à 1,4 (de LA à Cca)
- Réserve utile de 180 mm pour un enracinement de 100-130 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5 en surface comme en profondeur
- 10 à 30 % de calcaire total, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Sensibilité moyenne au ruissellement et à l'érosion, elle s'élève si MO < 1,3 %
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (MO < 1,8 %)
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, calcaire, sain, sur loess **7**

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

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier

Praticabilité et travail du sol

- Eviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et/ou aménagements)

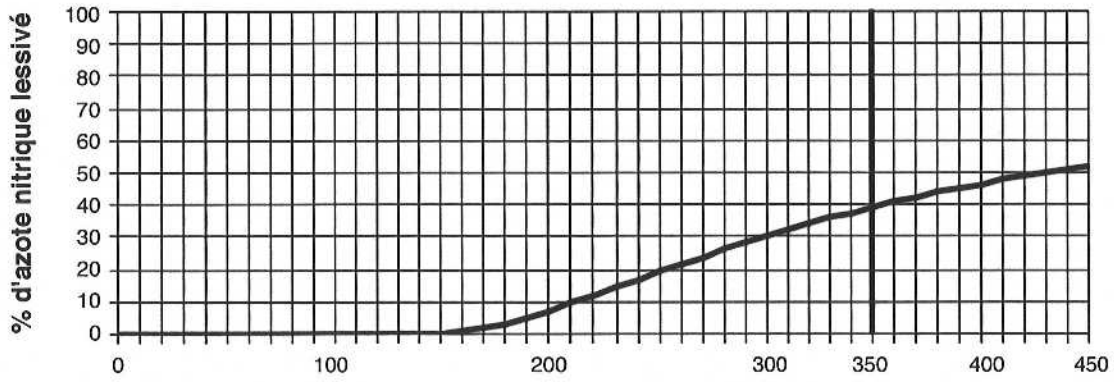
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; pas d'amendement basique à prévoir
- Taux de matières organiques à surveiller
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

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

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess **8**

Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, puis brun rougeâtre à 60 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80-100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.2 (variante à définir)
Classification CPCS : Sol brun calcique à faiblement lessivé
Classification RP : Calcisol à néoluvisol issu de loess

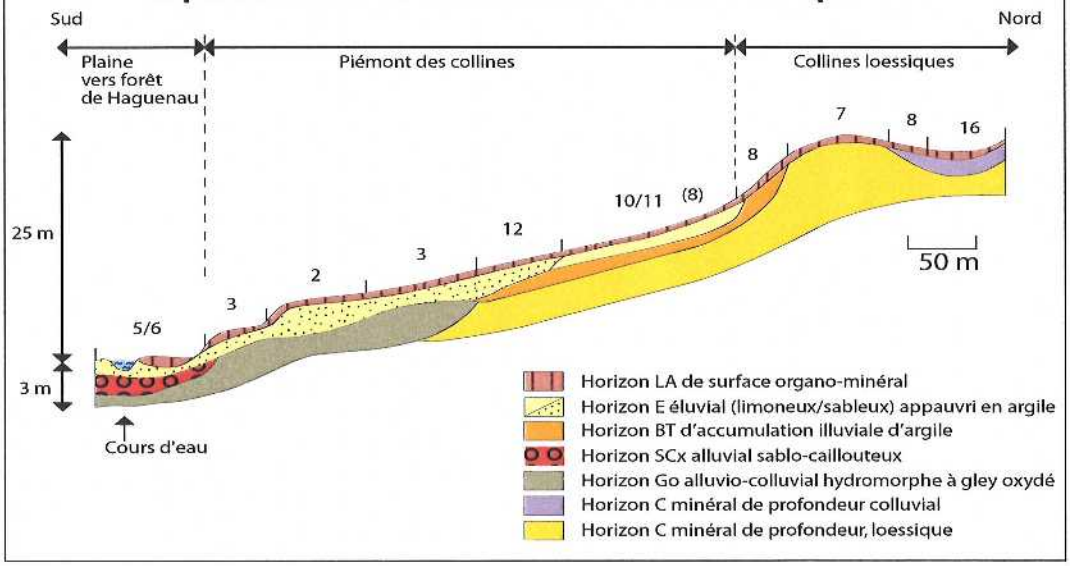
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé majoritairement sur les pentes faibles et sur le sommet des collines limoneuses de la partie Sud-Est de l'Outre-Forêt. Les sols y sont régulièrement décarbonatés ; la profondeur de décarbonatation peut varier de 50 à 80 cm. Lorsque la décarbonatation est plus poussée, elle est associée au lessivage des argiles (fiche 10).

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 5 à 6 %

Répartition des sols dans le secteur de Schaffouse-près-Seltz



Ces sols correspondent aux étendues proches des sommets de collines qui n'ont pas été érodées (ici en amont de Schaffhouse)

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines d'Outre-Forêt situées au Sud-Est de la région

- ***Position topographique :***
  Sommet et pentes faibles des collines

- ***Matériau :***
  Limoneux calcaire (loess)

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Pas d'effervescence à l'acide en surface, forte en profondeur
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre à 80-100 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess **8**

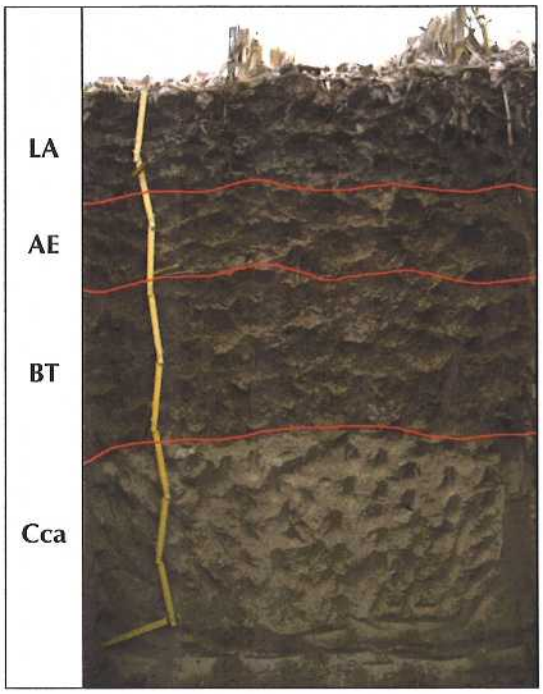
Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, puis brun rougeâtre à 60 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80-100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de blé

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

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

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

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

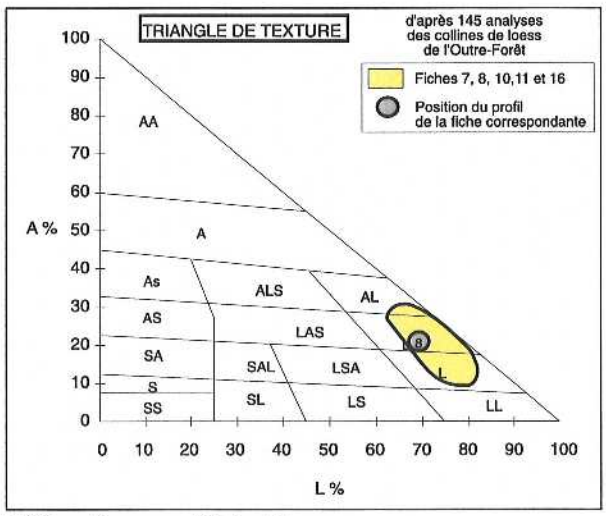
Horizon Cca (105-160 cm) - Limon, jaunâtre (10 YR 64), calcaire, structure continue à éclats anguleux, compact, non friable. Peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,2	0	-	200	120	7,4	6,6	13,1	1,79	0,68	0,03	12,0	sat
6,8	0	-	32	-	7,8	6,5	14,1	1,84	0,28	0,05	11,3	sat
6,5	0	-	27	-	7,5	6,1	16,3	2,38	0,43	0,04	14,2	sat
7,7	22,9	3,4	10	-	8,6	7,9	37,5	1,19	0,13	0,04	5,2	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 8
Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess

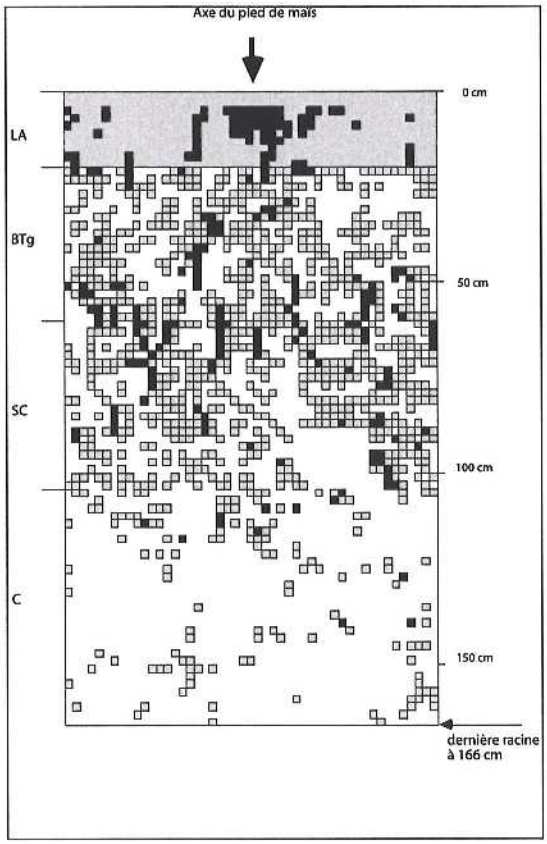
Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, puis brun rougeâtre à 60 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80-100 cm.

Enracinement du maïs

Niederseebach. Octobre 1992.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol analogue dans la petite région.

Enracinement potentiel de 100 cm de profondeur, voire plus.



Variabilité du sol

La profondeur de décarbonatation peut varier de 30-50 à 80-100 cm. Le pH est rarement inférieur à 7,0.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon argileux en surface (24 à 32 % d'argile) sur limon franc (14 à 18 % d'argile) au-delà de 100 cm
- Indice de battance faible à moyen (1,4 < R < 1,6 calculé avec les données du profil type, R > 1,8 si MO < 1,8 %)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de LA à BT)
- Réserve utile de 200 à 240 mm pour un enracinement de 100-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,0 et 7,5
- Moins de 2 % de calcaire total jusqu'à 50-80 cm, 30 % au delà, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (MO < 1,8 %)
- Sensibilité moyenne au ruissellement et à l'érosion, elle s'élève si MO < 1,8 %
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 8
Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess

Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, puis brun rougeâtre à 60 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80-100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier

Praticabilité et travail du sol

- Eviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol, et/ou aménagements)

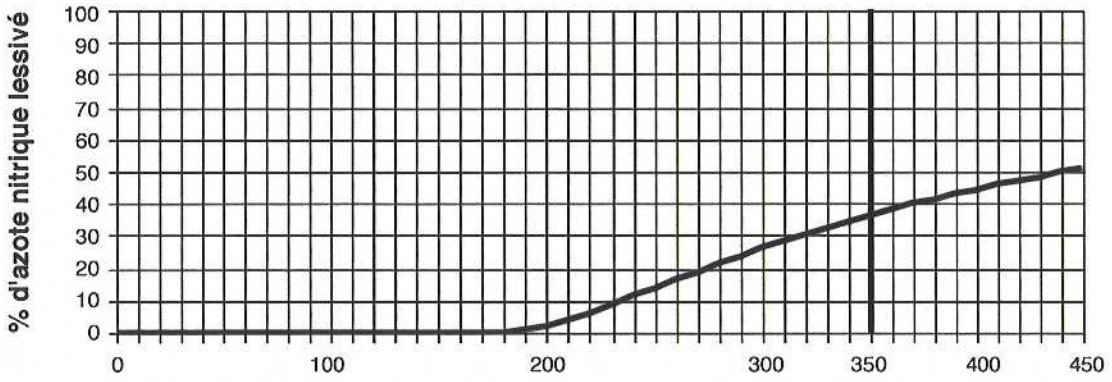
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; pas d'amendement basique à prévoir sauf exception
- Taux de matières organiques à surveiller
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

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

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié

9

Sol limoneux à limono-sableux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, reposant sur un loess limono-sableux beige jaunâtre à partir de 60 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.1 (variante à définir)
Classification CPCS : Sol brun calcique
Classification RP : Calcisol issu de loess remanié

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les bas de versants des collines limoneuses en amont de la plaine du Rhin et de la forêt de Haguenau. Ils correspondent majoritairement aux marges de la partie Sud-Est des collines loessiques de l'Outre-Forêt. Les sols y ont été remaniés par des apports alluviaux et colluviaux sableux.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 1 à 2 %

Des cultures spéciales peuvent occuper ces sols plus légers.

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Marges de la partie Sud-Est des collines d'Outre-Forêt

- ***Position topographique :***
  Bas de versants des collines

- ***Matériau :***
  Limoneux calcaire (loess) plus ou moins sableux

à l'oeil (surface) :	- Couleur beige clair à jaunâtre localement
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-sableuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence généralement forte à l'acide sur tout le profil, parfois absente par place en surface
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-sableuse, limon jaunâtre à moins de 60 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié

9

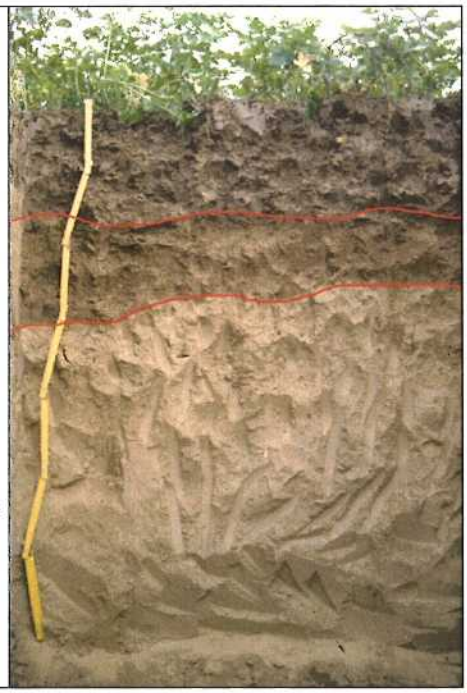
Sol limoneux à limono-sableux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, reposant sur un loess limono-sableux beige jaunâtre à partir de 60 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de blé

Siegen : X = 1022,9 - Y = 2456,6

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAci (0-30 cm) - Limon, brun (10 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (3-5 mm), meuble, non friable. Très nombreuses racines.

Horizon ASci (30-55 cm) - Limon faiblement argileux, beige jaunâtre (10 YR 44), très faiblement calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), peu compact, non friable. Très nombreuses racines.

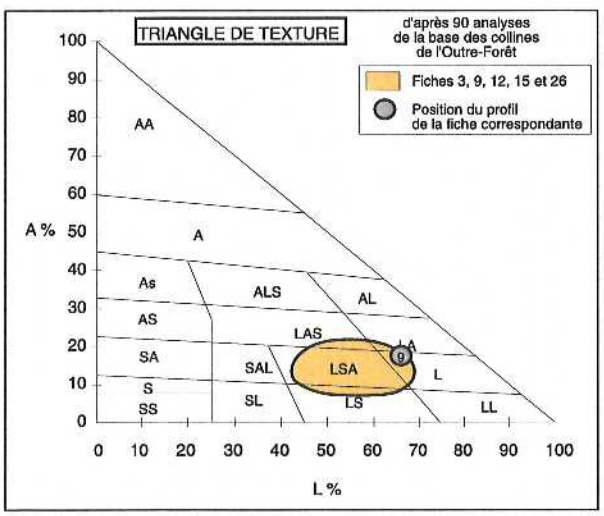
Horizon SCca (55-150 cm) - Limon sableux, jaunâtre (10 YR 64), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, friable. Nombreuses racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAci	4,2	6,7	40,9	27,2	19,1	1,7
30-55	ASci	1,7	4,0	43,5	27,1	23,4	0,6
55-150	SCca	1,2	4,6	55,6	26,4	11,3	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,2	0	-	170	110	7,2	6,3	10,5	1,44	0,53	0,03	9,8	sat
7,2	1,9	-	27	-	8,0	7,1	32,2	1,74	0,26	0,04	9,4	sat
7,8	24,7	4,0	< 10	-	8,7	8,1	38,6	1,09	0,12	0,03	4,5	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié

9

Sol limoneux à limono-sableux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, reposant sur un loess limono-sableux beige jaunâtre à partir de 60 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, sans obstacle particulier (80-100 cm et plus)

Variabilité du sol

Les apports de sable dans ce sol peuvent varier de 10 à plus de 20 %. Il s'agit en général de sable fin. Ils peuvent localement être décarbonatés.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon léger en surface (12 à 18 % d'argile) à limon sableux (10 à 12 % d'argile) au-delà de 40-60 cm
- Indice de battance fort 1,8 < R < 2,8 calculé avec les valeurs du profil type, R < 1,6 si MO ≥ 2,5
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de LAci à SCca)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 7,5 et 8,5 en surface comme en profondeur
- 10 à 30 % de calcaire total en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Sensibilité élevée au ruissellement et à l'érosion, moyenne si MO ≥ 2,5 %
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (MO < 2,5 %)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié

9

Sol limoneux à limono-sableux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux beige clair à 30 cm, reposant sur un loess limono-sableux beige jaunâtre à partir de 60 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier

Praticabilité et travail du sol

- Eviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Nécessité de mettre en place des mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol, et/ou aménagements)

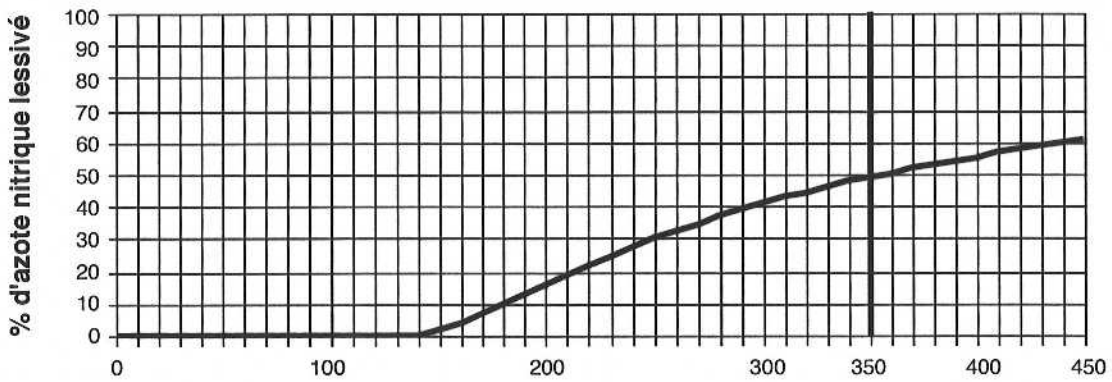
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; pas d'amendement basique à prévoir
- Taux de matières organiques à surveiller
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandange des sous-produits contenant de l'azote disponible.

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 10
Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess

Sol limoneux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux, puis brun rougeâtre à taches gris-rouille entre 50 et 110 cm, reposant sur un lehm-loess gris jaunâtre à partir de 110 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini (proche de 22.4)
Classification CPCS : Sol brun lessivé à pseudogley
Classification RP : Néoluvisol à luvisol rédoxique issu de lehm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les sommets à pente faible ou en zone plane dans de légères dépressions du centre des collines limoneuses de l'Outre-Forêt. Ce sol est souvent associé avec le sol 11 qui l'entoure, mais se révèle moins argileux que ce dernier et décarbonaté plus profondément. Les sols sont décarbonatés en profondeur sur 1 m au strict minimum et souvent sur plus de 1,5 m. La concentration des eaux pluviales a facilité la décarbonatation et entraîné le lessivage des argiles en profondeur.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille,
Cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 10 à 12 %

Sur ces sols limoneux, de nombreuses surfaces sont consacrées à la betterave sucrière

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines d'Outre-Forêt situées au centre de la petite région

- ***Position topographique :***
  Sommets des collines, position plane ou légèrement déprimée

- ***Matériau :***
  Limoneux (lehm-loess)

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Pas d'effervescence à l'acide en surface, parfois forte à plus de 1,5 m
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre calcaire à plus de 100-150 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess **10**

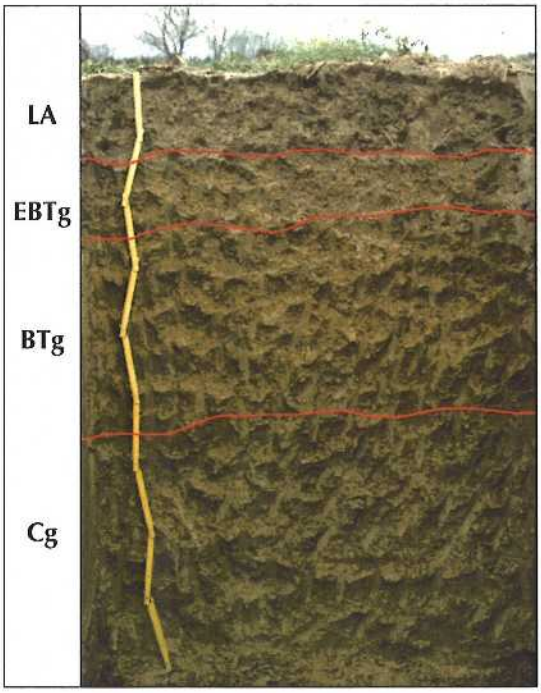
Sol limoneux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux, puis brun rougeâtre à taches gris-rouille entre 50 et 110 cm, reposant sur un lehm-loess gris jaunâtre à partir de 110 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de maïs

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

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

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

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

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

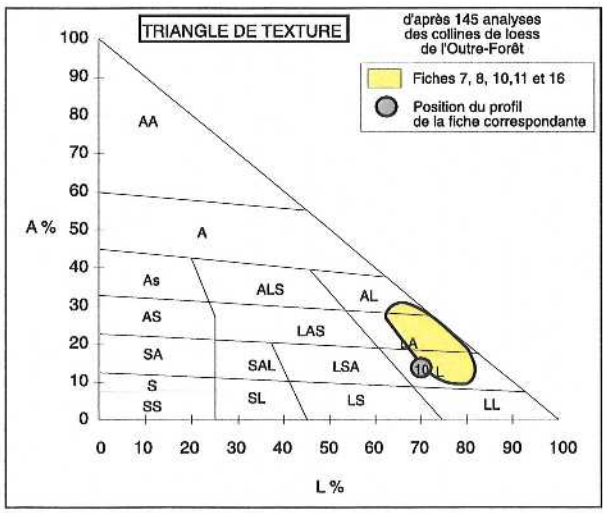
Faiblement calcaire en fond de profil.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0	-	590	200	5,4	4,4	4,3	0,64	0,45	0,02	7,1	76
6,4	0	-	110	-	6,3	4,9	9,1	1,54	0,45	0,04	9,8	sat
6,6	0	-	-	-	7,0	5,5	12,7	1,64	0,23	0,07	10,5	sat
5,6	0	-	-	-	7,1	5,5	10,5	1,39	0,15	0,08	7,8	Sat.



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

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

10

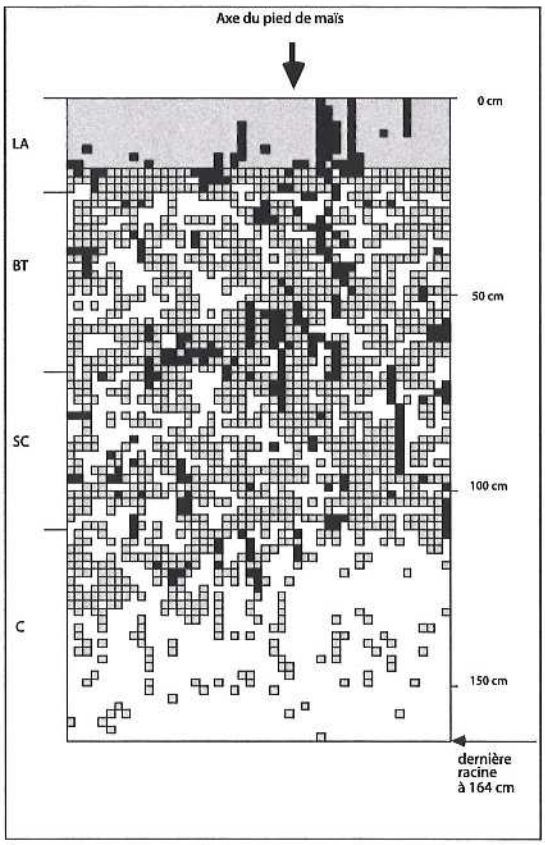
Sol limoneux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux, puis brun rougeâtre à taches gris-rouille entre 50 et 110 cm, reposant sur un lehm-loess gris jaunâtre à partir de 110 cm.

Enracinement du maïs

Rittershoffen. Octobre 1992.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol analogue proche de la petite région.

Enracinement de 100 cm de profondeur, voire plus.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

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

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante ; pas d'obstacle à l'enracinement
- Légère contrainte liée à l'hydromorphie vers 80-100 cm ; ressuyage modéré
- Risques de tassement et de semelle de labour dans presque toutes les parcelles si le taux de matières organiques est inférieur à 2,5-3,0 %
- Sensibilité élevée au ruissellement ; risque de formation de croûtes de battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess **10**

Sol limoneux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux, puis brun rougeâtre à taches gris-rouille entre 50 et 110 cm, reposant sur un lehm-loess gris jaunâtre à partir de 110 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage dans les cas les plus hydromorphes (H3). Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage relativement lent par places au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

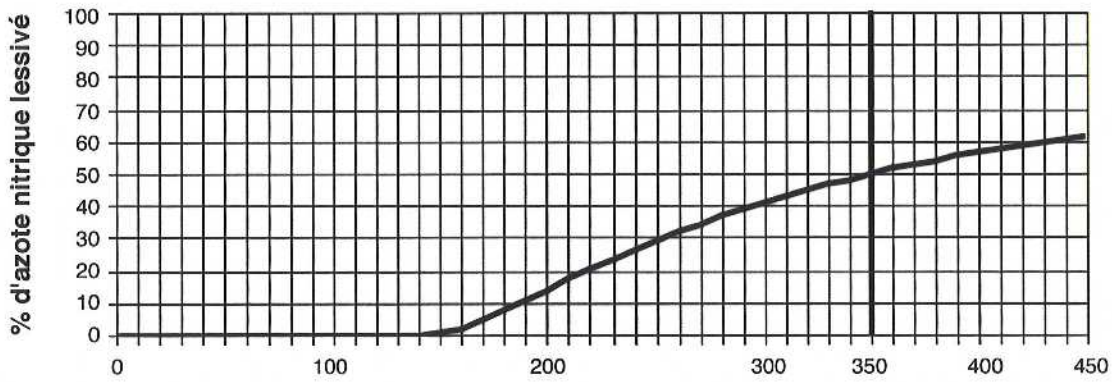
Fertilisation

- Contrôle du pH nécessaire et amendement basique à prévoir si pH < 7,0
- Taux de matières organiques à surveiller constamment ; éviter de passer sous le seuil de 2,5 %
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est nécessaire. Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux, riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

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

11

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux à argilo-limoneux brun rougeâtre à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini (proche de 22.6)
Classification CPCS : Sol brun lessivé érodé à pseudogley
Classification RP : Néoluvisol à luvisol rédoxique érodé issu de lehm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les sommets à pente faible ou en zone plane du centre des collines limoneuses de l'Outre-Forêt. Ce sol est souvent associé avec le sol 10 autour duquel il se trouve, mais se révèle plus argileux et décarbonaté moins profondément. Les sols sont décarbonatés en profondeur sur 70-80 cm environ. La concentration des eaux pluviales a facilité la décarbonatation, entraîné le lessivage des argiles en profondeur et provoqué l'érosion de ce sol du fait de sa position en haut de versant.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille,
Cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 3 à 4 %

Cultivés dans le sens de la pente, ces sols se sont développés après érosion en ravines

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines d'Outre-Forêt situées au centre de la petite région

- ***Position topographique :***
  Hauts de versants des collines, position plane ou légèrement déprimée

- ***Matériau :***
  Limoneux (lehm-loess)

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Pas d'effervescence à l'acide en surface, forte à plus de 1 m
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse à limono-argileuse, limon jaunâtre calcaire à 80-100 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° **11**
Limon argileux à argile limoneuse, hydromorphe, décarbonaté, érodé, sur lehm-loess

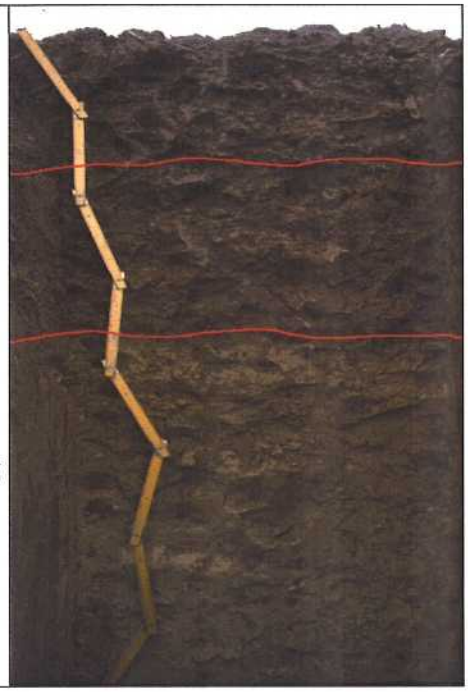
Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux à argilo-limoneux brun rougeâtre à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle de maïs

Eberbach : X = 1020,4 - Y = 2452,3

Profil représentatif d'une variante de l'unité de sol



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), meuble, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon BTg (30-70 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 44), non calcaire, structure polyédrique (10 à 30 mm), peu compact, peu friable. Racines assez nombreuses. Quelques taches rouille et concrétions noires.

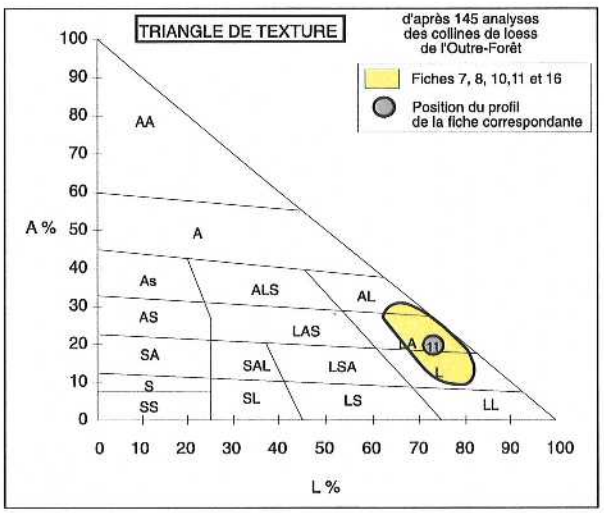
Horizon Ccag (70-150 cm) - Limon, gris jaunâtre rouille (2,5 Y 66), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, peu friable. Pas de racines. Quelques taches rouille et concrétions noires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en % S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	MO en %
0-30	LA	1,0	2,6	42,9	28,8	22,6	2,1
30-70	BTg	0,3	2,0	37,9	29,6	29,5	0,7
70-150	Ccag	1,0	2,5	48,7	32,2	15,4	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg Ca	Mg	K	Na	CEC	S/T en %
8,2	0,4	-	450	40	7,7	-	18,5	1,64	0,77	0,06	13,0	sat
6,4	0,3	-	20	-	7,9	-	17,4	2,18	0,36	0,08	13,2	sat
5,7	20,6	-	10	-	8,5	-	36,5	1,44	0,15	0,05	6,3	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse, hydromporhe, décarbonaté, érodé, sur lehm-loess **11**

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux à argilo-limoneux brun rougeâtre à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement assez profond, sans obstacle particulier (80-100 cm)

Variabilité du sol

La profondeur d'apparition du loess est variable mais au moins supérieure à 80 cm. L'horizon BTg sus-jacent présente toujours une forte teneur en argile et une hydromorphie marquée.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (20 à 24 % d'argile) sur argile limoneuse (30 à 35 % d'argile), puis limon franc (14 à 18 % d'argile) calcaire au-delà de 80-100 cm
- Indice de battance faible $1,4 < R < 1,6$ calculé avec les valeurs du profil type, $R > 1,8$ si $MO \leq 1,6$ %
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (LA) à 1,6 (BTg)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH compris entre 6,0 et 7,5 jusqu'à 1 m sauf pratiques de chaulage
- Présence de calcaire total à partir 80-100 cm (10 à 20 %)

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante ; pas d'obstacle à l'enracinement
- Légère contrainte liée à la texture et à l'hydromorphie vers 70-80 cm ; ressuyage modéré
- Sensibilité au tassement. Sensibilité élevée au ruissellement et à l'érosion si $MO < 1,6$ % ; et risque de formation de croûtes de battance
- Risques de tassement et de semelle de labour dans presque toutes les parcelles si le taux de matières organiques est inférieur à 2,5 %
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse, hydromorphe, décarbonaté, érodé, sur lehm-loess
11

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, devenant limono-argileux à argilo-limoneux brun rougeâtre à 30 cm, reposant sur un loess beige jaunâtre à partir de 80 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage dans les cas les plus hydromorphes (H3). Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle élevée au départ du ruissellement si le taux de matière organique est insuffisant (< 2 %) nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage relativement lent par places au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

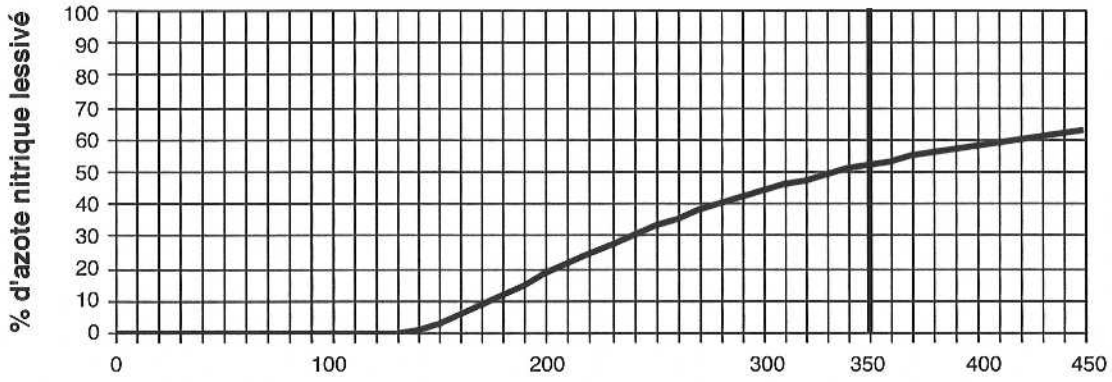
Fertilisation

- Contrôle du pH nécessaire et amendement basique à prévoir si pH < 7,0
- Taux de matières organiques à surveiller constamment
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est nécessaire. Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux, riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sableux, acide, hydromorphe sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié **12**

Sol limono-sableux, brun, acide, devenant sablo-limoneux beige à 30 cm, reposant sur un limon sablo-argileux beige jaunâtre rouille à partir de 100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini (proche de 22.2)
Classification CPCS : Sol brun lessivé à pseudogley
Classification RP : Néoluvisol à luvisol rédoxique issu de lehm-loess remanié

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé principalement sur les ruptures de pentes concaves dans les bas de pente faible ou en zone plane dans la partie des collines limoneuses de l'Outre-Forêt proche du piémont des Vosges gréseuses. On les trouve également sur le bas des pentes concaves des collines limoneuses aux marges de la partie Sud des collines limoneuses de l'Outre-Forêt. Les sols sont décarbonatés sur au moins 1 m de profondeur. La concentration des eaux pluviales a facilité la décarbonatation et entraîné le lessivage des argiles en profondeur.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 2 à 3 %

Ces sols sablonneux situés en bas de pente sont occupés par des cultures plus économes vis-à-vis des besoins en eau

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Marges des collines limoneuses d'Outre-Forêt

- ***Position topographique :***
  Bas de pentes concaves des collines

- ***Matériau :***
  Limoneux (lehm-loess)

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :		- Texture de surface limono-sableuse à sablo-limoneuse
à la pissette (HCl) :		- Pas d'effervescence à l'acide en surface comme en profondeur
à la tarière :		- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-sablo-argileuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sableux, acide, hydromorphe sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié **12**

Sol limono-sableux, brun, acide, devenant sablo-limoneux beige à 30 cm, reposant sur un limon sablo-argileux beige jaunâtre rouille à partir de 100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1992 - Parcelle de maïs

Schaffhouse/Seltz : X = 1020,9 - Y = 2450,2 Profil typique

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon sableux, brun (10 YR 33), non calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon AEg (30-110 cm) - Sable limoneux, beige orangé (7,5 YR 44), non calcaire, structure polyédrique (10 à 30 mm), peu compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille et concrétions noires.

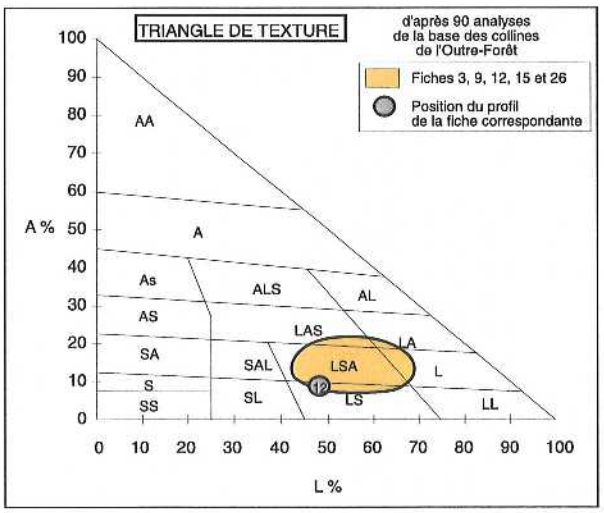
Horizon IIBTg (110-150 cm) - Limon sablo-argileux, gris jaunâtre rouille (7,5 YR 56), non calcaire, structure prismatique à polyédrique subanguleuse, compact, peu friable. Très peu de racines. Nombreuses taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	36,1	8,7	28,8	17,7	7,7	1,1
30-110	AEg	51,3	11,8	17,8	9,5	9,4	0,2
110-150	IIBTg	4,2	4,4	48,4	23,8	19,1	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,2	0	-	451	100	6,3	-	2,9	0,22	0,43	0,02	4,1	85
5,2	0	-	-	-	5,3	-	1,6	0,29	0,24	0,02	2,8	75
3,2	0	-	-	-	5,8	-	7,8	1,37	0,22	0,06	9,3	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sableux, acide, hydromorphe sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié
12

Sol limono-sableux, brun, acide, devenant sablo-limoneux beige à 30 cm, reposant sur un limon sablo-argileux beige jaunâtre rouille à partir de 100 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, malgré un niveau argileux à 80-100 cm.

Variabilité du sol

La texture de surface est variable (LS-SL ou SAL-LSA), et la profondeur d'apparition du niveau plus argileux (LSA-LAS) peut varier de 40 à plus de 80 cm de profondeur.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon sableux à sable limoneux en surface (10 à 12 % d'argile) sur limon sablo-argileux (20 à 25 % d'argile)
- Indice de battance très élevé (R > 2,0), tant que le taux de MO reste inférieur à 2 %
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (LA) à 1,6 (BTg)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH compris entre 5,5 et 7,0 jusqu'à 1 m sauf pratiques de chaulage
- Pas de calcaire total jusqu'à 150 cm et au-delà

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante ; pas d'obstacle à l'enracinement
- Légère contrainte liée à l'hydromorphie vers 50-60 cm ; ressuyage lent
- Sensibilité élevée au ruissellement et à l'érosion dans la quasi-totalité des situations, risque de formation de croûtes de battance
- Risques de tassement et de semelle de labour dans presque toutes les parcelles si le taux de matières organiques est inférieur à 2,5 %
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sableux, acide, hydromorphe sur limon-sablo-argileux sur lehm-loess remanié

12

Sol limono-sableux, brun, acide, devenant sablo-limoneux beige à 30 cm, reposant sur un limon sablo-argileux beige jaunâtre rouille à partir de 100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage dans les cas les plus hydromorphes (H3). Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent par places au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

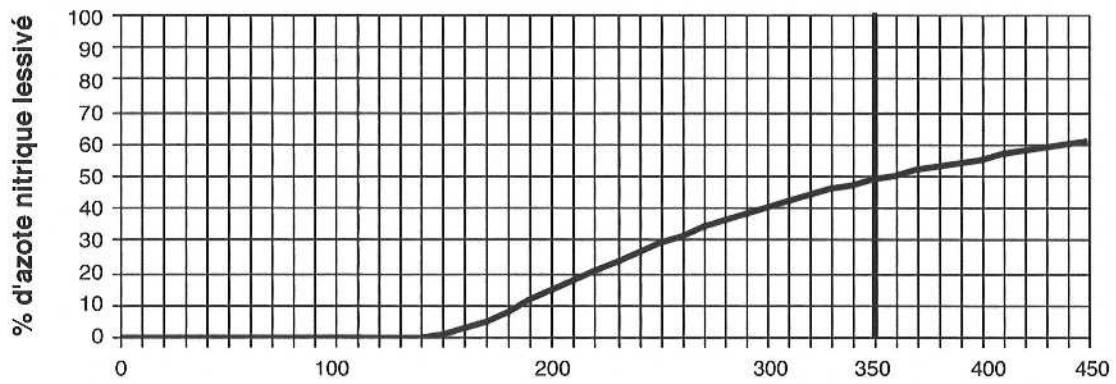
Fertilisation

- Sol le plus souvent acide ; entretien basique à prévoir de façon systématique
- Taux de matières organiques à surveiller constamment
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est indispensable
- Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux, riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, acide, hydromorphe, sur lehm **13**

Sol limoneux, brun, acide, grisâtre à 10 cm, devenant limono-argileux gris rouille dès 40 cm, puis rougeâtre à taches gris-rouille entre 80 et 120 cm, reposant au-delà de 120 cm sur un lehm gris jaune rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.4
Classification CPCS : Sol lessivé glossique
Classification RP : Luvisol rédoxisol glossique issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé principalement en zone plane dans la partie supérieure des collines limoneuses de l'Outre-Forêt proche du piémont des Vosges gréseuses, notamment dans la région de Seebach. Ce sont des dépôts de lehm de plusieurs mètres d'épaisseur. Les sols y sont décarbonatés sur plusieurs mètres de profondeur. La concentration des eaux pluviales a facilité particulièrement l'acidification et entraîné le lessivage des argiles en profondeur. De ce fait, dans ces sols, les traces d'excès d'eau sont presque toujours manifestes dès 30 cm de profondeur.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 4 à 5 %

Ces sols peuvent être très sensibles à la battance et au ruissellement

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines limoneuses d'Outre-Forêt proches du piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Larges replats des sommets des collines
- ***Matériau :***
  Limoneux acidifié (lehm)

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :		- Texture de surface limoneuse à limono-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Pas d'effervescence à l'acide en surface comme en profondeur
à la tarière :		- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse à argilo-limoneuse en profondeur. Tâches rouille marquées dès 20-30 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° **13**
Limon, acide, hydromorphe, sur lehm

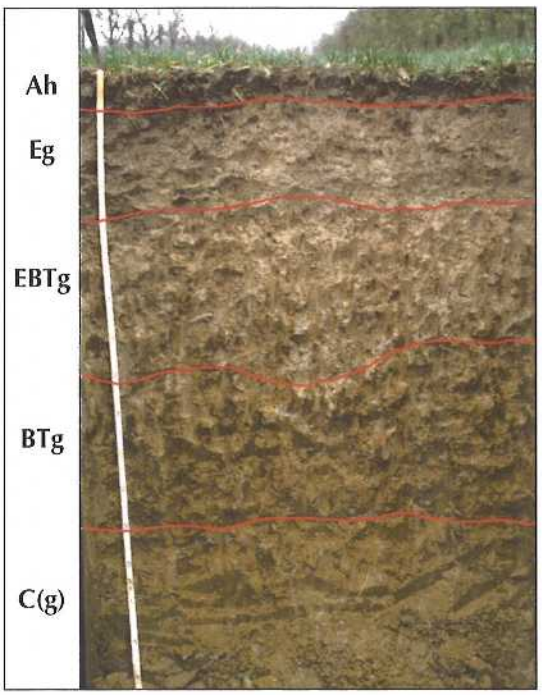
Sol limoneux, brun, acide, grisâtre à 10 cm, devenant limono-argileux gris rouille dès 40 cm, puis rougeâtre à taches gris-rouille entre 80 et 120 cm, reposant au-delà de 120 cm sur un lehm gris jaune rouille.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Verger de pommier

Riedseltz : X = 1008,9 - Y = 2458,0

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-10 cm) - Limon, brun noir (10 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon Eg (10-40 cm) - Limon, grisâtre (10 YR 63), non calcaire, structure polyédrique (20 à 50 mm), peu compact, non friable. Peu de racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon EBTg (40-80 cm) - Limon argileux, gris beige orangé (7,5 YR 63), structure polyédrique (50 à 60 mm), compact, non friable. Peu de racines. Nombreuses taches gris rouille.

Horizon BTg (80-120 cm) - Limon argileux, beige orangé (7,5 YR 56), structure polyédrique (50 à 100 mm), compact, non friable. Pas de racines. Taches gris rouille très nombreuses.

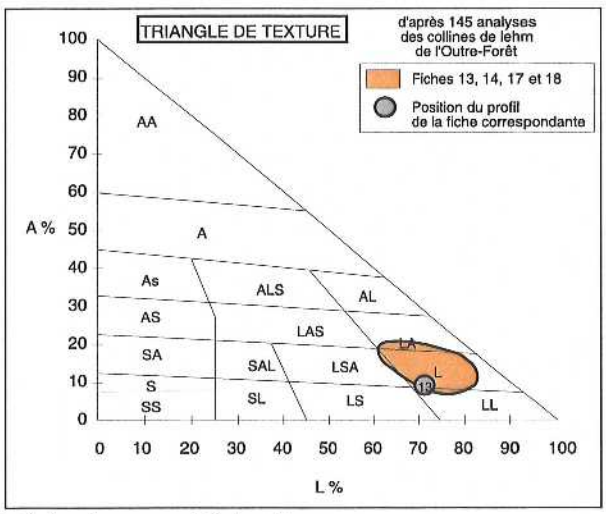
Horizon C(g) (120-150 cm) - Limon argileux, jaunâtre rouille (10 YR 56), structure prismatique (100 à 200 mm), très compact. Pas de racines. Taches gris rouille très nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-10	Ah	7,8	5,5	37,4	33,2	10,9	5,0
10-40	Eg	10,4	5,7	38,4	33,1	10,3	1,8
40-80	EBTg	5,5	4,2	33,9	27,6	28,1	0,4
80-120	BTg	7,7	4,3	30,0	27,4	30,1	0,2
120-150	C(g)	2,0	2,4	33,9	32,5	28,7	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
11,0	0	-	250	84	5,7	4,7	3,6	0,79	0,83	0,03	7,6	70
12,0	0	-	120	-	5,3	4,2	1,3	0,22	0,34	0,02	5,4	35
7,0	0	-	50	-	5,1	3,8	4,0	0,74	0,34	0,03	10,2	50
4,7	0	-	37	-	5,4	3,9	9,1	2,58	0,32	0,06	14,3	84
4,1	0	-	49	-	5,8	4,0	10,4	2,68	0,20	0,09	10,8	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 13
Limon, acide, hydromorphe, sur lehm

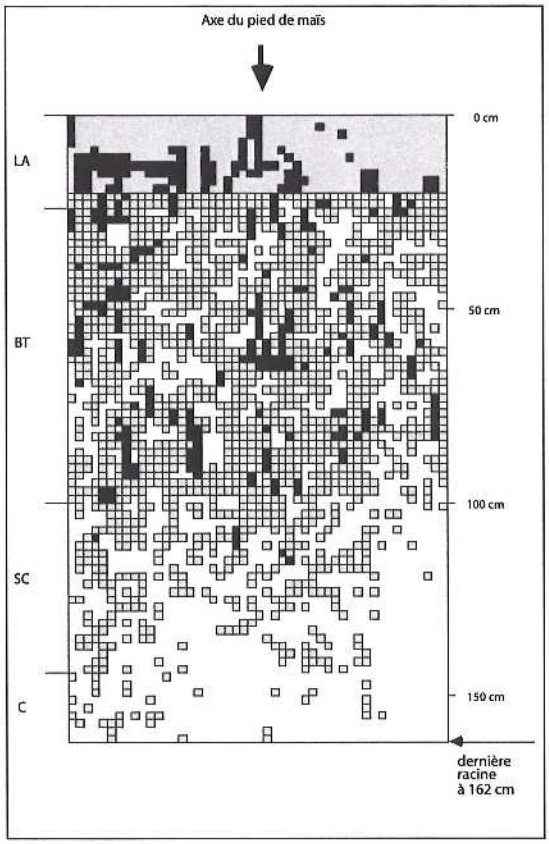
Sol limoneux, brun, acide, grisâtre à 10 cm, devenant limono-argileux gris rouille dès 40 cm, puis rougeâtre à taches gris-rouille entre 80 et 120 cm, reposant au-delà de 120 cm sur un lehm gris jaune rouille.

Enracinement du maïs

Wissembourg. Octobre 1991.

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un profil de sol analogue proche de la petite région.

Enracinement de 100 cm de profondeur, voire plus.



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (10 à 15 % d'argile) sur limon argileux à argile limoneuse (25 à 35 % d'argile)
- Indice de battance élevé R > 1,8 si MO ≤ 3 %, faible R < 1,5 avec 5 % de MO (cas du profil type)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (LA) à 1,8 (BTg)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3/3+
- pH compris entre 5,5 et 6,5 jusqu'à 1 m sauf pratiques de chaulage
- Pas de calcaire total jusqu'à 150 cm et au-delà

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Enracinement limité par l'horizon BTg entre 40 et 80 cm ; contrainte d'excès d'eau dès 30-40 cm
- Ressuyage et réchauffement lents à très lents
- Sensibilité au tassement, à la battance si le taux de matières organiques s'abaisse à moins de 3 %.
- Sensibilité élevée au ruissellement et à l'érosion
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 13
Limon, acide, hydromorphe, sur lehm

Sol limoneux, brun, acide, grisâtre à 10 cm, devenant limono-argileux gris rouille dès 40 cm, puis rougeâtre à taches gris-rouille entre 80 et 120 cm, reposant au-delà de 120 cm sur un lehm gris jaune rouille.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent par places au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

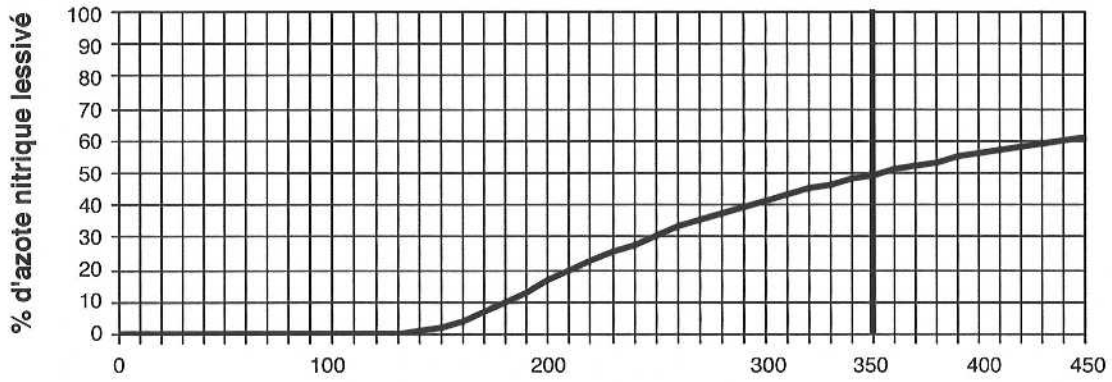
Fertilisation

- Sol acide ; entretien basique à prévoir de façon systématique
- Taux de matières organiques à surveiller constamment
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est indispensable. Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux, riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm

14

Sol limono-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.6
Classification CPCS : Sol lessivé à pseudogley érodé
Classification RP : Luvisol rédoxique érodé issu de lehm

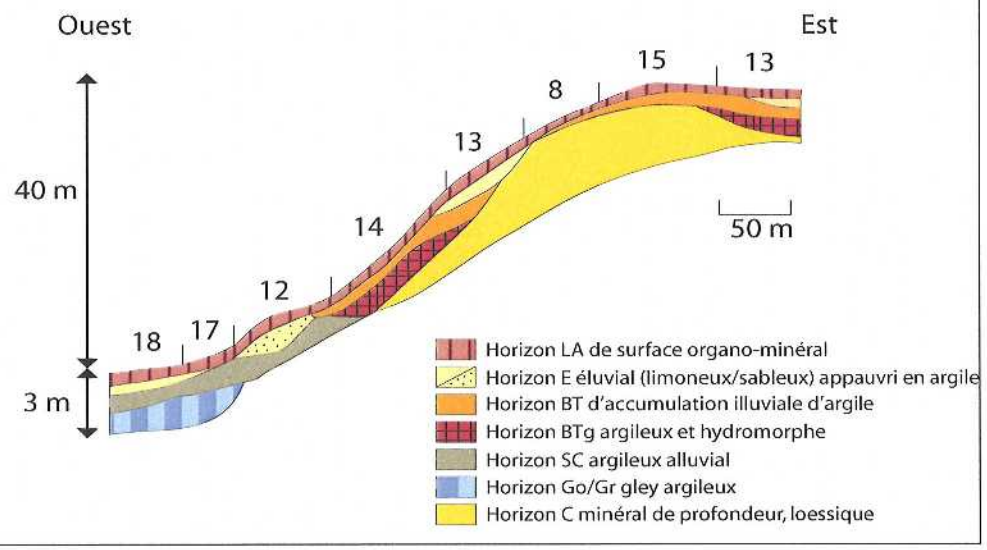
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les ruptures de pente de la partie des collines limoneuses de l'Outre-Forêt proche du piémont des Vosges gréseuses. Sur ces dépôts de lehm de plusieurs mètres d'épaisseur, des phénomènes d'érosion importants ont eu lieu et ont conduit à l'affleurement des niveaux argileux profonds. Les sols y sont décarbonatés sur toute la profondeur. La concentration des eaux pluviales a facilité particulièrement l'acidification et entraîné le lessivage des argiles en profondeur. De ce fait, dans ces sols, les traces d'excès d'eau sont presque toujours manifestes dès 30 cm de profondeur.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 1 %

Répartition des sols dans le secteur de Seebach



Ces sols occupent les pentes les plus fortes des collines (ici vers Seebach)

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines limoneuses d'Outre-Forêt proches du piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Pente plus forte à proximité des sommets des collines
- ***Matériau :***
  Limoneux acidifié (lehm)

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :	- Texture de surface limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Pas d'effervescence à l'acide en surface comme en profondeur
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture argilo-limoneuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 14
Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm

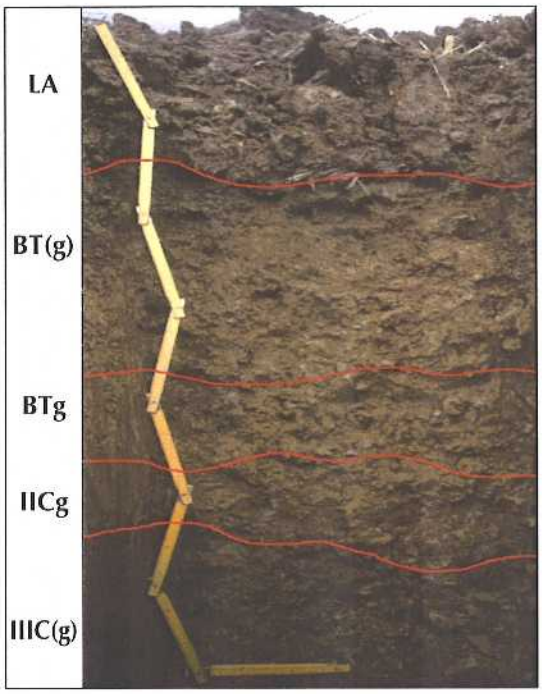
Sol limono-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en jachère

Steinseltz : X = 1008,6 - Y = 2459,6

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon argileux, brun noir (10 YR 43), structure polyédrique (5 à 10 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon BT(g) (25-75 cm) - Argile limoneuse, beige orangé (10 YR 56), structure prismatique (200 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Taches rouille peu nombreuses.

Horizon BTg (75-90 cm) - Argile limoneuse, gris jaunâtre orangé (10 YR 66), structure prismatique (200 à 500 mm), compact, peu friable. Nombreuses racines. Nombreuses taches gris rouille.

Horizon IICg (90-110 cm) - Limon sablo-argileux, beige gris orangé (10 YR 64), structure polyédrique (50 à 100 mm), peu compact, friable. Peu de racines. Taches gris rouille nombreuses.

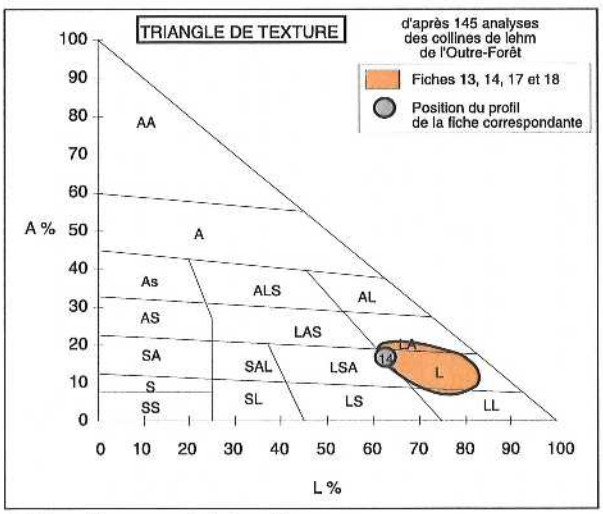
Horizon IIIC(g) (110-150 cm) - Argile limoneuse, jaunâtre gris rouille (10 YR 56), structure prismatique (500 mm), compact. Peu de racines. Taches gris rouille très nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en % S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	MO en %
0-25	LA	6,8	4,4	33,0	32,0	21,5	2,1
25-75	BT(g)	2,8	4,0	23,3	35,3	34,0	0,4
75-90	BTg	3,4	3,6	28,6	35,3	31,3	0,2
90-110	IIC(g)	22,6	5,6	26,0	28,3	17,1	0,2
110-150	IIICg	2,1	2,3	30,8	24,6	39,8	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg Ca	Mg	K	Na	CEC	S/T en %
8,5	0	-	200	36	7,0	6,0	12,5	1,69	0,38	0,05	11,4	sat
6,5	0	-	< 10	-	7,6	6,2	21,8	2,73	0,30	0,08	15,1	sat
5,1	0	-	< 10	-	7,8	6,3	16,9	2,03	0,20	0,07	11,1	50
7,0	0	-	< 10	-	7,7	6,5	12,1	1,49	0,15	0,06	10,5	84
4,0	0	-	< 10	-	7,8	6,3	20,0	2,93	0,30	0,11	15,6	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 14
Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm

Sol limono-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, malgré un niveau plus argileux proche de la surface

Variabilité du sol

La texture de surface est variable (LA ou AL), et la profondeur d'apparition du niveau plus argileux (AL) peut varier de 30 à 60 cm de profondeur.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon argileux en surface (25 à 30 % d'argile) sur limon argileux à argile limoneuse (25 à 40 % d'argile)
- Indice de battance assez élevé ($1,6 < R < 1,8$), $R < 1,6$ si $MO \geq 2$ %
- Classe de stabilité structurale : 4 à 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (LA) à 1,7 (BTg)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-110 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH compris entre 5,5 et 7,0 jusqu'à 1 m sauf pratiques de chaulage
- Pas de calcaire total jusqu'à 150 cm et au-delà

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Enracinement limité par l'horizon BTg et contrainte d'excès d'eau dès 30 cm
- Ressuyage et réchauffement lents à très lents
- Sensibilité au tassement, à la battance si le taux de matières organiques s'abaisse à moins de 2,5 %
- Sensibilité moyenne au ruissellement et à l'érosion
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur juste suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° **14**
Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm

Sol limono-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage ; le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement modérée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

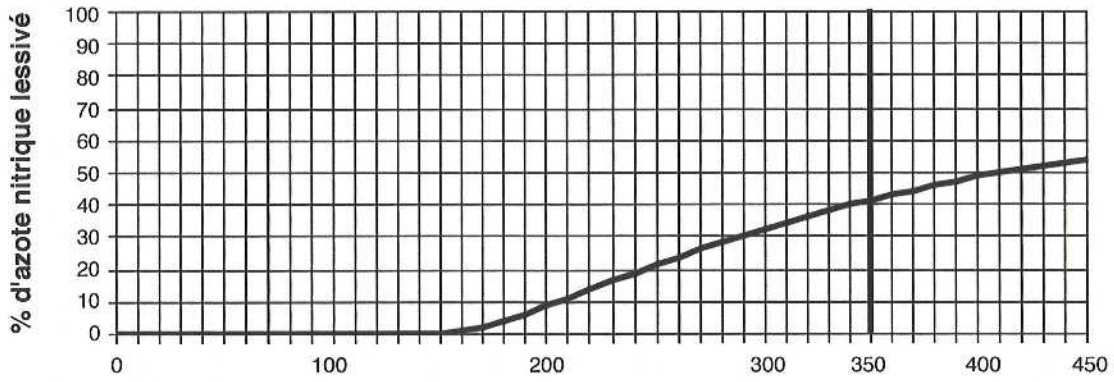
Fertilisation

- Sol acide ; entretien basique à prévoir après vérification du pH
- Taux de matières organiques à surveiller constamment
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Juste suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est indispensable. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux, riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° **15**
Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié

Sol limono-sablo-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.2
Classification CPCS : Sol lessivé à pseudogley
Classification RP : Luvisol rédoxique issu de lehm remanié

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé principalement sur le tiers inférieur des pentes dans la partie des collines limoneuses de l'Outre-Forêt proche du piémont des Vosges gréseuses ou sur les pentes faibles en bordure de plateau. Les sols y sont décarbonatés en surface comme en profondeur. Ces sols sont à dominante limoneuse, mais présentent presque toujours 10 à 20 % de sable en surface. La concentration des eaux pluviales a particulièrement facilité l'acidification et entraîné le lessivage des argiles en profondeur.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 1 à 2 %

Des bandes enherbées limitent le développement des phénomènes d'érosion

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines limoneuses d'Outre-Forêt proches du piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Tiers inférieur des pentes des collines et pentes faibles en bordure de plateau
- ***Matériau :***
  Limoneux acidifié (lehm)

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun beige clair
au toucher (surface) :	- Texture de surface limono-sablo-argileuse à limono-argilo-sableuse
à la pissette (HCl) :	- Pas d'effervescence à l'acide en surface comme en profondeur
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture argilo-limono-sableuse à argileuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 15
Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié

Sol limono-sablo-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

Bremmelbach : X = 1006,6 - Y = 2458,0

Profil représentatif d'une variante très argileuse de l'unité

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

Horizon BTg (30-80 cm) - Argile limono-sableuse, beige orangé (7,5 YR 56), structure continue, compact, plastique. Peu de racines. Taches gris-rouille assez nombreuses.

Horizon Cg (80-120 cm) - Argile limono-sableuse, gris jaunâtre orangé (7,5 YR 58), structure polyédrique (50 à 60 mm), très compact, non plastique. Peu de racines. Nombreuses taches gris rouille.

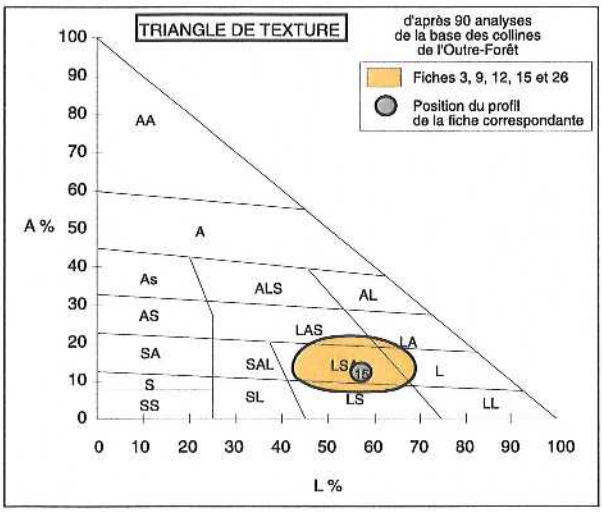
Horizon IICg (120-150 cm) - Argile lourde, gris jaunâtre orangé (2,5 Y 73), structure prismatique (200 mm), très compact, peu plastique. Pas de racines. Nombreuses trainées gris rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	16,3	7,9	29,1	26,6	18,1	1,8
30-80	BTg	6,3	5,1	21,9	21,1	45,0	0,4
80-120	Cg	8,2	5,0	24,4	25,5	36,5	0,2
120-150	IICg	1,6	2,4	8,4	16,1	71,0	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,6	0	-	220	66	6,7	5,7	8,4	1,24	0,45	0,03	10,1	sat
5,8	0	-	< 10	-	6,6	5,1	15,0	4,41	0,40	0,07	16,8	sat
3,7	0	-	< 10	-	5,1	3,7	9,1	3,62	0,26	0,09	13,8	95
4,3	0	-	< 10	-	5,2	3,5	17,5	7,24	0,77	0,17	26,0	99



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié

15

Sol limono-sablo-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond, du fait d'un niveau plus argileux assez proche de la surface

Variabilité du sol

La texture de surface est variable (LAS ou LSA), et la profondeur d'apparition du niveau plus argileux (ALS-A) peut varier de 30 à plus de 80 cm de profondeur.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon sablo-argileux en surface (20 à 35 % d'argile) sur argile limono-sableuse à argile (35 à plus de 45 % d'argile)
- Indice de battance assez élevé 1,6 < R < 1,8 calculé avec les valeurs du profil type, R < 1,6 si MO ≥ 2 %
- Classe de stabilité structurale : 4 à 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (LA) à 1,7 (BTg)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3+
- pH compris entre 6,5 et 7,5 jusqu'à 1 m sauf pratiques de chaulage
- Pas de calcaire total jusqu'à 150 cm et au-delà

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Enracinement limité par l'horizon BTg et une contrainte d'excès d'eau à 60-80 cm
- Ressuyage et réchauffement lents à très lents
- Sensibilité au tassement, à la battance si le taux de matières organiques s'abaisse à moins de 2,0 %
- Sensibilité moyenne au ruissellement et à l'érosion
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur juste suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 15
Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié

Sol limono-sablo-argileux, brun, acide, devenant argilo-limoneux beige rouille à 25 cm, puis jaune rougeâtre à taches gris-rouille entre 70 et 90 cm, reposant au-delà de 100-120 cm sur une argile gris jaune rouille.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

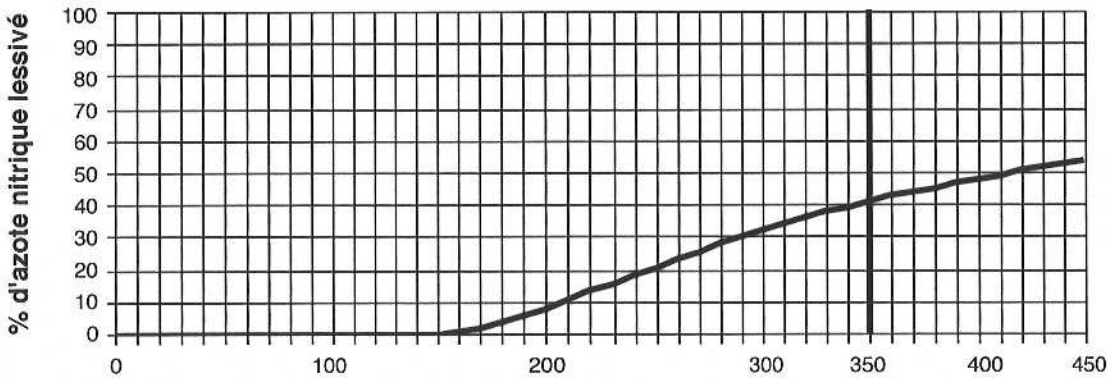
Fertilisation

- Sol acide ; entretien basique à prévoir après vérification du pH
- Taux de matières organiques à surveiller constamment
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Juste suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est indispensable. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible. Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux, riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

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

16

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 45 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 90-100 cm, reposant au-delà de 140 cm sur une limon gris rouille.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.5
Classification CPCS : Sol brun colluvial calcaire
Classification RP : Colluviosol carbonaté des vallons loessiques

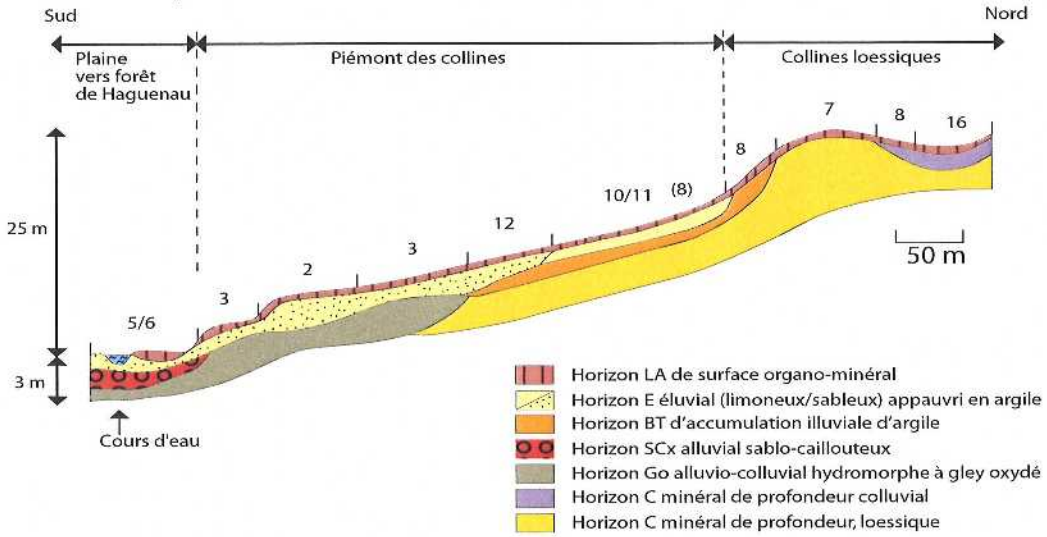
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les bas de pentes faibles ou dans les vallons secs des collines limoneuses situées plutôt au Sud-Est de l'Outre-Forêt. Ils sont profonds, calcaires ou décarbonatés sur au moins 1 m de profondeur, sains ou hydromorphes en profondeur, ce qui les distingue des sols des fiches 17 et 18 hydromorphes à proximité de la surface. Du fait de leur position topographique, ces sols reçoivent les apports de l'amont des versants (fiches 7 et 8) ce qui contribue à les enrichir progressivement.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, céréales à paille, cultures spéciales (betteraves...)

Etendue estimée : 2 à 3 %

Répartition des sols dans le secteur de Schaffouse-près-Seltz



Ces sols occupent le fond des vallons "secs" des collines du Sud-Est de la région

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :*** Collines d'Outre-Forêt situées plutôt au Sud-Est de la petite région
- ***Position topographique :*** Bas de pentes et vallons secs
- ***Matériau :*** Limoneux (loess et lehm-loess)

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Faible effervescence à l'acide en surface, forte à plus de 1,5 m
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; limon jaunâtre calcaire > 150 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 16
Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques

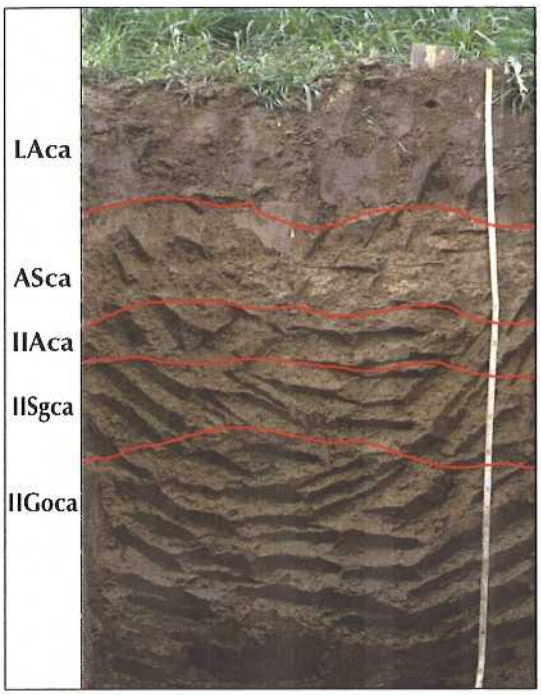
Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 45 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 90-100 cm, reposant au-delà de 140 cm sur une limon gris rouille.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Juillet 2000 - Parcelle en jachère (ray-grass)

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

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-45 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (5 à 10 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon ASca (45-75 cm) - Limon, beige clair (10 YR 53), calcaire, structure polyédrique (20 à 30 mm), peu compact, non friable. Peu de racines.

Horizon IIAca (75-95 cm) - Limon argileux, beige clair (10 YR 53), calcaire, structure polyédrique (20 à 30 mm), peu compact, non friable. Peu de racines.

Horizon IISgca (95-140 cm) - Limon, gris jaunâtre orangé (2,5 Y 54), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, peu friable. Pas de racines.

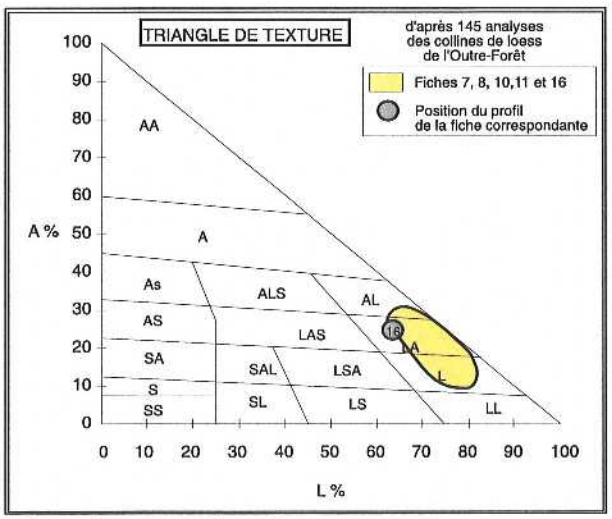
Horizon IIGoca (140-180 cm) - Limon, gris jaunâtre orangé (2,5 Y 54), calcaire, structure continue à éclats anguleux, peu compact, peu friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	5,3	-	220	57	8,0	-	39,3	1,54	0,43	0,04	15,5	sat
7,9	6,1	-	10	-	8,3	-	39,3	1,49	0,17	0,04	10,1	sat
8,2	2,9	-	20	-	8,3	-	36,9	1,84	0,23	0,05	11,4	sat
4,5	2,5	-	10	-	8,4	-	35,1	1,69	0,19	0,05	8,7	sat
7,1	0,7	-	20	-	8,3	-	13,0	1,64	0,17	0,05	7,7	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 16
Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 45 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 90-100 cm, reposant au-delà de 140 cm sur une limon gris rouille.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, sans obstacle particulier (100-120 cm et plus)

Variabilité du sol

La texture de surface de ce sol peut varier de limon à limon argileux (voire argile limoneuse). De même, l'hydromorphie de profondeur peut localement être importante et faire sentir ses effets entre 80 et 100 cm. Enfin, le degré de carbonatation est variable selon l'amont environnant.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (18 à 24 % d'argile), éventuellement argile limoneuse (30 à 35 % d'argile), puis limon franc (14 à 18 % d'argile) au-delà de 100 cm
- Indice de battance faible (R < 1,4 calculé avec les valeurs du profil type, R > 1,8 si MO < 1,8 %)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (LA à Sgca)
- Réserve utile de 180 à 240 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2
- pH compris entre 6,5 et 8,0
- Faible présence de calcaire total dès la surface, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile en eau suffisante
- Pas d'obstacle à l'enracinement
- Ressuyage rapide
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (taux de MO < 2 %)
- Sensibilité moyenne au ruissellement et à l'érosion
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 16
Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant limoneux beige à 45 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 90-100 cm, reposant au-delà de 140 cm sur une limon gris rouille.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles sans aménagement foncier
- Amélioration possible des situations localisées d'hydromorphie par drainage. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Eviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

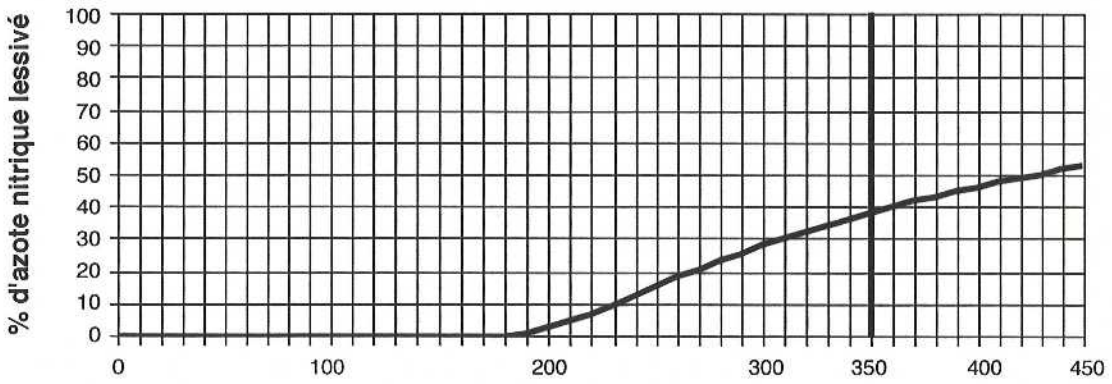
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; pas d'entretien basique à prévoir, sauf cas de pH < 7,0
- Taux de matières organiques à surveiller
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Le contrôle du pH et de l'excès d'eau est utile
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 17
Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux

Sol limoneux, brun, calcique à calcaire, devenant beige clair à taches rouille à 40 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 100 cm et au-delà.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.6 à 22.5 (variante à définir)
Classification CPCS : Sol brun colluvial calcique à pseudogley-gley
Classification RP : Colluviosol calcique rédoxique des vallons limoneux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les vallons humides et les vallées des collines limoneuses situées sur l'ensemble de l'Outre-Forêt. Ils sont profonds, calcaires ou décarbonatés sur au moins 1 m de profondeur et hydromorphes (fiche 17) à très hydromorphes (fiche 18). Leur texture de surface peut varier selon les apports des collines environnantes de l'amont.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, prairies

Etendue estimée : 7 à 8 %

Le fond de ces vallons "humides" est souvent occupé par la prairie

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines limoneuses d'Outre-Forêt

- ***Position topographique :***
  Vallons humides et vallées

- ***Matériau :***
  Limoneux, limono-argileux à argileux

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence à l'acide variable
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse à argileuse, gris rouille à 80-100 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux
17

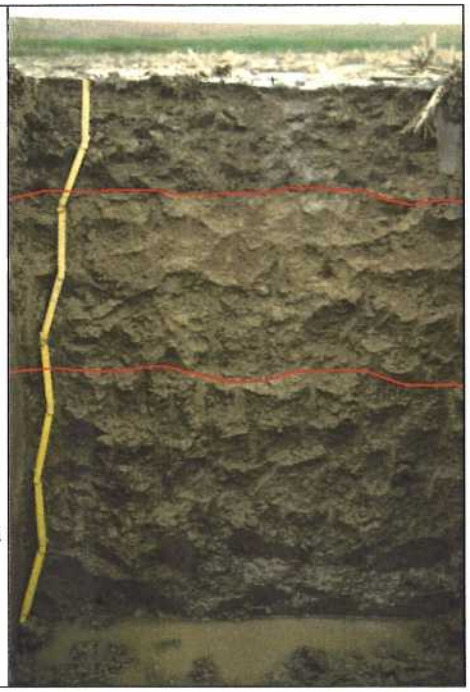
Sol limoneux, brun, calcique à calcaire, devenant beige clair à taches rouille à 40 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 100 cm et au-delà.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

Siegen : X = 1017,4 - Y = 2455,8

Profil représentatif d'une variante très hydromorphe de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-40 cm) - Limon, brun (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (5 à 30 mm), compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon Sgca (40-90 cm) - Limon, beige clair (10 YR 54), calcaire, structure polyédrique (50 à 80 mm), peu compact, non friable. Peu de racines. Taches rouille assez nombreuses.

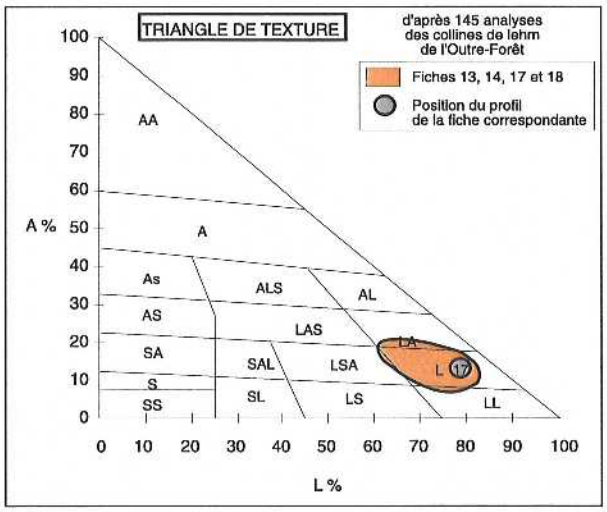
Horizon Goca (90-160 cm) - Limon, beige jaune clair (10 YR 44), calcaire, structure polyédrique (50 à 100 mm), peu compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40	LAca	1,6	2,6	50,5	28,1	15,1	1,9
40-90	Sgca	0,8	2,1	44,6	35,3	16,2	0,8
90-160	Goca	0,8	1,5	39,5	39,2	18,4	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	12,6	2,2	150	43	8,2	7,7	39,6	0,79	0,21	0,05	8,2	sat
15,0	16,3	3,4	21	-	8,4	7,8	41,4	1,09	0,15	0,05	7,4	sat
6,0	8,8	1,6	29	-	8,4	7,7	40,7	1,54	0,21	0,06	7,9	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 17
Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux

Sol limoneux, brun, calcique à calcaire, devenant beige clair à taches rouille à 40 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 100 cm et au-delà.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, jusqu'à 80-120 cm, gley limitant l'enracinement au-delà

Variabilité du sol

La texture de surface de ce sol peut varier de limon à limon argileux (voire argile limoneuse). De même, l'hydromorphie peut localement être importante et faire sentir ses effets dès la surface. Enfin, le degré de carbonatation est variable selon l'amont environnant.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon à limon argileux en surface (20 à 40 % d'argile), limon à argile limoneuse en profondeur (25 à 40 % d'argile) au-delà de 50-60 cm
- Indice de battance très élevé (R > 2 ; reste battant jusqu'à 2,5 % de MO)
- Classe de stabilité structurale : 1 à 2
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (LAca à Goca)
- Réserve utile de 200-280 mm pour un enracinement de 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H3/3+
- pH compris entre 6,5 et 8,0
- Taux de calcaire total dépendant de l'amont, complexe adsorbant généralement saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement pouvant être limité en profondeur par l'excès d'eau
- Aptitude au réchauffement médiocre
- Difficulté d'entrée dans les parcelles au printemps ; sol difficile du fait de l'hydromorphie
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (taux de MO < 2,5 %)
- Sensibilité élevée au ruissellement et à l'érosion
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 17
Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux

Sol limoneux, brun, calcique à calcaire, devenant beige clair à taches rouille à 40 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 100 cm et au-delà.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage dans les cas les plus hydromorphes (H3/3+)
- Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesure adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagement)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage relativement lent au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

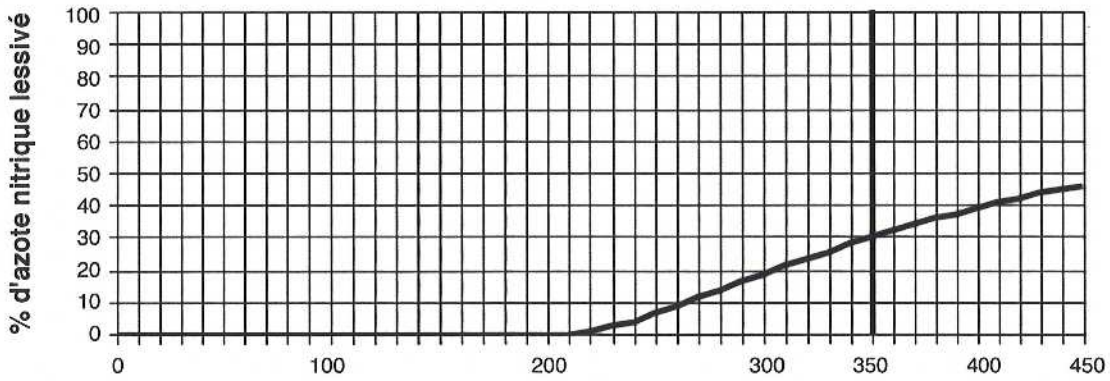
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; entretien basique à prévoir dans les cas de pH < 7,0
- Taux de matières organiques à surveiller
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant vis-à-vis des matières organiques à cause de l'excès d'eau
- Le contrôle de l'hydromorphie est indispensable

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux
18

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

Typologie des sols d'Alsace : code 21.6 à 22.5 (variante à définir)
Classification CPCS : Sol brun colluvial calcique à gley réduit
Classification RP : Colluviosol calcique réductique des vallons limoneux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé dans les vallons humides et les vallées les plus larges des collines limoneuses situées sur l'ensemble de l'Outre-Forêt. Ils sont profonds, calcaires ou décarbonatés sur au moins 1 m de profondeur et très hydromorphes, ce qui les distingue des sols de la fiche 17 moins hydromorphes. Leur texture de surface peut varier selon les apports colluviaux des collines environnantes de l'amont.

Mise en valeur actuelle :
Maïs, prairies

Etendue estimée : 3 à 4 %

Les fonds de vallons les plus humides sont marqués par une succession de saules et de peupliers

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines limoneuses d'Outre-Forêt
- ***Position topographique :***
  Vallons humides et vallées larges des collines
- ***Matériau :***
  Limoneux, limono-argileux à argileux

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun
au toucher (surface) :	- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence à l'acide variable
à la tarière :	- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse à argileuse, gris rouille à 50-60 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 18
Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux

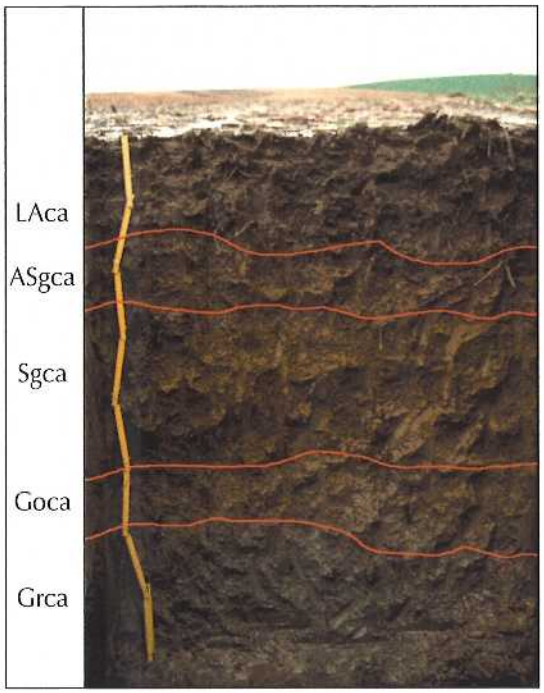
Sol limoneux, brun, calcique à calcaire, devenant beige à taches rouille à 30 cm, puis gris jaunâtre à taches gris-rouille vers 50 cm et grisâtre à 100-120 cm et au-delà.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

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

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

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

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

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

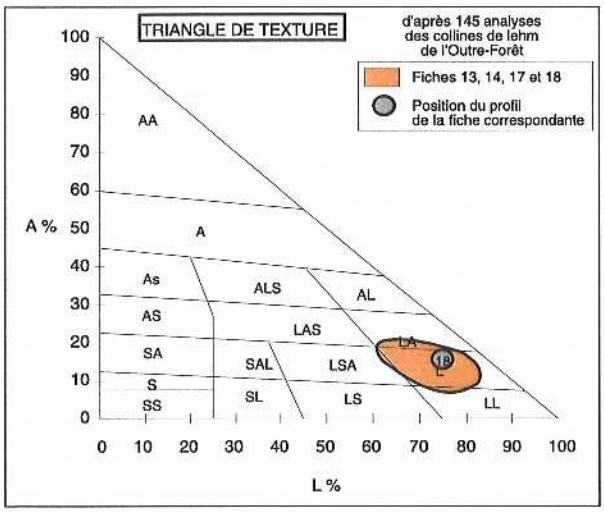
Horizon Grca (120-150 cm) - Limon, grisâtre (10 Y 5), calcaire, structure continue, peu compact, non friable. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

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

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	10,4	2,4	470	230	8,1	7,6	38,2	1,69	1,51	0,04	11,4	sat
7,9	12,4	2,7	23	-	8,3	7,8	38,6	1,29	1,62	0,05	8,9	sat
8,0	9,0	1,8	< 10	-	8,3	7,8	37,5	1,49	0,87	0,15	7,9	sat
8,1	10,7	1,7	15	-	8,3	7,9	36,4	1,39	0,26	0,17	5,9	sat
8,0	10,1	1,5	34	-	8,4	7,9	36,8	1,34	0,19	0,16	5,4	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 18
Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux

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

Enracinement du maïs

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

Enracinement jusqu'à 80-120 cm, limité par le gley au-delà

Variabilité du sol

La texture de surface de ce sol peut varier de limon à limon argileux (voire argile limoneuse). De même, l'hydromorphie est importante et fait sentir ses effets dès la surface.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

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

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Enracinement limité par l'excès d'eau
- Aptitude au réchauffement médiocre
- Difficulté d'entrée dans les parcelles au printemps ; sol difficile du fait de l'hydromorphie
- Risques de tassement et de semelle de labour dans les parcelles déficientes en matières organiques (taux de MO < 2 %)
- Sensibilité élevée au ruissellement et à l'érosion
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 18
Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux

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

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Large éventail de cultures possibles après drainage qui peut apporter localement des améliorations
- Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion des états de surface du sol et/ou aménagements)

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps
- Travail en conditions ressuyées pour éviter le tassement ; éviter les itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

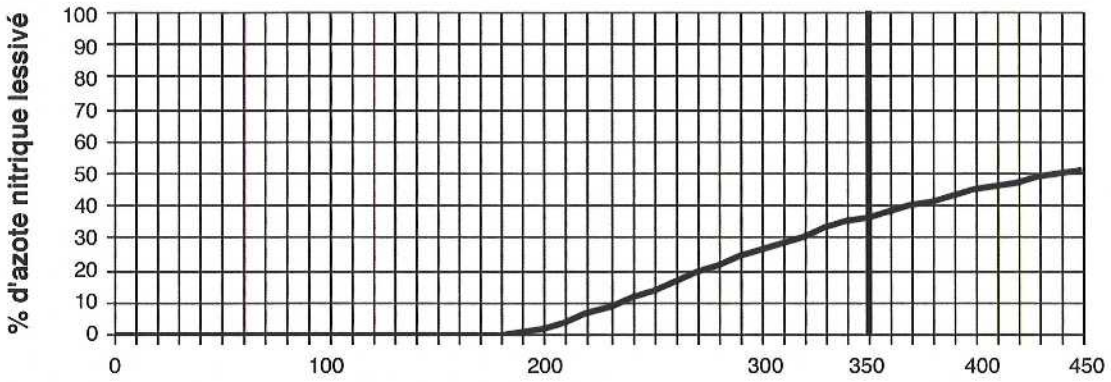
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; entretien basique à prévoir dans les cas de pH < 7,0
- Taux de matières organiques à surveiller
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant vis-à-vis de la matière organique du fait de l'excès d'eau
- Seuls les sous-produits minéraux riches en fertilisants autres que le calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terres

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires

19

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige jaunâtre à 25 cm, puis gris jaune blanchâtre entre 60 et 90 cm, reposant au-delà de 90 cm sur une roche argilo-calcaire jaune blanchâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcaire
Classification RP : Calcosol issu de calcaire marneux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe au pied des Vosges gréseuses. Il correspond à des sols calcaires issus de l'altération de calcaires durs et tendres. Dans ces situations, les sols sont moyennement profonds à profonds (70 à plus de 100 cm). Ils sont surtout valorisés par la viticulture, sinon ils portent généralement des herbages.

Mise en valeur actuelle : vigne ou herbages

Etendue estimée : 1 %

En milieu viticole, de nombreuses surfaces de ce sol sont occupées par des friches ou des formations végétales calcicoles riches en espèces (au second plan)

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Pentes fortes calcaires au pied des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Versants à pente forte
- ***Matériau :***
  Limono-argilo-sableux, calcaire, caillouteux en profondeur, sain

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun rougeâtre de la terre de surface en vignoble
au toucher (surface) :		- Texture de surface limono-argilo-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Effervescence à l'acide forte sur tout le profil
à la tarière :		- Sol profond, sain ; brun jaunâtre en profondeur, sur cailloux calcaires à 70-100 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires
19

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige jaunâtre à 25 cm, puis gris jaune blanchâtre entre 60 et 90 cm, reposant au-delà de 90 cm sur une roche argilo-calcaire jaune blanchâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en pré dans le vignoble

Wissembourg : X = 1009,4 - Y = 2464,1

Profil typique

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Aca (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun noir (10 YR 42), calcaire, structure polyédrique (10 à 20 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sca (25-60 cm) - Limon argilo-sableux, beige jaunâtre (10 YR 66), calcaire, structure polyédrique (30 à 50 mm), compact, plastique. Nombreuses racines.

Horizon Cca (60-90 cm) - Limon argilo-sableux, gris jaune blanchâtre (2,5 Y 66), calcaire, structure prismatique (50 à 80 mm), très compact, très plastique. Peu de racines. Rares taches rouille.

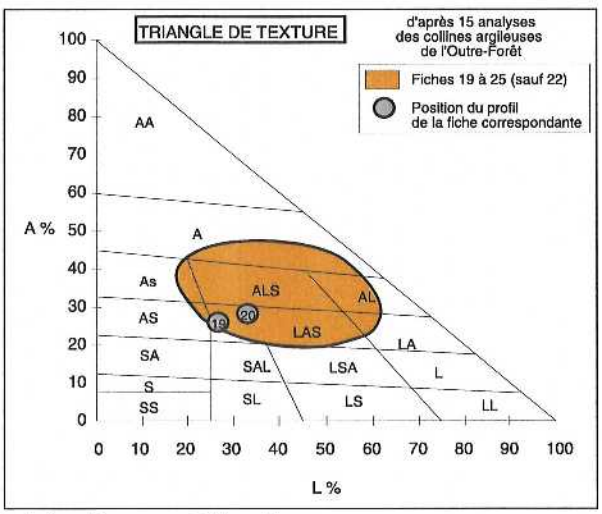
Horizon CRca (> 90 cm) - Cailloux calcaires enrobés d'argile lourde jaune blanchâtre, calcaire, très compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	Aca	27,2	19,0	9,9	16,7	24,4	2,5
25-60	Sca	20,1	17,5	11,3	23,8	25,9	1,1
60-90	SCca	14,2	14,4	10,5	31,8	28,9	0,6
> 90	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,0	15,2	4,0	560	66	8,1	7,5	40,0	0,99	0,68	0,02	11,4	sat
9,2	28,2	8,9	110	-	8,4	7,7	40,3	0,89	0,40	0,02	9,0	sat
9,5	37,2	13,5	74	-	8,5	7,7	41,8	1,04	0,32	0,03	8,3	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires

19

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige jaunâtre à 25 cm, puis gris jaune blanchâtre entre 60 et 90 cm, reposant au-delà de 90 cm sur une roche argilo-calcaire jaune blanchâtre.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, sans obstacle particulier jusqu'à 80-100 cm

Variabilité du sol

La profondeur de ce sol peut varier de 60 à un peu plus de 100 cm de profondeur. La texture oscille entre LAS et ALS.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (60-100 cm et moins) ; peu de cailloux (5 à 10 %)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à argile limono-sableuse (25 à 35 % d'argile), puis cailloux au delà de 70-100 cm
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 2-3
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de Aca à Cca)
- Réserve utile de 150 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 8,0 et 8,5
- Calcaire total > 15-20 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Pas de contrainte d'excès d'eau
- Réserve utile correcte
- Pas de risque de tassement
- Profondeur moyenne, substrat perméable, ressuyage et réchauffement rapides
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible lors des pluies orageuses

- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires

19

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige jaunâtre à 25 cm, puis gris jaune blanchâtre entre 60 et 90 cm, reposant au-delà de 90 cm sur une roche argilo-calcaire jaune blanchâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole limité à une utilisation prairiale sauf en dehors des expositions favorables à la viticulture
- Réserve utile assez importante permettant de résister aux sécheresses de fin de printemps

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Favoriser l'enherbement du vignoble dans les zones à risques d'érosion en rigoles

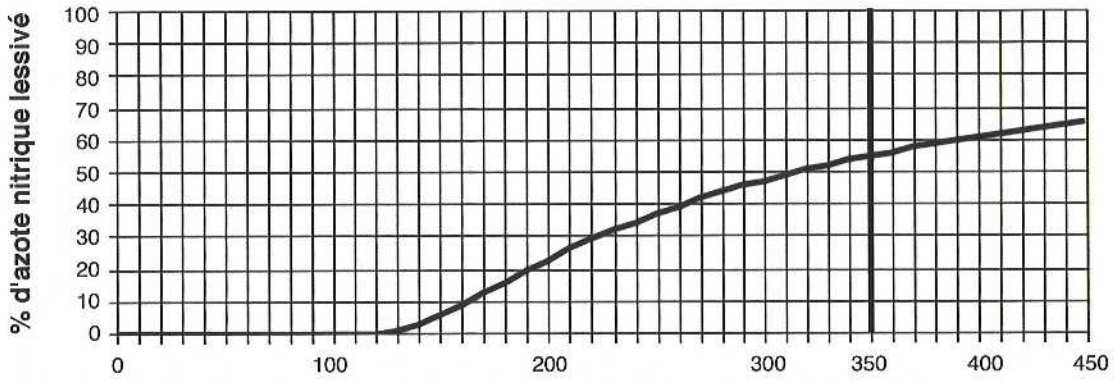
Fertilisation

- Sol calcaire ; pas d'amendement basique à prévoir
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 ou 3 fois selon la culture pratiquée

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Le risque élevé de lessivage des nitrates en hiver doit impérativement être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires
20

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige jaunâtre à 25 cm, reposant au-delà de 50 cm sur une roche argilo-calcaire jaune blanchâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcaire peu profond
Classification RP : Calcosol leptique issu de calcaire marneux

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe au pied des Vosges gréseuses. Il correspond à des sols calcaires issus de l'altération de calcaires durs. Dans ces situations, les sols sont peu à moyennement profonds (30 à 50 cm au plus). Ils peuvent être valorisés par la viticulture, sinon ils portent généralement des herbages ou sont laissés en friches.

Mise en valeur actuelle : vigne, herbages ou friches

Etendue estimée : << 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :*** Pentes fortes calcaires au pied des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :*** Hauts de pente forte
- ***Matériau :*** Limono-argilo-sableux, calcaire, caillouteux à faible profondeur, sain

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun rougeâtre de la terre de surface en vignoble
au toucher (surface) :		- Texture de surface limono-argilo-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Effervescence à l'acide forte
à la tarière :		- Sol peu profond, sain ; brun jaunâtre à 25 cm, sur cailloux calcaires à 30-50 cm

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu profond (30-50 cm au plus) ; nombreux cailloux (20 à 40 %)

- Superposition des textures : limon argilo-sableux, parfois argile limono-sableuse (25 à 35 % d'argile), puis cailloux au delà de 30-50 cm

- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 2-3

- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de Aca à Sca)
- Réserve utile de 70 mm pour un enracinement de 40 cm

- Classe d'hydromorphie : H0

- pH compris entre 8,0 et 8,5
- Calcaire total > 20-30 % en surface comme en profondeur, complexe adsorbant saturé

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires

20

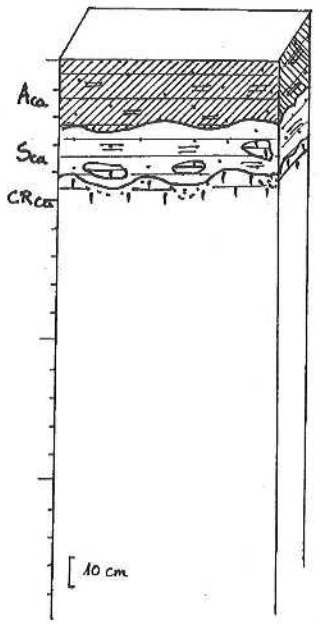
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, beige jaunâtre à 25 cm, reposant au-delà de 50 cm sur une roche argilo-calcaire jaune blanchâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Wissembourg : X = 1009,1 - Y = 2464,6

Novembre 2002 - Parcelle de vigne

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Aca (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun noir (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (10 à 20 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines. 10 à 20 % de cailloux.

Horizon Sca (25-40 cm) - Limon argilo-sableux, beige jaunâtre (10 YR 54), calcaire, structure polyédrique (30 à 50 mm), compact, plastique. Nombreuses racines.

Horizon CRca (40-50 cm) - Cailloux calcaires enrobés dans une matrice argileuse gris jaune blanchâtre, très compact. 20 à 40 % de cailloux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	Aca	18,5	10,7	11,4	24,9	29,8	4,5
25-40	Sca	20,1	10,3	10,8	26,9	29,1	2,7
40-50	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy. JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,0	19,5	2,1	120	30	8,0	7,4	43,2	3,27	0,79	0,03	16,6	sat
9,7	27,7	2,7	59	-	8,2	7,5	41,8	3,32	0,43	0,03	14,5	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau très limitée
- Enracinement limité par la faible profondeur avant la roche-mère (30 à 50 cm) ; substrat très perméable, ressuyage et réchauffement rapides
- Pas de risque de ruissellement

- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates ; roches karstiques, risque élevé vis-à-vis de la qualité de l'eau
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne
21

Sol argilo-limoneux, brun, calcaire à décarbonaté, beige à 30 cm, reposant sur une argile lourde calcaire à passées argilo-sableuses, gris jaune bleuté à partir de 50 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcique à calcaire hydromorphe
Classification RP : Calcisol-calcosol (à pélosol) rédoxique issu de marnes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement sur le piémont des Vosges gréseuses, sur des versants à pente relativement forte, qui n'ont pas permis le dépôts des limons éoliens ou qui ont été érodés jusqu'à l'apparition du matériau en place sous-jacent (marnes du Lias et du Lattorfien). Il correspond à des sols à forte dominante argileuse (caractère pélosolique) et présente souvent une hydromorphie relativement marquée.

Mise en valeur actuelle : ce sol présente de nombreuses contraintes et porte souvent des prairies de fauche

Etendue estimée : 6 à 7 %

Ces sols lourds occupent des pentes fortes qui ont conservé une occupation prairiale

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Versants vallonnés à pente forte
- ***Matériau :***
  Argileux, calcaire, hydromorphe

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun noirâtre de la terre de surface
au toucher (surface) :		- Texture de surface argilo-limoneuse
à la pissette (HCl) :		- Effervescence à l'acide forte en profondeur, parfois nulle en surface
à la tarière :		- Sol profond (> 100 cm), tâches rouille à 50 cm ; texture argileuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

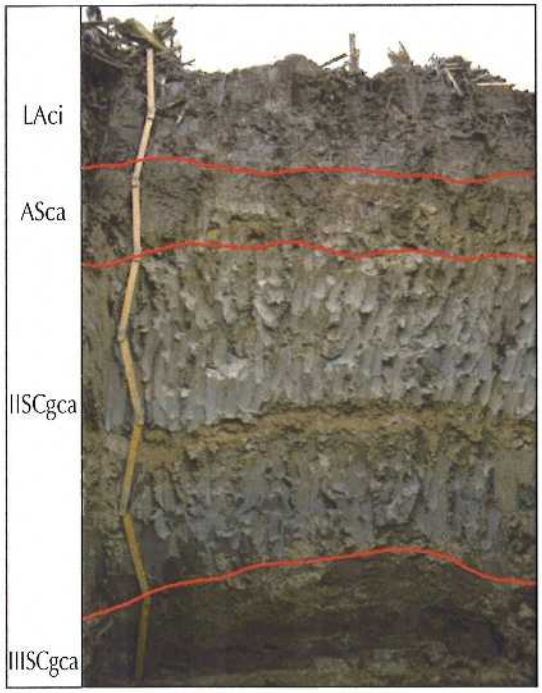
Fiche de sol n°
Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne **21**

Sol argilo-limoneux, brun, calcaire à décarbonaté, beige à 30 cm, reposant sur une argile lourde calcaire à passées argilo-sableuses, gris jaune bleuté à partir de 50 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

Soultz-sous-Forêts : X = 1006,3 - Y = 2451,2 Profil représentatif d'une variante décarbonatée de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAci (0-30 cm) - Argile limoneuse, brun (10 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu plastique. Peu de racines.

Horizon ASca (30-50 cm) - Argile limoneuse, beige (10 YR 44), faiblement calcaire, structure polyédrique (30 à 50 mm), compact, plastique. Peu de racines.

Horizon IISCgca (50-140 cm) - Argile lourde, gris jaune bleutée (5 Y 53), calcaire, structure continue à éclats anguleux, très compact, très plastique. Pas de racines. Quelques taches rouille et petites passées sableuses.

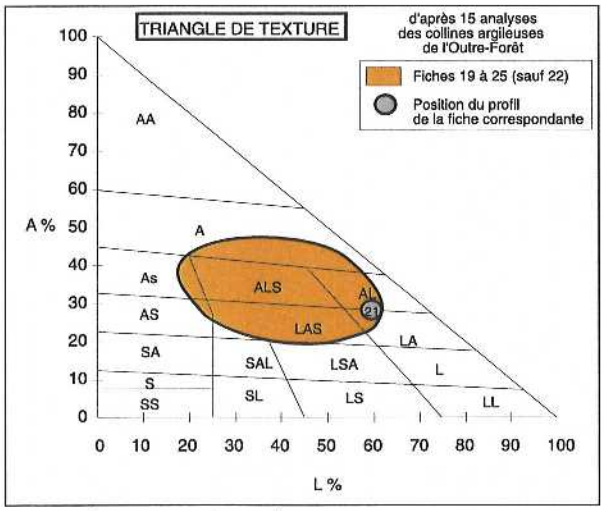
Horizon IIISCgca (140-160 cm) - Argile sableuse, jaunâtre rouille (7,5 YR 56), calcaire, peu compact, non plastique. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en % S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	MO en %
0-30	LAci	3,6	6,0	32,9	28,9	25,2	3,2
30-50	ASca	2,7	7,2	32,0	29,7	27,0	1,1
50-140	IISCgca	1,5	3,5	3,3	26,1	65,0	0,3
140-160	IIISCgca	3,0	43,8	8,3	16,0	28,4	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg Ca	Mg	K	Na	CEC	S/T en %
8,6	2,7	-	68	38	8,2	7,4	37,8	1,84	0,30	0,05	13,5	sat
7,7	5,6	2,0	13	-	8,3	7,5	42,5	1,88	0,26	0,06	10,6	sat
3,5	13,3	7,7	14	-	8,5	7,5	48,2	3,87	0,49	0,11	16,0	sat
3,4	10,4	2,9	16	-	8,5	7,7	40,0	2,33	0,28	0,06	8,3	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne

21

Sol argilo-limoneux, brun, calcaire à décarbonaté, beige à 30 cm, reposant sur une argile lourde calcaire à passées argilo-sableuses, gris jaune bleuté à partir de 50 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond, limité par la présence d'une argile lourde en général à 60-70 cm

Variabilité du sol

La texture de surface peut varier de 25 à 40 % d'argile, et présenter un début de décarbonatation (profil présenté)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : argile limoneuse (28 à 35 % d'argile), puis argile à argile sableuse en profondeur
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de LAci à SCca)
- Réserve utile de 120 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3+
- pH compris entre 7,5 et 8,0
- Calcaire total > 2 à 10 % en surface, et plus en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau plus ou moins marquée (hydromorphie à 40-60 cm de profondeur)
- Réserve utile moyenne
- Texture lourde, voire très lourde dans certains cas
- Pas ou peu de risques de tassement
- Profondeur variable (50-60 cm à plus de 100 cm), substrat plus ou moins perméable, ressuyage lent
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible localement lors des pluies orageuses
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur juste suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° **21**
Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne

Sol argilo-limoneux, brun, calcaire à décarbonaté, beige à 30 cm, reposant sur une argile lourde calcaire à passées argilo-sableuses, gris jaune bleuté à partir de 50 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités faibles à moyennes pour les cultures ; usage souvent prairial
- Amélioration possible par drainage. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps ; faible aptitude au réchauffement
- Travail du sol difficile du fait de la texture lourde
- Réaliser de préférence les labours en hiver

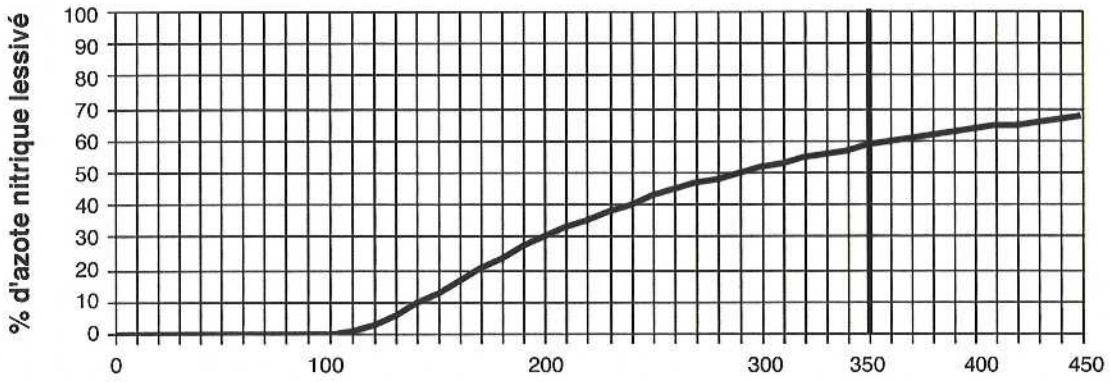
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; entretien basique non nécessaire sauf exception
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Juste suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable
- Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 22
Sable, acide, profond sur argile hydromorphe

Sol sableux, brun, acide, puis gris blanchâtre à 35 cm, reposant vers 50 cm sur une argile sableuse bariolée, puis sur une argile lourde vers 80 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol lessivé glossique à tendance planosolique
Classification RP : Luvisol-rédoxisol planosolique issu d'argile

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur des dépôts sableux qui recouvrent les collines du piémont à faible distance des Vosges gréseuses. Il correspond à un dépôt fluviatile ancien des rivières vosgiennes, constitué de dépôts sableux, sablo-argileux d'origine gréseuse et de lentilles d'argile.
Ce sol est marqué par une forte teneur en sable, surmontant un matériau très argileux et très plastique. Il se caractérise à la fois par une faible réserve en eau et une hydromorphie assez marquée.

Mise en valeur actuelle :
Forêt, maïs, jachères et prairies

Etendue estimée : 1 %

Ces sols occupent les sommets des collines proches des Vosges au dessus du vignoble

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Piémont immédiat des Vosges gréseuses

- ***Position topographique :***
  Sommets des buttes et replats des collines

- ***Matériau :***
  Sableux, acide, hydromorphe

à l'oeil (surface) :	- Surfaces en position haute dans le paysage
au toucher (surface) :	- Texture de surface sableuse à sablo-argileuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence à l'acide nulle sur tout le profil
à la tarière :	- Sol profond (80-100 cm), taches rouille à 40-50 cm ; texture argilo-sableuse à argileuse, jaunâtre, en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond sur argile hydromorphe
22

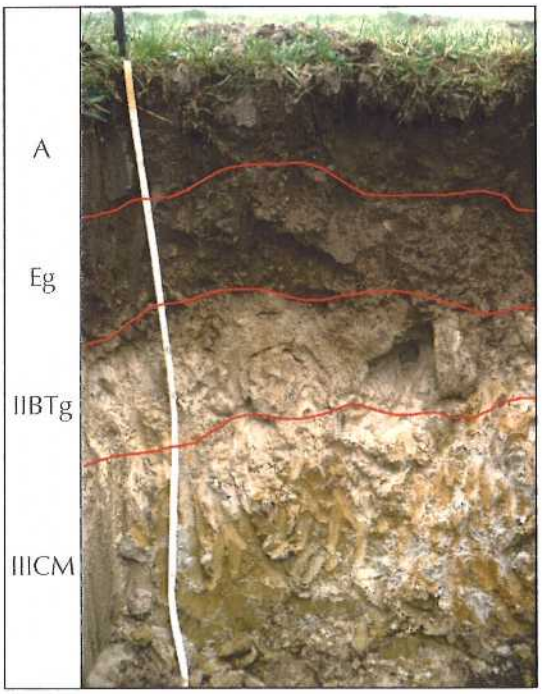
Sol sableux, brun, acide, puis gris blanchâtre à 35 cm, reposant vers 50 cm sur une argile sableuse bariolée, puis sur une argile lourde vers 80 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Pré pâturé

Niederroedern : X = 1006,9 - Y = 2459,2

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon A (0-35 cm) - Sable, brun (10 YR 33), structure particulaire, meuble, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon Eg (35-50 cm) - Sable, grisâtre (10 YR 73), structure particulaire, meuble, très friable. Peu de racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon IIBTg (50-85 cm) - Argile sableuse, jaune gris-rouille (7,5 YR 68), structure continue à éclats anguleux, compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille. Quelques pierres.

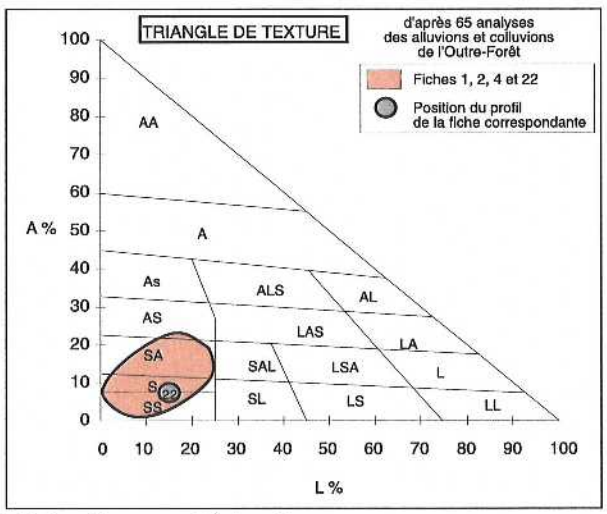
Horizon IIICM (85-120 cm) - Argile lourde, jaunâtre rouille (7,5 YR 58), structure continue, très compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	A	57,3	20,8	7,3	7,4	6,1	0,8
35-50	Eg	60,7	25,4	4,3	4,6	4,5	0,3
50-85	IIBTg	45,4	19,2	2,5	2,1	30,4	0,2
85-120	IIICM	2,1	2,4	3,1	11,4	80,2	0,6

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0	0	140	25	5,8	4,5	1,6	0,15	0,04	0,02	3,0	59
6,5	0	0	100	-	6,0	5,0	0,5	0,05	0,02	0,02	1,2	52
5,2	0	0	18	-	5,0	3,7	3,1	1,09	0,16	0,03	7,1	62
8,2	0	0	< 10	-	4,9	3,6	10,2	5,60	0,62	0,12	21,5	75



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond sur argile hydromorphe
22

Sol sableux, brun, acide, puis gris blanchâtre à 35 cm, reposant vers 50 cm sur une argile sableuse bariolée, puis sur une argile lourde vers 80 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond (60-70 cm), limité par un niveau argileux

Variabilité du sol

L'épaisseur du sable est variable de 40 à 80 cm, et peut comporter un taux de galets significatif.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-120 cm et plus) ; peu de cailloux (5 à 10 %)
- Superposition des textures : sable jusqu'à 70-80 cm (moins de 10 % d'argile), sable argileux puis argile (30 % d'argile et plus) au delà
- Indice de battance limité (R < 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,6 à 1,8 (de A à BTg)
- Réserve utile de 70 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H1 à H3
- pH compris entre 5,0-6,0 en surface
- Absence de calcaire total, complexe adsorbant fortement désaturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée
- Hydromorphie à moyenne profondeur selon le niveau du plancher argileux
- Enracinement limité par la texture à sable grossier et localement par un horizon argilo-sableux vers 70-80 cm de profondeur - Pas de risque de tassement
- Profondeur importante (plus de 100 cm le plus souvent), forte porosité favorisant l'infiltration en surface
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond sur argile hydromorphe
22

Sol sableux, brun, acide, puis gris blanchâtre à 35 cm, reposant vers 50 cm sur une argile sableuse bariolée, puis sur une argile lourde vers 80 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole souvent limité à des prairies
- Amélioration locale possible par drainage. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

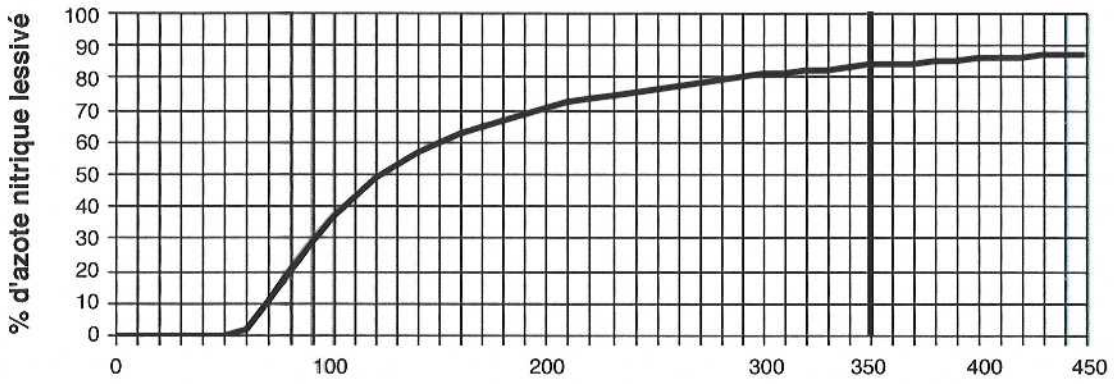
Fertilisation

- Sol très acide ; entretien basique indispensable
- Contrôler régulièrement le taux de matière organique
- Au printemps, sous cultures, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre à insuffisant à cause de la faible RU, du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'acidité naturelle de ces sols. Le contrôle du pH est indispensable, ainsi que la vérification du niveau d'excès d'eau. Seuls les sous-produits minéraux, riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains.

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 23
Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, beige rosâtre à 30 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses, jaune orangé rosâtre à partir de 60-80 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcaire
Classification RP : Calcosol issu de marne

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement à proximité du piémont des Vosges gréseuses sur des versants à pente moyenne à faible en général (marnes du Trias et du Tertiaire). Il correspond à des sols à dominante argileuse, bien structurés et qui ne présentent pas ou peu de signes d'excès d'eau.

Mise en valeur actuelle : ce sol présente de bonnes aptitudes aux cultures de printemps sur pente moyenne ; localement, sur pentes fortes, il porte souvent des prairies de fauche

Etendue estimée : < 1 %

Sur pentes faibles, ces sols sont occupés par la prairie et des cultures de maïs

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines proches du piémont des Vosges gréseuses

- ***Position topographique :***
  Versants à pente moyenne à faible

- ***Matériau :***
  Argileux, calcaire, généralement non hydromorphe

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun jaunâtre de la terre de surface
au toucher (surface) :	- Texture de surface argilo-limono-sableuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence à l'acide forte
à la tarière :	- Sol profond (> 100 cm), texture argilo-limono-sableuse en profondeur ; cailloux à 60-80 cm

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne **23**

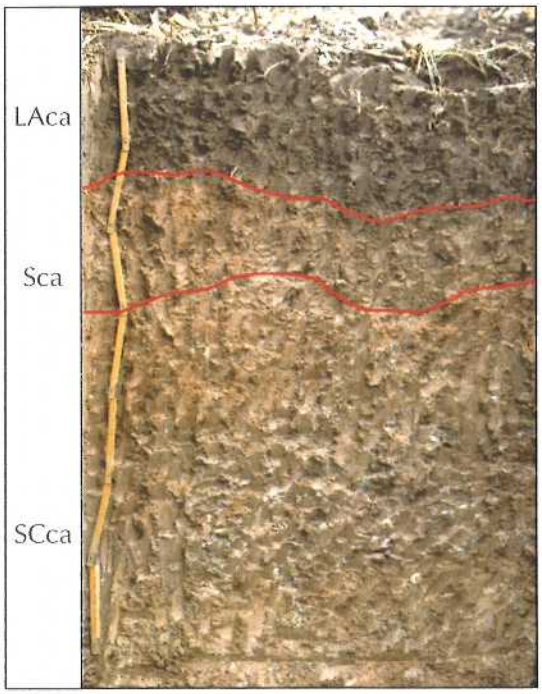
Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, beige rosâtre à 30 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses jaune orangé rosâtre à partir de 60-80 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

Oberdorf-Spachbach : X = 997,7 - Y = 2450,5

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Argile limono-sableuse, brun (7,5 YR 43), calcaire, structure polyédrique (80 mm), peu compact, non plastique. Peu de racines.

Horizon Sca (30-60 cm) - Argile limono-sableuse, beige rosâtre (5 YR 46), calcaire, structure prismatique (100 mm), compact, peu plastique. Peu de racines.

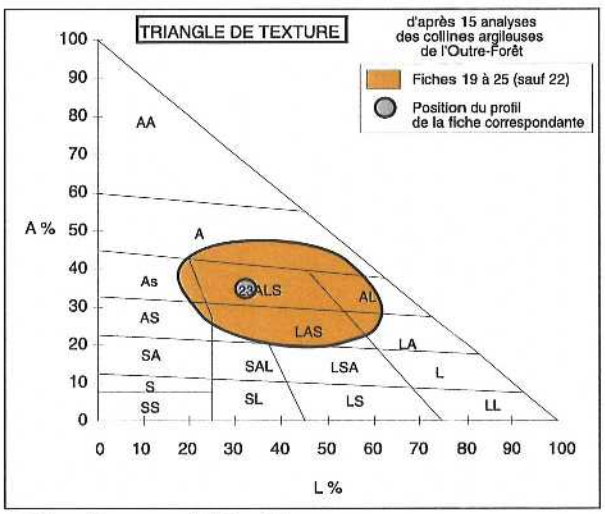
Horizon SCca (60-140 cm) - Argile limono-sableuse, orangé rosâtre (5 YR 54), calcaire, structure prismatique (200 mm), très compact, peu plastique. Très peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAca	12,3	15,8	12,8	22,5	33,4	3,0
30-60	Sca	7,2	13,2	10,6	28,7	39,7	0,4
60-140	SCca	5,3	12,3	8,0	36,2	37,9	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	22,3	2,6	69	29	8,2	7,5	44,6	3,17	0,85	0,04	15,1	sat
5,3	33,8	3,1	14	-	8,5	7,6	42,1	4,02	0,47	0,05	13,3	sat
2,8	34,3	2,4	19	-	8,6	7,6	42,1	4,81	0,43	0,05	13,1	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne
23

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, beige rosâtre à 30 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses, jaune orangé rosâtre à partir de 60-80 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement irrégulièrement profond (60 à 100 cm)

Variabilité du sol

Hormis quelques variations locales de profondeur, les caractéristiques de ce sol sont assez homogènes.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol irrégulièrement profond (60 à 100 cm et plus) ; pas ou peu de cailloux (< 5 %)
- Superposition des textures : argile limono-sableuse (28 à 35 % d'argile), parfois argile à argile sableuse en profondeur
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,5 à 1,8 (de LAca à SCca)
- Réserve utile de 120 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2
- pH compris entre 7,5 et 8,0
- Calcaire total > 20-30 % en surface, et plus en profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau limitée (hydromorphie localisée à 60-80 cm de profondeur)
- Réserve utile moyenne
- Texture assez lourde
- Pas ou peu de risques de tassement

- Profondeur variable (50-60 cm à plus de 100 cm), substrat plus ou moins perméable, ressuyage lent
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible lors des pluies orageuses
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne

23

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, beige rosâtre à 30 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses, jaune orangé rosâtre à partir de 60-80 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités moyennes pour les cultures ; usage prairial associé à des cultures de maïs
- Amélioration possible localement par drainage (captage de mouillères). Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps ; faible aptitude au réchauffement
- Travail du sol difficile du fait de la texture lourde
- Réaliser de préférence les labours en hiver

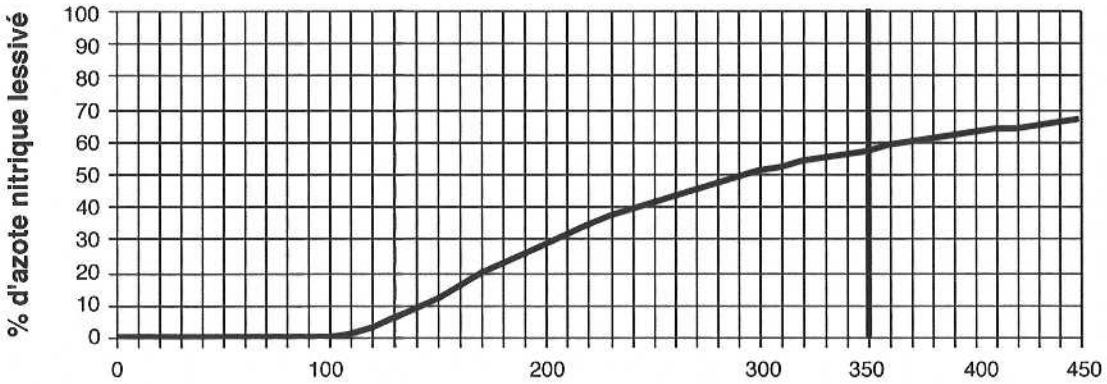
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; entretien basique non nécessaire
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est utile. Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat
24

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30 cm, reposant sur une argile décarbonatée, puis calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 100-150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcique hydromorphe
Classification RP : Calcisol rédoxique issu de marne et conglomérat

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement à proximité du piémont des Vosges gréseuses sur des versants à pente faible et sur des plateaux (conglomérat du Tertiaire). Il correspond à des sols à dominante argileuse, assez compacts d'une couleur caractéristique brun rougeâtre décelable en surface et qui présente des signes d'excès d'eau plus ou moins affirmés, ce qui les différencient des sols de la fiche 25 qui restent sains.

Mise en valeur actuelle : ce sol présente de bonnes aptitudes aux cultures de printemps sur pente faible ; sur pentes plus importantes, il porte souvent des prairies de fauche

Etendue estimée : 1 %

Le conglomérat caillouteux situé à la base de ces sols est décelable en surface

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines proches du piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Versants à pente faible à moyenne concaves, plateaux
- ***Matériau :***
  Argileux, calcaire, généralement hydromorphe

à l'oeil (surface) :	- Couleur brun rougeâtre de la terre de surface
au toucher (surface) :	- Texture de surface limono-argilo-sableuse à argilo-limono-sableuse
à la pissette (HCl) :	- Effervescence à l'acide nulle en surface, forte au-delà de 1 m
à la tarière :	- Sol profond (> 100 cm) ; texture argilo-limono-sableuse à argileuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat
24

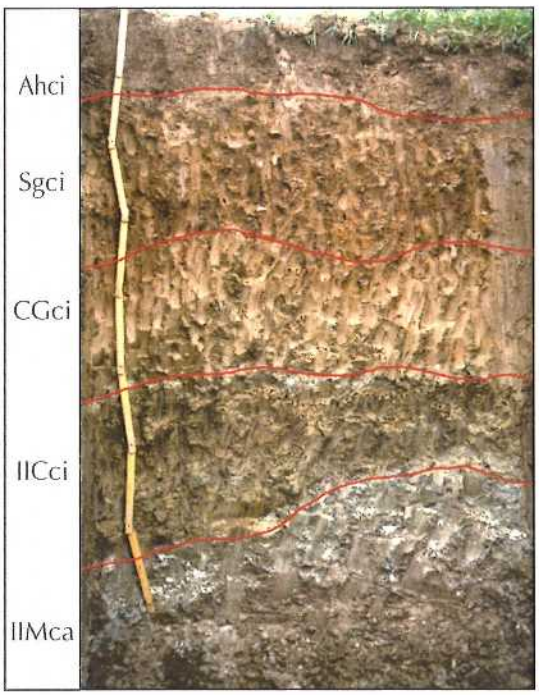
Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30 cm, reposant sur une argile décarbonatée, puis calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 100-150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en pré

Mitschdorf : X = 998,3 - Y = 2452,2

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ahci (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun rougeâtre (10 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sgci (25-70 cm) - Argile limono-sableuse, beige orangé (7,5 YR 56), non calcaire, structure polyédrique (50 mm) à prismatique (100 mm), compact, plastique. Peu de racines.

Horizon CGci (70-100 cm) - Argile, orangé jaunâtre (2,5 Y 63), non calcaire, structure continue, très compact, plastique. Très peu de racines. Taches gris rouille assez nombreuses.

Horizon IICci (100-150 cm) - Argile limono-sableuse, gris jaunâtre (5 Y 62), non calcaire, structure prismatique (100 mm), très compact, peu plastique. Nombreuses taches gris-rouille.

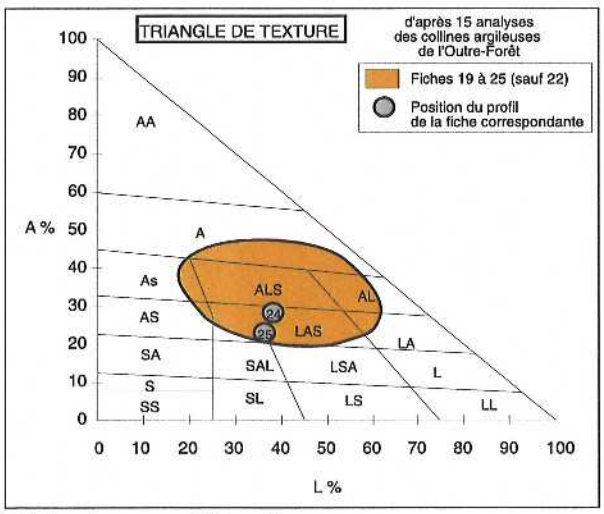
Horizon IIMca (> 150 cm) - Argile, orangé rosâtre (5 YR 54), calcaire, structure prismatique (100 mm), très compact, peu plastique.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	Ahci	15,8	12,8	17,0	22,0	28,0	4,3
25-70	Sgci	13,8	10,1	12,4	25,2	39,8	0,5
70-100	CGci	6,8	1,3	6,6	36,7	54,2	0,4
100-150	IICci	7,6	30,7	20,5	13,0	34,6	0,2
> 150	IIMca	8,2	8,8	4,8	43,6	49,6	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0,4	-	35	19	7,1	6,5	21,0	1,98	0,38	0,06	17,6	sat
6,1	0,3	-	13	-	7,9	6,8	21,8	3,62	0,38	0,08	18,0	sat
4,6	0,3	-	30	-	8,1	6,9	25,5	5,36	0,51	0,09	19,5	sat
4,0	0,4	-	100	-	8,1	7,0	18,3	3,87	0,53	0,08	15,5	sat
2,7	29,2	10,2	24	-	8,6	7,5	47,8	4,71	0,53	0,10	17,3	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat

24

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30 cm, reposant sur une argile décarbonatée, puis calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 100-150 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement moyennement profond (60-100 cm)

Variabilité du sol

Hormis quelques variations locales de profondeur (voir fiche 25), les caractéristiques de ce sol sont assez homogènes.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond (60 à 100 cm) ; quelques cailloux par place en surface (5 à 10 %)
- Superposition des textures : argile limono-sableuse (28 à 35 % d'argile), argile limono-sableuse à argile (35 à 60 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (de Ahci à CGci)
- Réserve utile de 120 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 à H3
- pH compris entre 7,0 et 8,0
- Calcaire total > 0-2 % en surface, et 20-30 % en profondeur (à 100-150 cm), complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau plus ou moins marquée (hydromorphie à 30-60 cm de profondeur)
- Réserve utile moyenne
- Texture lourde, voire très lourde
- Pas ou peu de risques de tassement
- Profondeur variable (60-80 cm à localement plus de 100-150 cm), substrat plus ou moins perméable, ressuyage lent
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible lors des pluies orageuses
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur juste suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat

24

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30 cm, reposant sur une argile décarbonatée, puis calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 100-150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités faibles à moyennes pour les cultures sur pentes importantes ; usage souvent prairial sur les plus fortes pentes
- Amélioration possible par drainage. Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps ; faible aptitude au réchauffement
- Travail du sol difficile du fait de la texture lourde
- Réaliser de préférence les labours en hiver

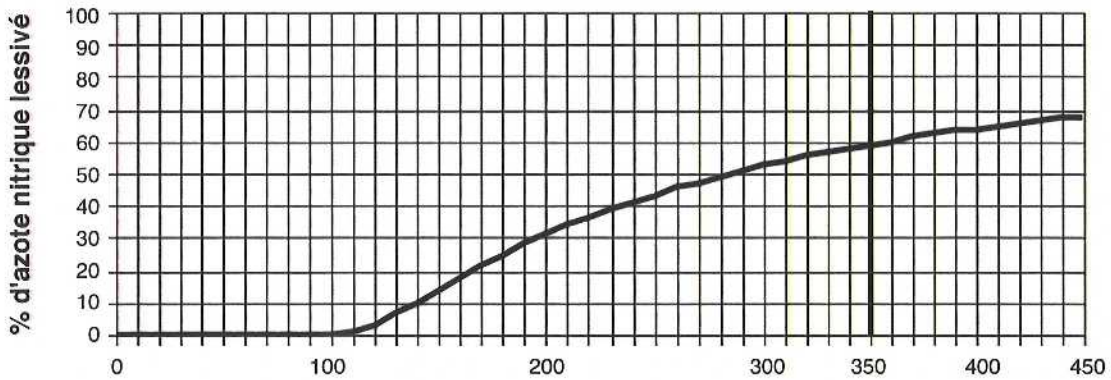
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; entretien basique non nécessaire sauf exception
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Juste suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable
- Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat
25

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30 cm, reposant sur une argile décarbonatée, puis calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 80-100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcique
Classification RP : Calcisol issu de marne et conglomérat

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement sur les collines proches du piémont des Vosges gréseuses sur des versants à pente moyenne convexes et sur les buttes (conglomérat du Tertiaire). Il correspond à des sols à dominante argileuse, assez compacts, d'une couleur caractéristique brun rougeâtre décelable en surface ; ils sont limités en profondeur à 70-100 cm par un conglomérat caillouteux et ne présentent pas de signes d'excès d'eau, contrairement aux sols de la fiche 24 qui sont hydromorphes.

Mise en valeur actuelle : ce sol présente de bonnes aptitudes aux cultures de printemps sur pente faible ; sur pentes plus importantes, il porte souvent des prairies de fauche

Etendue estimée : < 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Collines proches du piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :***
  Versants à pente moyenne convexes, buttes
- ***Matériau :***
  Argileux, calcaire, généralement non hydromorphe

à l'oeil (surface) :		- Couleur brun rougeâtre de la terre de surface
au toucher (surface) :		- Texture de surface limono-argilo-sableuse à argilo-limono-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Effervescence à l'acide nulle en surface, forte vers 80-100 cm
à la tarière :		- Sol profond (80-100 cm) ; texture argilo-limono-sableuse à argileuse en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (60 à 100 cm et plus) ; quelques cailloux (< 10 %)

- Superposition des textures : limono-argilo-sableuse à argile limono-sableuse (25 à 35 % d'argile), argile limono-sableuse à argile (35 à 45 % d'argile) en profondeur

- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4

- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (de Aci à SCci)

- Réserve utile de 80 à 100 mm pour un enracinement de 60 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 à H2
- pH compris entre 7,0 et 8,0
- Calcaire total < 2 % en surface, de 5 à 20-30 % en profondeur (à 80-100 cm et plus), complexe adsorbant saturé

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat
25

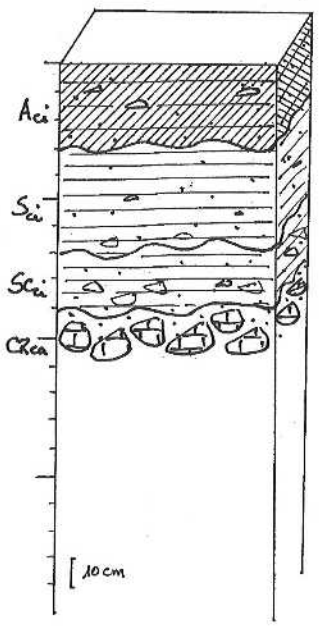
Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30 cm, reposant sur une argile décarbonatée, puis calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 80-100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Goersdorf : X = 998,4 - Y = 2452,3

Novembre 2002 - Parcelle en pré

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Aci (0-30 cm) - Limon argilo-sableux, brun rougeâtre (7,5 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sci (30-70 cm) - Argile limono-sableuse, beige orangé (7,5 YR 54), non calcaire, structure polyédrique (50 mm) à prismatique (100 mm), compact, peu plastique. Peu de racines.

Horizon SCci (70-90 cm) - Argile limono-sableuse, orangé jaunâtre (7,5 YR 56), non calcaire, structure continue, très compact, peu plastique. Très peu de racines.

Horizon CRca (90-100 cm) - Nombreux cailloux emballés dans une matrice argileuse, calcaire, gris rosâtre, très compact.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	Aci	20,9	13,3	18,0	18,5	26,8	2,4
30-70	Sci	17,8	13,5	17,4	20,0	30,4	0,7
70-90	SCci	10,8	15,3	16,1	24,1	33,0	0,5
90-100	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	0,6	0	140	71	7,8	7,1	16,8	2,13	0,85	0,02	14,0	sat
7,3	2,2	1,0	23	-	8,2	7,3	38,2	2,08	0,38	0,04	13,0	sat
6,9	5,8	2,0	20	-	8,3	7,4	43,9	2,08	0,34	0,04	12,4	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau rarement marquée. Une hydromorphie à 60-80 cm de profondeur apparaît très localement
- Réserve utile moyenne
- Texture lourde

- Profondeur variable (limitée à 60-100 cm), substrat plus ou moins perméable, ressuyage lent
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible lors des pluies orageuses

- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause du risque très élevé de lessivage des nitrates. Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 26
Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30-60 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 80-100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun calcique
Classification RP : Calcisol issu de marne gréseuse

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement dans les collines proches du piémont des Vosges gréseuses sur des versants localisés à pente faible (marnes gréseuses). Il correspond à des sols à dominante limono-sablo-argileuse en surface, et deviennent argilo-sableux en profondeur, assez compacts et d'une couleur caractéristique beige rosâtre décelable en surface. Ces sols peuvent présenter des signes d'excès d'eau plus ou moins affirmés à moyenne profondeur.

Mise en valeur actuelle : ce sol porte souvent des prairies de fauche ou des pâtures, plus rarement des vignes ou du maïs

Etendue estimée : << 1 %

Ces sols correspondent le plus souvent aux espaces prairiaux situés entre les forêts du pied des Vosges gréseuses visibles au second plan derrière le village

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :*** Collines proches du piémont des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :*** Versants à pente faible
- ***Matériau :*** Limono-sablo-argileux à argilo-sableux, calcaire, moyennement hydromorphe

à l'oeil (surface) :		- Couleur beige rosâtre de la terre de surface
au toucher (surface) :		- Texture de surface limono-sablo-argileuse à argilo-limono-sableuse
à la pissette (HCl) :		- Effervescence à l'acide nulle en surface, forte au-delà de 1 m
à la tarière :		- Sol profond (> 100 cm) ; texture argilo-limono-sableuse, plus rarement argileuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 26
Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse

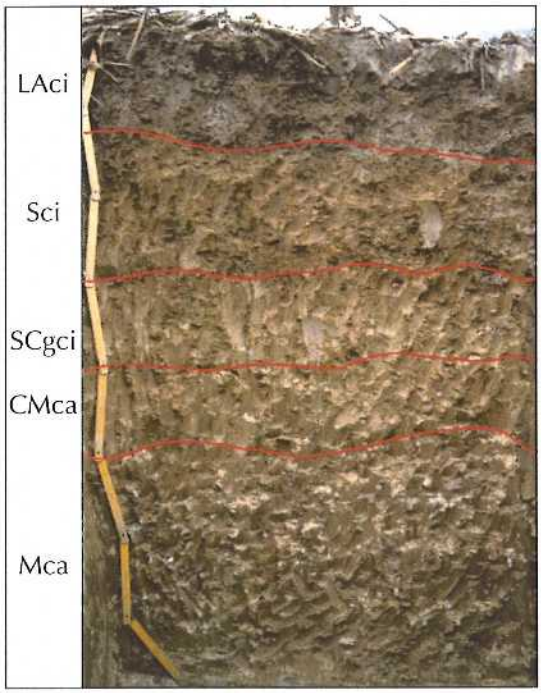
Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30-60 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 80-100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle en maïs

Goersdorf : X = 999,2 - Y = 2453,6

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAci (0-30 cm) - Limon sablo-argileux, brun (7,5 YR 43), non calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sci (30-60 cm) - Argile limono-sableuse, beige orangé (7,5 YR 46), non calcaire, structure polyédrique (50 mm), compact, peu plastique. Peu de racines.

Horizon SCgci (60-80 cm) - Argile limono-sableuse, orangé jaunâtre (2,5 Y 63), non calcaire, structure continue, compact, plastique. Très peu de racines. Quelques taches rouille et noires.

Horizon CMca (80-100 cm) - Argile limono-sableuse, orangé rosâtre (7,5 YR 56), calcaire, structure continue, très compact, non plastique. Pas de racines. Quelques cailloux.

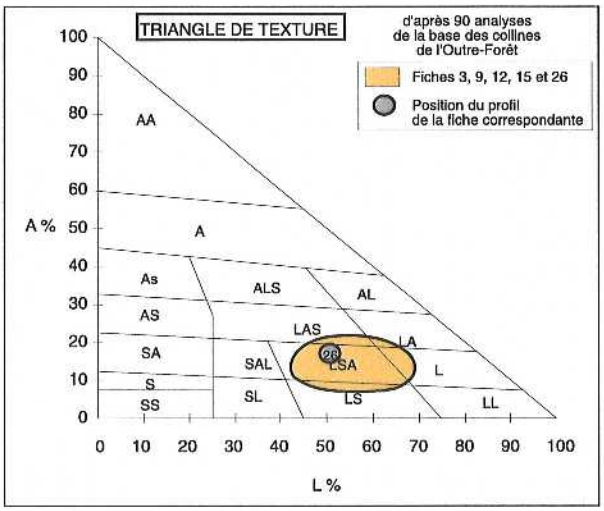
Horizon Mca (100-150 cm) - Argile, rosâtre (5 YR 56), calcaire, structure prismatique (200 mm), très compact, non plastique. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAci	19,7	11,3	25,7	23,9	17,1	2,2
30-60	Sci	12,2	8,0	20,1	25,2	33,7	0,6
60-80	SCgci	15,3	6,0	9,3	24,8	44,0	0,4
80-100	CMca	8,5	8,6	12,2	34,9	35,4	0,3
100-150	Mca	3,5	3,4	11,6	41,1	40,0	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,9	0	-	230	130	7,1	6,4	9,9	1,34	0,91	0,04	10,3	sat
6,2	0,4	-	10	-	8,0	6,8	18,2	2,08	0,53	0,09	15,0	sat
4,7	0,8	-	88	-	8,1	7,1	28,6	2,33	0,43	0,14	17,7	sat
4,0	25,1	5,5	10	-	8,5	7,6	46,1	1,88	0,38	0,10	13,3	sat
2,5	35,9	10,6	20	-	8,5	7,6	46,1	2,28	0,40	0,08	13,9	sat



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse

26

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30-60 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 80-100 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond, sans obstacle particulier (80-100 cm et plus)

Variabilité du sol

La texture de surface peut varier de LSA à LAS ou à SAL, de même que sa profondeur (30 à 60 cm le plus souvent).

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : limon sablo-argileux (15 à 20 % d'argile), argile limono-sableuse à argile (30 à 40 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance limité (R < 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,5 à 1,6 (de LAci à SCgci)
- Réserve utile de 140 mm pour un enracinement de 80 cm
- Classe d'hydromorphie : H2
- pH compris entre 7,0 et 8,0
- Calcaire total < 2 % en surface à 20-30 % en profondeur (à 100 cm), complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau plus ou moins marquée (hydromorphie à 50-60 cm de profondeur)
- Réserve utile moyenne à forte
- Texture légère en surface, plus lourde en profondeur
- Risque de tassement localisé en surface

- Profondeur assez homogène (100-150 cm), substrat plus ou moins perméable, ressuyage assez lent
- Faible sensibilité à la battance, mais érosion en rigoles possible lors des pluies orageuses
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse
26

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, devenant argilo-limono-sableux, beige orangé à 30-60 cm, reposant sur une argile calcaire à passées caillouteuses orangé rosâtre à partir de 80-100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole très souvent prairial ; potentiel de rendement limité en grandes cultures
- Amélioration locale possible par drainage (captage des mouillères). Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau, il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires

Praticabilité et travail du sol

- Ressuyage lent au printemps ; faible aptitude au réchauffement
- Travail du sol difficile au delà de 15-20 cm du fait de la texture lourde sous jacente
- Réaliser de préférence les labours en hiver

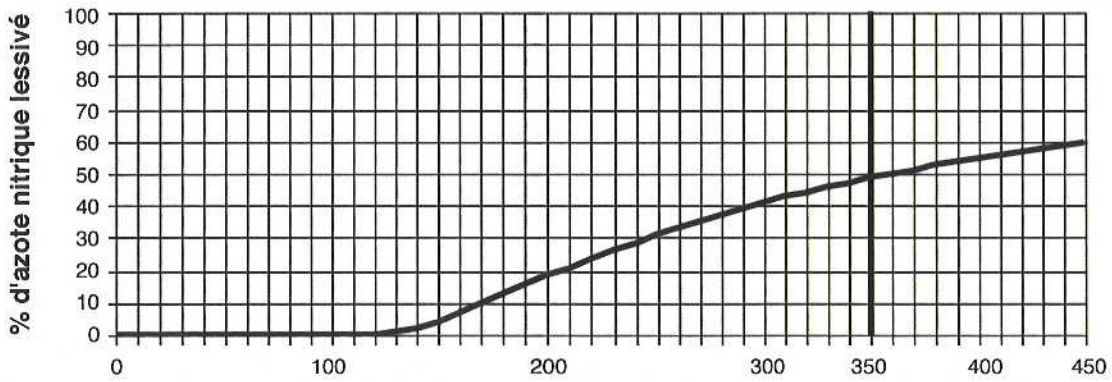
Fertilisation

- Sol saturé en bases ; entretien basique non nécessaire sauf exception
- Au printemps, sous cultures, fractionner les apports d'azote en 2 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est utile. Le risque élevé de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible.

Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses **27**

Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm sur un sable d'abord beige clair, puis à 120 cm au moins sur un sable rosâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun acide
Classification RP : Colluviosol pachique issu de colluvions gréseuses

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement au pied des Vosges gréseuses de façon localisée sur les parties concaves des versants. Il correspond à des sols à dominante sableuse à sablo-limoneuse en surface, et sur toute la profondeur, d'une couleur d'abord beige clair, puis rosâtre. Ces sols présentent souvent un faible taux de matière organique, mais homogène sur au moins 1 m de profondeur.

Mise en valeur actuelle : ce sol porte souvent des prairies de fauche ou des pâtures, ou des vignes

Etendue estimée : < 1 %

Ces sols occupent souvent les vallons herbagers prolongeant les Vosges gréseuses

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :***
  Piémont immédiat des Vosges gréseuses

- ***Position topographique :***
  Versants à pente concave

- ***Matériau :***
  Sableux à sablo-limoneux, acide, non hydromorphe

à l'oeil (surface) :		- Couleur beige clair de la terre de surface
au toucher (surface) :		- Texture de surface sablo-limoneuse à sableuse
à la pissette (HCl) :		- Effervescence à l'acide nulle
à la tarière :		- Sol profond (> 100 cm) ; texture sableuse, plus rarement sablo-limoneuse en profondeur

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses **27**

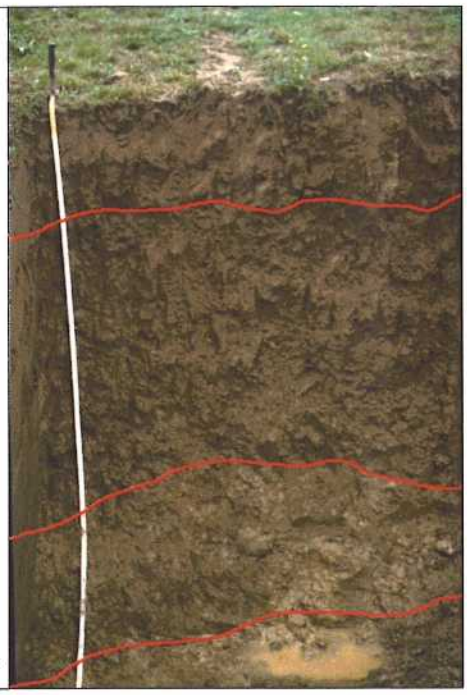
Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm sur un sable d'abord beige clair, puis à 120 cm au moins sur un sable rosâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 2002 - Parcelle de vigne

Rott : X = 1007,2 - Y = 2461,9

Profil typique



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Sable, brun clair (10 YR 43), structure particulaire (2 mm), meuble, friable. Nombreuses racines.

Horizon AS (30-120 cm) - Sable, beige clair (10 YR 44), non calcaire, structure particulaire (2 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon S(g) (120-160 cm) - Sable, gris blanchâtre (10 YR 64), non calcaire, structure particulaire à polyédrique (60 mm), peu compact, peu friable. Peu de racines. Rares taches rouille.

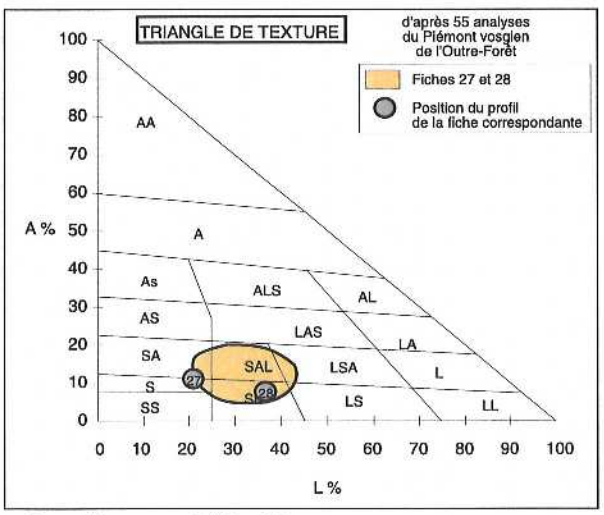
Horizon SC(g) (160-180 cm) - Sable, rosâtre (7,5 YR 64), non calcaire, structure polyédrique (100 mm) à particulaire, peu compact, peu friable. Pas de racines. Rares taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	41,9	27,2	9,7	11,3	9,1	0,4
30-120	AS	43,7	25,0	9,2	11,8	9,8	0,3
120-160	S(g)	40,7	28,2	10,3	10,2	10,2	0,2
160-180	SC(g)	39,1	28,4	10,3	9,4	12,4	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	0	-	160	37	6,1	4,9	2,0	0,25	0,11	0,02	3,3	73
10,0	0	-	190	-	6,4	5,3	2,2	0,22	0,09	0,02	2,8	89
6,3	0	-	110	-	6,5	5,1	1,9	0,22	0,05	0,02	2,2	99
5,1	0	-	86	-	6,5	5,1	2,4	0,34	0,09	0,02	3,0	96



Variabilité des textures de surface :
Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Outre-Forêt.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n° 27
Sable, acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses

Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm sur un sable d'abord beige clair, puis à 120 cm au moins sur un sable rosâtre.

Enracinement du maïs

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

Enracinement profond (100-120 cm), néanmoins limité par la texture grossière

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus) ; pas de cailloux
- Superposition des textures : sable à sable limoneux (moins de 10 % d'argile) sur tout le profil
- Indice de battance généralement limité (R < 1,4), plus élevé si MO < 1 %
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,5 à 1,8 (de LA à Sg)
- Réserve utile de 120 mm pour un enracinement de 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 5,0 et 6,5
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant partiellement désaturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau limitée du fait de la texture grossière
- Enracinement limité par la texture à sable grossier et localement par un horizon plus humide vers 100-120 cm de profondeur
- Pas de risque de tassement
- Profondeur importante (plus de 100 cm le plus souvent), forte porosité favorisant une infiltration très rapide
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable, acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses **27**

Sol sableux, brun, acide, reposant à 30 cm sur un sable d'abord beige clair, puis à 120 cm au moins sur un sable rosâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole limité hors vignoble à des herbages

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions

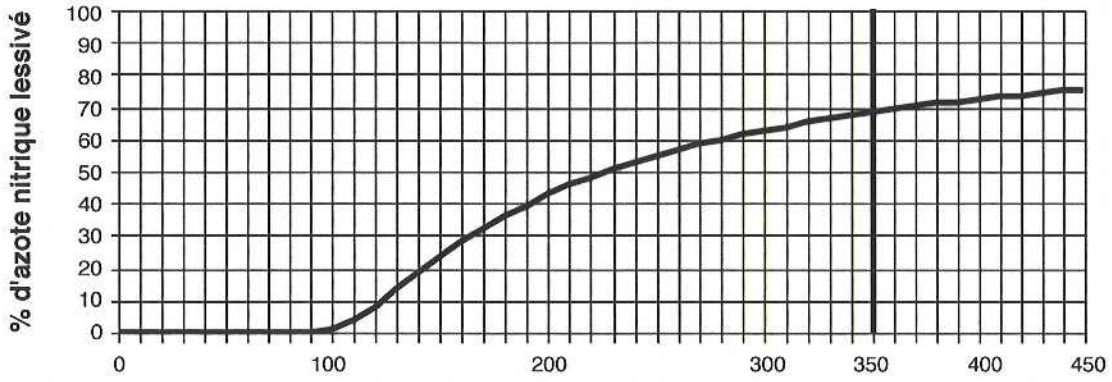
Fertilisation

- Sol naturellement acide ; entretien basique indispensable
- Contrôler régulièrement le taux de matière organique
- Au printemps, sous cultures, les apports d'engrais azoté doivent être fractionnés en 3 fois

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 350 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'acidité des sols
- Les sous-produits organiques, riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains sous réserve de respecter un calendrier d'épandage limitant le risque de lessivage des nitrates. Il faut vérifier régulièrement l'état calcique des sols.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse **28**

Sol sablo-limoneux, noirâtre, acide, puis beige jaunâtre à 10 cm, reposant au-delà de 40-50 cm sur une dalle gréseuse.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini
Classification CPCS : Sol brun acide peu profond
Classification RP : Alocrisol leptique issu de grès à voltzia

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe généralement au piémont immédiat des Vosges gréseuses de façon localisée dans des prés imbriqués dans des parcelles forestières. Il correspond à des sols à dominante sablo-limoneuse à limono-sableuse en surface, et sur toute la profondeur, d'une couleur beige clair sous l'horizon de la surface, puis jaunâtre sur grès fin à Voltzia. Ces sols présentent souvent un taux de matière organique élevé.

Mise en valeur actuelle : ce sol porte souvent des prairies de fauche ou des pâtures, et se trouve en lisière de forêt vosgienne

Etendue estimée : << 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- ***Localisation géographique :*** Piémont immédiat des Vosges gréseuses
- ***Position topographique :*** Versants à pente rectiligne
- ***Matériau :*** Sablo-limoneux à limono-sableux, très acide, non hydromorphe

à l'oeil (surface) : - Couleur à tendance jaunâtre sous l'horizon de surface Cailloux et blocs possibles

au toucher (surface) : - Texture de surface à sable limoneux

à la pissette (HCl) : - Pas d'effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière : - Sol peu profond (30-40 m) ; texture sablo-limoneuse, limono-sableuse jaunâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu profond (30-40 cm) ; cailloux, pierres et blocs possibles (10 à 30 %)

- Superposition des textures : sable limoneux à limon sableux (moins de 10-12 % d'argile)

- Indice de battance généralement limité (R < 1,4, plus élevé si MO < 1 %)
- Classe de stabilité structurale : 1

- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de Ah à Sal)

- Réserve utile de 70 mm pour un enracinement de 60 cm
- Classe d'hydromorphie : H0

- pH compris entre 4,5 et 5,5
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant fortement désaturé

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

Région naturelle n° 1
Outre-Forêt

Fiche de sol n°
Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse **28**

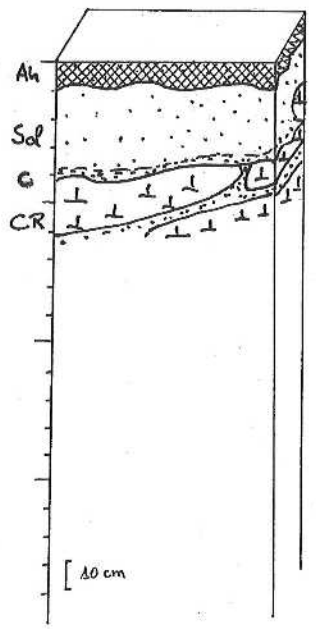
Sol sablo-limoneux, noirâtre, acide, puis beige jaunâtre à 10 cm, reposant au-delà de 40-50 cm sur une dalle gréseuse.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Goersdorf : X = 997,7 - Y = 2456,1

Novembre 2002 - Parcelle de pré (en limite forestière)

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-10 cm) - Sable limoneux, brun noir (7,5 YR 21), structure polyédrique (5 à 10 mm), peu compact, non friable. Très nombreuses racines.

Horizon Sal (10-40 cm) - Sable limoneux, beige jaunâtre (7,5 YR 74), structure polyédrique (30 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon C (40-50 cm) - Cailloux gréseux enrobés de sable argileux, jaune blanchâtre, compact. Quelques racines.

Horizon CR (> 50 cm) - Dalle gréseuse.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-10	Ah	29,2	17,8	16,5	18,1	8,7	9,6
10-40	Sal	36,9	18,0	15,9	16,0	12,0	1,0
40-50	C	40,3	27,3	4,8	5,1	22,2	0,2
> 50	CR	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, IH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
20,0	0	-	< 10	12	4,5	3,4	2,4	0,69	0,60	0,05	13,2	29
16,0	0	-	< 10	-	5,1	4,2	0,4	0,09	0,23	0,02	4,8	15
7,8	0	-	< 10	-	5,1	4,0	2,9	1,98	0,21	0,06	6,5	80
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau très limitée
- Enracinement limité par des dalles de grès vers 30-40 cm de profondeur

- Profondeur faible, forte porosité favorisant une infiltration très rapide
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU, du risque très élevé de lessivage des nitrates et du pH naturellement < 5,0
- Seuls les sous-produits minéraux, riches en calcium peuvent être épandus avec un intérêt agronomique sur ces terrains.

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
Financement : Région Alsace - Agence de l'eau Rhin-Meuse

Réalisation : Sol Conseil - ARAA
Guide des sols d'Alsace « Outre-Forêt » © Région Alsace 2005

CHAPITRE 6

SYNTHESE AGRONOMIQUE PAR THEMES

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

10 thèmes sont traités de façon plus ou moins détaillée selon l'importance locale des phénomènes en cause. Le lecteur pourra dans la plupart des cas trouver :

- Une analyse générale de la thématique
- Les données et conclusions spécifiques à la petite région naturelle

Connaissances générales	Thématique	Données spécifiques
	Fertilisation phosphatée et potassique	P 154
	Entretien calcique et magnésien des sols	P 154
	Praticabilité des terrains	P 155
P 156-159	Sols hydromorphes et drainage	P 160
P 161-162	Sols et irrigation	P 163-164
	Inondations	P 165
P 165-179	Sols, ruissellement, érosion et flux associés	P 177-179
P 180-190	Sols et lessivage des nitrates	P 183-185, 187-188
P 190-191	Sols et devenir des produits phytosanitaires	
P 192-199	Pouvoir épurateur des sols	P 199-203

6.1. LA FERTILISATION PHOSPHATEE ET POTASSIQUE

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

Dans l'Outre-Forêt, les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables (fiches 5, 6 et localement 17 et 18) présentent un bon niveau de réserves nutritives, du fait d'un taux de matière organique relativement élevé et d'une minéralisation lente de ces réserves. Toutefois, même en cas d'excès de matière organique, ces sols ne posent pas de problèmes de rétrogradation du potassium, comme c'est le cas dans les Rieds de la plaine d'Alsace, du fait de types d'argiles différents.
Traditionnellement, dans l'Outre-Forêt, l'ensemble des sols présentent dans environ 2 cas sur 3 un déficit de phosphore et de potasse qui doit être surveillé et corrigé lors des apports d'engrais.

6.2. L'ENTRETIEN CALCIQUE ET MAGNESIEN DES SOLS

Parmi tous les types de sols représentés dans la région de l'Outre-Forêt, certains méritent une attention particulière quant à la surveillance de l'état calcique. Ce sont principalement les sols développés sur lehm-loess et lehm (fiches 10 à 15) dont le pH peut tomber vers 5,5 en l'absence de chaulage, ceux sur alluvions des rivières avec amont de lehm (fiches 17 et 18) ainsi que ceux des alluvions d'origine vosgienne (fiches 1 à 6).

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 loess et matériaux calcaires (calcaires durs, marnes...) ne présentent pas de problèmes de pH. Les terrains sont de nature calcaire. Localement toutefois, les terrains argilo-marneux (fiches 21 et 22) et d'origine gréseuse peuvent présenter des plages de décalcification (fiche 26) ou d'acidification (fiches 27 et 28) liées au lessivage du calcium dans les parcelles cultivées.

De nombreux sous-produits industriels riches en calcium sont disponibles dans la région ou à proximité de celle-ci. Ils permettent d'envisager le chaulage ou l'entretien calcique à moindre coût. Ainsi de nombreux épandages déjà réalisés dans la région, ont une influence sur le pH de surface de sols naturellement décarbonatés, voire acides (pH voisin de 6), dont les valeurs deviennent alors souvent supérieures à 7, au moins dans les horizons de surface.

6.3. LA PRATICABILITE DES TERRAINS

De ce point de vue, les sols d'Outre-Forêt peuvent être classés en 3 catégories.

- **les sols superficiels plutôt sablo-limoneux et le plus souvent filtrants (fiches 1 à 4 et 26 à 28)**

Ceux-ci ont une texture légère (LS-SL, S-SA à LSa) et sont de ce fait faciles à travailler. La plupart de ces sols sont acides. Ils présentent un taux de matière organique de 2 à 3 % et plus et sont donc assez stables.

Ils sont peu ou pas sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage rapide. Ils sont cependant superficiels ou très filtrants et peuvent localement nécessiter la mise en oeuvre des techniques d'irrigation.

- **les sols limoneux, profonds, sains (fiches 7 à 9 et 16) ou hydromorphes (fiches 10 à 15 et 17, 18)**

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

- un taux de matière organique entretenu dans l'horizon labouré, (leur stabilité structurale est relativement bonne dès que les taux de matière organique sont supérieurs à 2 ou 3%)
- des apports de carbonate de calcium dans quelques cas.

Dans les loess (fiches 7 à 9 et 16), cette dernière condition est le plus souvent remplie (le loess est par nature un limon calcaire), seul le taux d'humus et les temps de ressuyage sont à contrôler. Dans les autres sols limoneux plus ou moins décarbonatés, voire acides et hydromorphes (fiches 10 à 15, 17 et 18 et plus particulièrement 13), il est préférable d'y ajouter des pratiques de chaulage régulières.

Ces sols (fiches 13 à 15 et 17 à 18) peuvent également nécessiter un drainage (cf.§ 6.4.3). De nombreux sols sont potentiellement drainables dans l'Outre-Forêt.

- **les sols hydromorphes, inondables en fonds de vallées, et les sols plutôt argileux ou à plancher argileux des collines (fiches 5, 6 et 19 à 25)**

Leur texture est le plus souvent limono-argileuse, argilo-limoneuse ou argileuse (LA, AL ou A) dès la surface (plus de 30 à 35 % d'argile), puis argileuse. Ceci les rend difficiles à travailler, même en conditions ressuyées. S'y ajoutent les problèmes d'hydromorphie liée à la présence d'une nappe à faible profondeur pour les fiches 22, 23 et 24.

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

6.4. LES SOLS HYDROMORPHES ET LE DRAINAGE

6.4.1. Généralités

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

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

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

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

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

Les services de l'Etat dont l'objectif est de protéger certaines zones humides, sont amenés à adopter une autre définition. En effet la loi sur l'Eau de 1999 prévoyait que les zones humides fassent en particulier « l'objet d'une préservation en vue d'assurer une gestion équilibrée de la ressource en eau ». Ces zones humides concernent ici « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire ; la végétation quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Pour ces 2 ensembles (terres humides et zones humides), les travaux suivants « sont soumis à autorisation (A) ou à déclaration (D) suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et le milieu aquatique :

- la réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie
  - supérieure ou égale à 100 ha (A),
  - supérieure à 20 ha, mais inférieure à 100 ha (D),
- l'assèchement, l'imperméabilisation ou le remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée étant
  - supérieure ou égale à 10 000 m^2 (A),
  - supérieure à 1 000 m^2, mais inférieure à 10 000 m^2 (D) ».

Aujourd'hui, le drainage subventionné dans l'Outre-Forêt est épisodique et localisé dans la partie ouest de la petite région. Il faut toutefois savoir qu'en moyenne en France, et en Alsace comme ailleurs, la moitié des surfaces effectivement drainées sont réalisées hors de toute aide.
Des drainages sont donc vraisemblables dans toute la région. Dans ce cas, les études préalables (topographie, pédologie, hydraulique) initiées dans le cadre des secteurs de référence drainage dans les années 80, assorties d'un volet environnemental, peuvent permettre de vérifier le bien fondé du drainage, de juger de son opportunité et de proposer, le cas échéant, une mise en oeuvre visant à réduire les impacts environnementaux.

6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre

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

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

Les effets du drainage par tuyaux enterrés doivent être distingués suivant les 2 situations type : terres humides d'une part, zones humides d'autre part. Ils sont présentés dans les 2 tableaux suivants, en regard des questions les plus fréquemment posées au sujet de cette technique (tableau p. 158 «Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire» et tableau p. 159 «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 ➧*précautions à adopter*	Effets positifs
Les pratiques agricoles	L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps avec comme conséquence un risque d'accroissement des surfaces de sols nus en hiver. ➧*La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.*	L'amélioration de la praticabilité des parcelles et la réduction de la variabilité des rendements permettent des interventions techniques mieux ajustées en fertilisation et en protection phytosanitaire.
L'alimentation en eau des cultures		Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation de la réserve en eau des sols.
Les crues du réseau hydrographique	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. ➧*Ne pas surcreuser les fossés de collecte. Raisonner les aménagements à l'échelle du bassin versant en prévoyant des ouvrages de laminage des crues à l'aval des zones drainées. Par exemple, dimensionner les ouvrages de franchissement des chemins pour qu'ils participent à ce laminage.* ➧*Retenir un débit de projet d'assainissement agricole sur la base du débit moyen journalier de fréquence annuelle au lieu de décennale.*	Effet tampon: dans les parcelles, la diminution du ruissellement et l'augmentation de la capacité de stockage pour l'eau du sol réduit les débits de crue pour les événements les plus courants. Cet effet disparaît avec des pluies intenses ou de longue durée. Dans ce cas, le drainage n'a plus d'influence positive car la saturation du sol est totale.
Le transfert des éléments solubles : nitrates, certains produits phytosanitaires	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. 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. Les éventuelles zones dénitrifiantes à l'échelle du paysage sont court-circuitées, l'eau issue des parcelles rejoint directement le cours d'eau. ➧*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.*	Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation des nitrates présents dans le sol. La meilleure utilisation des réserves en eau du sol conduit à une moindre variabilité des rendements qui facilite l'ajustement prévisionnel des doses d'engrais azotés. 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.
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et à l'échelle de la parcelle le transfert des particules solides est limité.

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

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

Critère d'impact	Effets négatifs ➡*précautions à adopter*	Effets positifs
Les pratiques agricoles	L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps. ➡*La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.* Certains groupements végétaux hygrophiles peuvent disparaître suite à l'abaissement généralisé du niveau de la nappe. ➡*La nature de l'aménagement (simples fossés régulièrement entretenus ou îlots drainés) doit être réfléchie au vu de toutes les conséquences prévisibles.*	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	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. Si le réseau de fossés préexistants est réduit par les nouveaux aménagements, la capacité de laminage des crues de la zone humide diminue. ➡*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.*	
Le transfert des éléments solubles: nitrates, certains produits phytosanitaires	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. 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. Les éventuelles zones dénitrifiantes à l'échelle du paysage sont court-circuitées : l'eau issue des parcelles rejoint directement le cours d'eau. ➡*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.* ➡*Contrôler la hauteur de la nappe dans le sol pour conserver des horizons dénitrifiants.*	Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation des nitrates présents dans le sol. Le transfert de l'eau dans les sols est rapide : en débit de pointe, il y a diminution des concentrations en nitrates.
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et le transfert des particules solides est limité.

6.4.3. De nombreux sols potentiellement drainables dans l'Outre-Forêt

Dans l'Outre-Forêt, de nombreux sols peuvent justifier un drainage par tuyaux enterrés. il s'agit principalement des sols des fiches 11 à 15, 21, 22 et localement 24 qui relèvent des terres humides définies ci-dessus d'une part, et des sols des fiches 3 à 6, 17 et 18 qui sont associés à des zones humides agricoles dans les vallées.

Dans les situations de terres humides (fiches 11 à 15, 21, 22 et 24), plusieurs cas peuvent être distingués :

❶ les sols plus ou moins lessivés limoneux battants faiblement (fiches 11 et 12) ou plus fortement hydromorphes (fiches 13 à 15),
❷ les sols argileux lourds à hydromorphie d'imbibition (fiche 21 et 24),
❸ les sols sableux sur plancher argileux à mouillères (fiche 22).

Les sols des ensembles ❷ et ❸ (fiches 21, 22 et 24) concernent des surfaces limitées et ne sont pratiquement pas drainés par les techniques modernes. Ils ont traditionnellement fait l'objet d'aménagement d'ados bombés à faible écartement (10 à 15 m) pour les sols argileux sur marnes ou de captages localisés des mouillères les plus importantes pour les affleurements de cailloutis tertiaires.
Les sols limoneux faiblement lessivés des fiches 11 et 12 n'ont été drainés que localement dans les cuvettes topographiques les plus humides ou lorsqu'ils étaient associés à des sols plus hydromorphes. Les écartements des drains utilisés peuvent être larges (15 à 20 m ou plus selon le cas), ces chiffres étant donnés à titre indicatif pour une profondeur de pose de 80 à 100 cm.

Les sols limoneux humides, voire très humides (fiches 13 à 15) comportant un plancher imperméable entre 40 et 80 cm de profondeur ont en revanche été assez largement drainés, car ils répondent bien à cet aménagement. Dans le premier cas, les écartements de drains retenus peuvent de 12-13 à 15 m, dans le second cas entre 10 et 12-13 m.

Pour les fiches 3 à 6, 17 et 18, l'hydromorphie est liée au battement de la nappe phréatique sous-jacente et la gestion de la nappe est sous la dépendance des aménagements hydrauliques de l'ensemble du bassin versant. Ainsi, sauf cas particulier pour ces sols, un drainage à l'unité parcellaire ne peut diminuer de façon notable les effets de l'excès d'eau.

Bien que le drainage des terres agricoles n'ait pas cet objectif, il contribue en partie à diminuer le ruissellement en favorisant l'infiltration et en augmentant la capacité de stockage de l'eau sur les parcelles aménagées, mais à la condition que les pratiques agronomiques soient adaptées en particulier vis-à-vis de l'entretien calcique et organique des sols qui favorisent l'état structural et la porosité des sols. Cet aspect peut avoir une relative importance pour les sols limoneux de l'Outre-Forêt les plus concernés. Ils sont très ruisselants lorsqu'ils sont encroûtés (fiches 7 à 18 principalement).

En contrepartie, ces sols, une fois drainés se comportent comme des sols superficiels et évacuent plus vite une partie de l'eau en excès (au mieux un petit 1/3 environ), à l'époque des semis au printemps et, le cas échéant, à la récolte en automne. Ceci accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Les pratiques agricoles doivent être adaptées en particulier vis-à-vis de la fertilisation et du choix des produits de traitement phytosanitaires.

Dans tous les cas, si les pratiques agricoles ne sont pas révisées, le drainage contribue à des effets indésirables pour l'environnement : notamment une augmentation des rejets de nitrates et de phytosanitaires dans le milieu superficiel.

6.5. LES SOLS ET L'IRRIGATION

6.5.1. Généralités

L'irrigation a pour objectif de combler le déficit hydrique estival par un apport d'eau supplémentaire issu des réserves d'eau superficielles (rivières) ou souterraines (nappes profondes). Ce déficit est principalement lié à la réserve en eau utile des sols et à la pluviométrie.
Dans l'Outre-Forêt, les fortes réserves utiles de la plupart des sols, les conditions pluviométriques et la faible disponibilité de la ressource en eau souterraine ont conduit les agriculteurs à limiter l'irrigation des cultures d'été. Ce type d'aménagement est peu utilisé dans l'Outre-Forêt et son utilisation est essentiellement localisée dans les sables en périphérie de Haguenau.

6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre

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

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

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

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

Les effets indirects sont de 3 ordres :

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

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

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

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM maïs en juin poste météo d'Entzheim (Données METEO-FRANCE, période 1971-2000)							
	ETP en mm			ETM maïs / ETP	ETM maïs en mm		
Décade	médiane	Q4	max	Coeff.	médiane	Q4	max
Juin 1	39	46	51	0,7	27	32	36
Juin 2	40	51	59	0,8	32	41	47
Juin 3	41	48	69	0,9	37	43	62

Globalement, la limitation du risque lié à la sur-irrigation passe par une réduction des doses d'eau apportées lors des premières irrigations et un suivi de l'humidité du sol en cours de saison (mise en place de tensiomètres par exemple ou encore avertissements irrigation proposés par les Chambres d'Agriculture).

❷ 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.

❸ Des irrigations trop intenses tassent les sols, soit sous l'effet de débits instantanés trop forts 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 débits instantanés trop forts sont à privilégier.

6.5.3. De faibles besoins d'irrigation pour les cultures de l'Outre-Forêt

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

Analyse fréquentielle des bilans climatiques P-ETM en mm pour un blé d'hiver et un maïs grain
(données METEO-FRANCE).

Poste météo et période de mesures	Blé d'hiver : bilan du 1er mars au 20 juillet			Maïs grain : bilan du 21 avril au 20 septembre		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
HAGUENAU* 1973 - 1989	- 208	- 126	- 9	- 128	- 100	- 18
HEGENEY** 1993 - 2000	- 204	- 177	- 126	- 192	- 162	- 70
LAUTERBOURG* 1973 - 1987	- 227	- 144	- 25	- 192	- 122	- 40
PREUSCHDORF 1971 - 2000	- 197	- 157	- 62	- 199	- 137	- 58
WISSEMBOURG 1987 - 2000	- 207	- 161	- 83	- 215	- 176	- 12

* Les données sont à interpréter avec plus de prudence car la période de mesures est inférieure à 25 ans
** Les données sont présentées à titre indicatif car la période de mesures est très courte

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

Les résultats obtenus sont présentés dans la page suivante, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation nous avons retenu le poste météo de Preuschdorf (Bas-Rhin). Celui-ci correspond en effet aux conditions de sols et de climat estival moyennes pour l'ensemble de la région.

BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION DANS L'OUTRE-FORÊT

Calcul à partir du poste météo de PREUSCHDORF
Données METEO-FRANCE, période 1971-2000

TYPES DE SOLS ET REPRESEN-TATIVITE	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			COMMEN-TAIRES
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	
Sols à réserve utile égale ou supérieure à 180 mm (fiches 8, 10, 16 à 18, 22 à 24 soit 30 à 35 % des surfaces)	**- 77 mm** à partir de la 2ème décade de mai, soit **3 passages de 30 mm**	**- 37 mm** à partir de la 3ère décade de mai, soit **1 passage de 30 mm**		**- 79 mm** à partir de la 2ème décade de juillet, soit **3 passages de 30 mm**	**- 17 mm** à partir de la 3ème décade de juillet		L'irrigation est inutile.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 3, 7, 9, 11 à 15, 19, 26 soit 30 à 40 % des surfaces)	**- 117 mm** à partir de la 1ère décade de mai soit **4 passages de 30 mm**	**- 77 mm** à partir de la 2ème décade de mai, soit **3 passages de 30 mm**		**- 119 mm** à partir de la 1ère décade de juillet soit **4 passages de 30 mm**	**- 57 mm** à partir de la 2ème décade de juillet, soit **2 passages de 30 mm**		L'irrigation est une sécurité dont le coût doit être mis en rapport avec la valeur des productions.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 5, 6, 21, 23 à 25, 27 soit 15 à 20 % des surfaces)	**- 144 mm** à partir de la 3ème décade d'avril soit **5 passages de 30 mm**	**- 104 mm** à partir de la 1ère décade de mai soit **4 passages de 30 mm**	**- 9 mm** à partir de la 3ème décade de mai	**- 146 mm** à partir de la 3ème décade de juin soit **5 passages de 30 mm**	**- 84 mm** à partir de la 1ère décade de juillet soit **3 passages de 30 mm**	**- 5 mm** à partir de la 2ème décade de juillet	L'irrigation peut être utile, son opportunité économique mérite cependant d'être vérifiée.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiche 1, 2, 4, 20,22, 28 soit 10 à 15 % des surfaces)	**- 171 mm** à partir de la 3ème décade de mars soit **9 passages de 20 mm**	**- 131 mm** à partir de la 3ème décade d'avril soit **7 passages de 20 mm**	**- 36 mm** à partir de la 1ère décade de mai soit **2 passages de 20 mm**	**- 173 mm** à partir de la 1ère décade de juin soit **9 passages de 20 mm**	**- 111 mm** à partir de la 2ème décade de juin soit **6 passages de 20 mm**	**- 32 mm** à partir de la 3ème décade de juin soit **2 passages de 20 mm**	

6.6. LES INONDATIONS ET LES RISQUES D'EROSION ASSOCIES AUX CRUES

Ces risques sont possibles dans les zones suivantes :

- les champs d'inondation de la Sauer et du Seltzbach,
- à moindre titre, la vallée de la Lauter.

Cependant, aucune donnée quantitative précise n'existe sur ces phénomènes : on se reportera à la cartographie des zones inondables page 18.

Mentionnons toutefois que le phénomène est assez peu fréquent dans l'Outre-Forêt car la culture des terres est peu fréquente dans ces positions. L'occupation majoritairement prairiale ou forestière permet de protéger ces zones des entraînements de terres sous l'effet des courants d'eau violents lors des crues.

6.7. LE RUISSELLEMENT, L'EROSION DES SOLS ET LES FLUX ASSOCIES

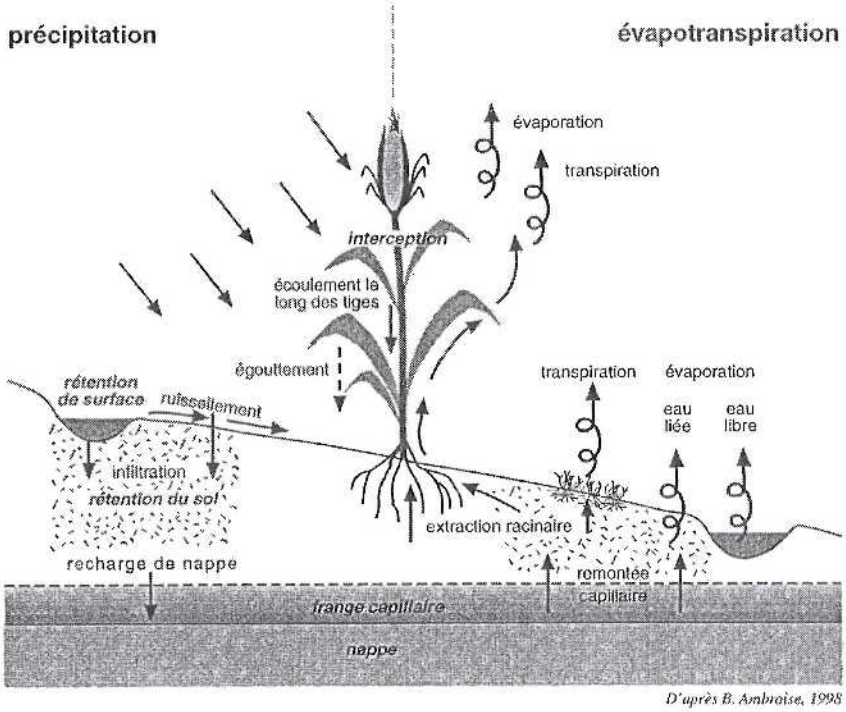
L'eau de pluie qui arrive au sol s'infiltre, forme des flaques ou ruisselle vers l'aval. La surface du sol constitue donc une interface majeure dont l'état hydrique, la structure et le microrelief contrôlent l'infiltration en profondeur, le stockage en surface dans des flaques ou le ruissellement ainsi que nombre de processus de transferts (érosion, pollution) associés au cheminement de l'eau. Or, en milieu cultivé, la conduite des cultures, en interaction avec la nature des sols et les conditions climatiques, influence fortement les états du sol en surface et dans les premiers horizons (cf. schéma page suivante).
L'objectif de ce chapitre du guide des sols est de donner un certain nombre d'éléments pour comprendre les transferts d'eau et mieux les gérer à l'échelle des parcelles agricoles concernées. Il intéresse particulièrement le comportement des sols limoneux issus de lehm et loess (fiches 7 à 18).

6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols

Le ruissellement se forme lorsque l'eau qui ne peut s'infiltrer est mise en mouvement du fait de la pente. **C'est un agent d'érosion important** qui peut causer l'arrachement de particules et agrégats, leur transfert sur des distances importantes, et leur dépôt en aval. Concentré, il peut causer la formation de rigoles ou ravines là où la force tractrice de l'eau est supérieure à la résistance que le sol peut lui opposer. **Le ruissellement est également responsable du transfert en surface des substances dissoutes dans l'eau ou liées aux particules de sol : phosphore, matières organiques, résidus de produits phytosanitaires ...**

L'érosion hydrique des sols résulte de l'arrachement, du transport et du dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action de la pluie et du ruissellement. Les particules et agrégats détachés de la surface du sol sous l'effet des pluies se redéposent et contribuent à la formation des croûtes de battance, au remplissage des anfractuosités et à la diminution de la rugosité.
En présence de ruissellement, ils peuvent aussi être transportés sur des distances plus importantes vers l'aval, sous forme de boue, et atteindre les autres parcelles, la voirie, les habitations ou les cours d'eau.

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



6.7.1.1. Les différents processus de formation du ruissellement

Lorsque l'eau ruisselle, plusieurs processus peuvent être en cause :

- **si l'intensité de l'eau qui arrive au sol est supérieure à l'intensité maximum possible de l'infiltration, on parle de ruissellement par dépassement de l'infiltrabilité** (ou ruissellement hortonien, Horton, 1933) ; ce processus se produit en particulier lorsque l'horizon superficiel a une conductivité hydraulique très limitée, par exemple une croûte en surface, un lit de semis très effondré ;

- **si le sol est déjà saturé en eau**, quelle que soit l'intensité de la pluie et la conductivité hydraulique du sol, tout apport d'eau supplémentaire va ruisseler ou libérer en aval, par « effet piston » une quantité d'eau équivalente ; on parle de **ruissellement par saturation du sol** (Cappus, 1960) ; ce processus est souvent observé particulièrement en automne et en hiver dans les fonds de vallons où les sols gorgés d'eau peuvent occuper des surfaces assez étendues ;

- **si l'eau pénètre dans le sol des versants mais que les écoulements dépassent le flux maximal qui peut y transiter**, il y a saturation du profil et le flux en excès s'écoule en surface ; on parle alors d'**écoulement subsuperficiel et d'exfiltration** (Dunne et Black, 1970) ; c'est une situation que l'on peut rencontrer lorsqu'un horizon en profondeur est moins filtrant, par exemple une semelle de labour compactée et lissée par les outils.

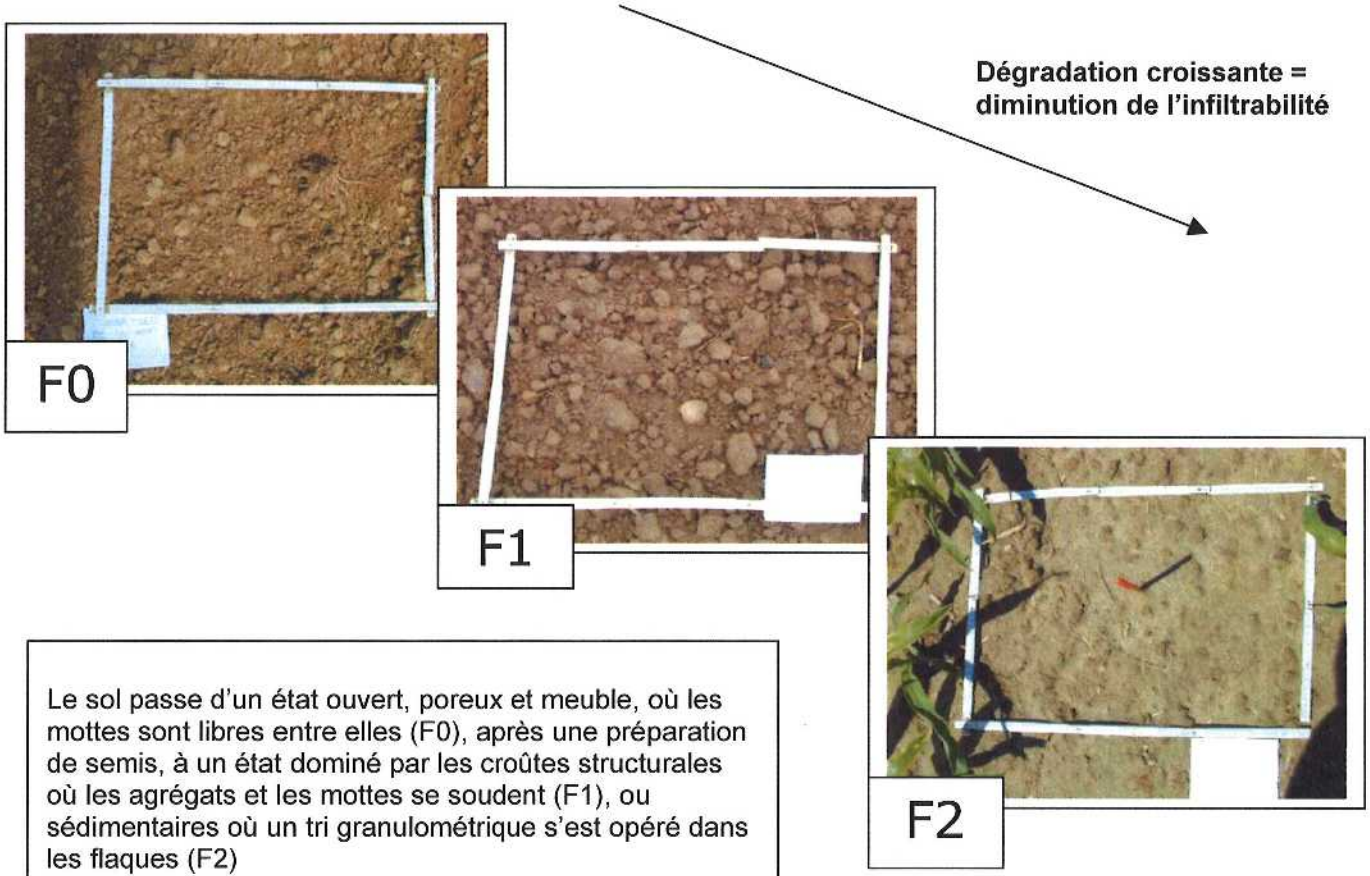
6.7.1.2. Les états de surface du sol et les croûtes de battance

Les états de surface d'un sol cultivé sont caractérisés par un système poral plus ou moins ouvert à l'air libre et un microrelief plus ou moins rugueux, présentant éventuellement une structure orientée (direction du labour, lignes de semis, empreintes des roues). **Les états de surface influencent largement l'infiltration et le stockage de l'eau dans les flaques. De ce fait, ils exercent un contrôle majeur sur la formation du ruissellement**, susceptible ensuite de se concentrer vers l'aval du fait de la topographie mais aussi de toute sorte de motifs linéaires tels les traces de roues, les fourrières, les dérayures, les limites de parcelles, les chemins.
Sur les parcelles cultivées, **les états de surface sont fortement dépendants des interactions entre le type de sol, les opérations culturales et la succession des conditions climatiques**. (cf. illustration au dos « Quelques étapes de la succession des états de surface du sol)
L'état initial de la surface après un travail du sol est fragmentaire (les agrégats et mottes sont libres entre eux), poreux et meuble, plus ou moins rugueux. Sous l'effet des pluies, il devient plus continu et plus compact, progressivement ou brutalement. La couche très superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol et forme une **croûte de battance.** Un premier faciès de croûte dite **structurale** est acquis du fait du compactage par les gouttes de pluie et du rejaillissement : les particules et agrégats détachés, obstruent les pores en retombant. Si des flaques se forment dans les dépressions de la microtopographie, les particules détachées des bosses encore exposées à l'impact des gouttes de pluie, retombent et vont sédimenter à des vitesses différentes suivant leur taille. Ainsi dans le fond des creux, une **croûte sédimentaire** se forme, faisant apparaître des lits. Les plaques de croûtes sédimentaires s'étendent au fur et à mesure du remplissage des microdépressions, couvrant une proportion de plus en plus importante de la surface. Il s'agit du faciès le plus dégradé.

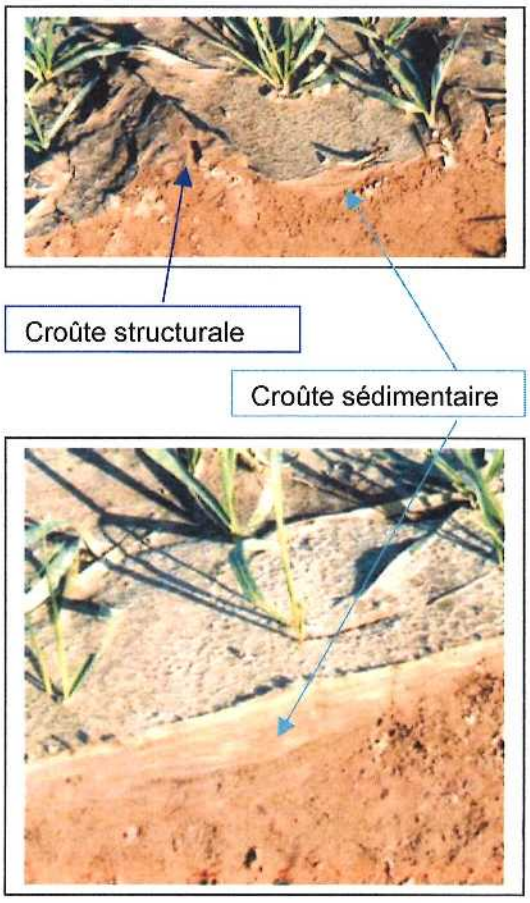
La présence de croûtes de battance diminue l'infiltrabilité, parfois considérablement : la surface d'un sol limoneux, à l'état initial après un travail du sol, permet d'infiltrer plusieurs dizaines de millimètres par heure ce qui correspond à l'intensité de la plupart des pluies courantes. La formation d'une croûte sédimentaire peut réduire l'infiltration à des valeurs de l'ordre de 1 à 2 mm/h : les pluies même les plus faibles entraîneront l'apparition d'un excès d'eau en surface. La diminution simultanée de la rugosité réduit les possibilités de stockage dans des flaques : **l'excès d'eau va se transformer plus souvent et plus rapidement en ruissellement**.

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

Quelques étapes de la succession des états de surface du sol



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



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

Clichés : E.Scodro et A.-V. Auzet
Commentaires : A.-V. Auzet (IMFS/ CNRS-ULP)

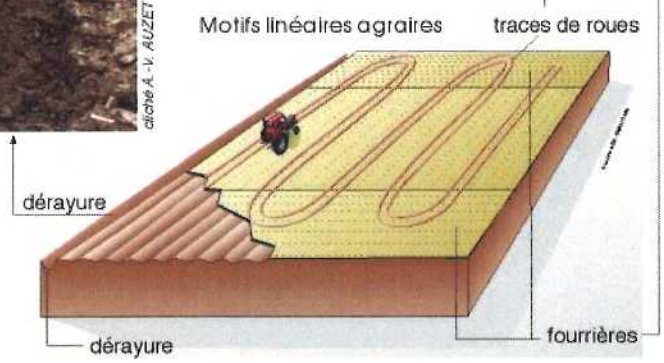
Types de motifs linéaires d'origine agraire susceptibles de collecter et concentrer le ruissellement formé sur les parcelles cultivées

sillons du labour et dérayure
(Sundgau alsacien : 01/2000)

cliché A.-V. AUZET

fourrière et traces de roues
parcelle de céréales d'hiver
(Huldenberg, B; 04/1986)

cliché A.-V. AUZET



Influence des motifs linéaires de collecte et concentration du ruissellement sur la formation des rigoles et ravines :

	Saison hivernale		
	1988/89	1989/90	1990/91
Volume total des rigoles (a)	1198 m^3	353 m^3	2185 m^3
Volume des rigoles sur un motif linéaire préexistant (b)	1138 m^3	337 m^3	1746 m^3
% de (b) associé à un motif topographique uniquement	61 %	58 %	52 %
% de (b) associé à un motif topographique et agraire*	12 %	21 %	28 %
% de (b) associé à un motif agraire uniquement	27 %	21 %	20 %

* les motifs agraires peuvent être localisés sur un motif topographique

Dans une étude menée sur 20 bassins versants du Nord du Bassin Parisien, il a été montré que le premier facteur explicatif du taux d'érosion en rigole était la proportion des surfaces dégradées par la battance et lisses. Le second facteur explicatif est la longueur spécifique des collecteurs de ruissellement. Une analyse détaillée de la distribution relative des surfaces ruisselantes, zones actives de formation du ruissellement, et de leur connexion aux collecteurs que sont les motifs linéaires au sein des bassins versants, révèle une certaine structure des chemins de l'eau. Par la mise en connexion des surfaces ruisselantes et des collecteurs, des zones actives pour le ruissellement deviennent effectivement contributives à l'échelle du bassin versant. Les motifs linéaires agraires ont un rôle bien particulier : s'ils ne sont pas toujours eux-mêmes des « sources » de sédiments très importantes, ils connectent de manière évidente les surfaces ruisselantes et des zones plus sensibles à l'arrachement, contribuant à l'accroissement vers l'aval des débits et flux associés (matières en suspension et substances dissoutes) [Ludwig et al., 1996]

Document réalisé par A. V. AUZET (AUZET, 2000)

6.7.1.3. Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol

Les croûtes de battance correspondent à un cas particulier de discontinuité réduisant la vitesse du passage de l'eau dans le sol. Il est particulièrement important dans les sols limoneux à faible teneur en argile.
Cependant, d'autres discontinuités dans le profil de sol peuvent limiter le passage de l'eau et favoriser l'écoulement subsuperficiel et l'exfiltration : elles sont de nature pédologique ou culturale (lissage par les outils, fond de lits de semence, fond du labour, roche mère très peu perméable).

6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement

6.7.2.1. L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface

Le critère le plus important pour apprécier la résistance d'un sol à la battance est la stabilité structurale, qui exprime la résistance des agrégats et des mottes à l'action de l'eau. Cette résistance reflète leur comportement à l'humectation lorsqu'ils sont soumis à l'impact de gouttes d'énergie cinétique déterminée ou à une immersion.
Pour les sols cultivés les caractéristiques intrinsèques aux sols qui permettent une appréciation de l'appartenance à des classes de stabilité structurale concernent essentiellement la texture et secondairement la teneur en matières organiques.

❶ Le rôle déterminant de la texture

Les mesures de stabilité structurale étant rarement disponibles, l'indice de battance I_B mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (Remy et Marin-Laflèche, 1974) peut être appliqué aux sols limoneux d'Alsace. Il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir des données disponibles (analyses de terre de la base de données informatique sur les sols d'Alsace).
Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

Indice de stabilité
$R = ((1,5\ Lf + 0,75\ Lg) / (A + 10\ MO)) - C$

avec,
Lf : limons fins ;
Lg : limons grossiers ;
A : argile ;
MO : matière organique en pour mille de terre
C est un coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2x(pH - 7)$

On peut utiliser l'indice de stabilité R en tant que tel selon le classement suivant :

classe 1 : $R < 1,4$, non battant
classe 2 : $1,4 < R < 1,6$, peu battant
classe 3 : $1,6 < R < 1,8$, assez battant
classe 4 : $1,8 < R < 2,0$, battant
classe 5 : $R > 2,0$, très battant

L'indice de battance I_B quant à lui est ensuite calculé selon la formule :

Indice de battance $I_B = 5 (R - 0,2)$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$, terre stable (cf. Annexe 5).

On notera que toutes les références expérimentales accumulées depuis une vingtaine d'années convergent : **les sols limoneux ayant des teneurs inférieures à 14 % d'argile sont les plus sensibles à la battance** et ils se retrouvent bien dans la classe 5.

❷ Le rôle relatif de la teneur en matières organiques

Les matières organiques favorisent l'agrégation des particules entre elles et ont ainsi une influence positive sur la stabilité structurale. Cependant, si l'augmentation de la stabilité structurale avec la teneur en matières organiques est d'autant plus importante que la teneur en argile est faible, révélant la complexité des interactions texture - matière organique **[Stengel et Monnier, 1982]**, les résultats expérimentaux révèlent des seuils au-dessous desquels la stabilité reste très faible : **pour les sols limoneux, aucun effet positif ne peut être mis en évidence en dessous d'une valeur comprise entre 2 et 3 % de matières organiques, qui est loin d'être toujours atteinte pour les sols limoneux cultivés (1 cas sur 3 environ dans l'Outre-Forêt),** sauf dans le cas spécifique et très temporaire des prairies retournées. Cependant, les recherches actuelles concernant les effets des différentes fractions de la matière organique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques amènent à nuancer le raisonnement en terme de taux global.

❸ Le rôle des modalités de travail du sol

Si l'entretien organique des sols présente de toute façon un intérêt, il ne semble pas réellement permettre de discriminer les sols limoneux cultivés avec les pratiques habituelles. Le non labour et les techniques culturales sans labour (TCSL) ouvrent actuellement des perspectives réellement intéressantes sous réserve de la maîtrise correcte des autres effets de ces techniques sur l'état sanitaire des cultures et sur la régulation des adventices.
Ces modalités sont caractérisées par un non retournement du sol et la présence de résidus végétaux (mulch), issus de la culture précédente, en surface. Ces techniques présentent plusieurs conséquences ayant un impact sur la dégradation des états de surface du sol (EDS), l'infiltration, le ruissellement, et l'érosion :

- un couvert en résidus (*mulch*) qui peut être important, protège le sol : le système poral sous les résidus est mieux préservé, les débris végétaux peuvent former de petits barrages ;
- la continuité du système poral du sol n'est pas rompue comme dans le cas du labour ;
- l'amélioration à terme du statut organique de l'horizon de surface devrait augmenter la stabilité structurale ;
- la cohésion plus importante de sols non ameublis accroît leur résistance à l'arrachement.

Ainsi, l'infiltration de l'eau ou son stockage en surface sont favorisés, limitant ainsi le ruissellement. (cf. planche TCSL au dos)

Evolution des états de surface : intérêt des Techniques Culturales Sans Labour (TCSL)

Les Techniques Culturales Sans Labour sont une alternative au labour conventionnel. Elles sont caractérisées par un non-retournement du sol et la présence de résidus végétaux, issus de la culture précédente en surface. Quel est l'impact possible sur la dégradation des états de surface du sol (EDS), l'infiltration et le ruissellement, l'érosion ?

- un couvert en résidus (*mulch*) qui peut être important protège le sol : le système poral sous les résidus est mieux préservé, les débris végétaux peuvent former de petits barrages,
- la continuité du système poral du sol n'est pas rompue comme dans le cas du labour ;
- l'amélioration à terme du statut organique devrait augmenter la stabilité structurale ;
- la cohésion plus importante de sols non ameublis accroît leur résistance à l'arrachement.

Les photos présentées ici proviennent du site d'essais de la Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin à Kappelen en 2003 : six TCSL sont testées sur des bandes d'une même parcelle de sols limoneux en monoculture de maïs.

Labour conventionnel

TCSL (déchaumeuse à socs, Charrue Perrein)

10 mai 2003, quinze jours après le semis. La différence la plus notable est la proportion de résidus en surface (>30% de la surface dans ce cas de TCSL).
La surface de la parcelle en TCSL a un aspect beaucoup plus motteux que celle de la parcelle labourée conventionnellement qui présente des petites zones de croûtes structurales.

23 mai 2003 : (40 mm de pluie cumulée depuis le 10 mai), les différences entre labour conventionnel et TCSL se sont accentuées :
la fermeture du système poral par l'encroûtement de surface de la parcelle labourée réduit considérablement l'infiltration ;
sa surface est également plus lisse, alors que les mottes et les résidus de la parcelle en TCSL vont favoriser le stockage de l'excès d'eau dans de petites flaques, retardant et limitant ainsi le ruissellement.

31 mai 2003, après un orage particulièrement intense (57 mm en moins d'une heure) :
malgré la croûte, le sol a été incisé par le ruissellement important généré en amont sur la parcelle labourée ;
la surface de la parcelle en TCSL est aussi très encroûtée mais a résisté ; les résidus ont favorisé la formation de microbarrages.

Planche réalisée par Romain Armand (IMFS / CNRS-ULP).

Cependant l'appropriation et la maîtrise de ces modalités par les agriculteurs restent délicates, entraînant parfois une réorganisation profonde des systèmes de culture de l'exploitation. Le bilan agronomique global doit encore être précisé sous différents point de vue : qualité sanitaire des récoltes, maîtrise du parasitisme et des adventices, utilisation des produits phytosanitaires…

6.7.2.2. Les risques de ruissellement associés aux états de surface

❶ Identification des parcelles à risque

Pour les sols dont la stabilité structurale est faible et qui, du fait des cultures, sont très exposés aux pluies à certaines périodes de l'année, les risques de ruissellement associés à la dégradation des états de surface sont élevés.
Sont concernées toutes les parcelles dont les sols en surface appartiennent aux classes limoneuses et limono-sableuses, les plus sensibles étant ceux dont la teneur en argile est inférieure à 14 %.
Les périodes « à risques » sont celles qui suivent les chantiers de récoltes avec une forte proportion de la surface marquée par les empreintes de roues (maïs fourrage, betteraves), la période hivernale pour les céréales d'hiver, les périodes d'orage qui suivent les semis de printemps.

❷ Analyse des risques à l'échelle d'un bassin versant

Si, pour des conditions climatiques données ou probables, les surfaces ruisselantes à une période donnée de l'année peuvent être identifiées par l'observation ou à partir de critères relativement simples (appartenance à une classe texturale sensible à la battance et à une catégorie de cultures et de pratiques associées), leur contribution aux flux d'eau et aux flux associés (sédiments, polluants) à l'échelle de systèmes spatiaux plus étendus (versants, bassins versants, petite région) ne peut être établie de manière proportionnelle.

Le ruissellement formé sur les parcelles dont l'état de surface est dégradé cherche à prendre la direction de la plus grande pente. Mais la direction empruntée est souvent, celle imposée par l'orientation du travail du sol, en particulier dans le cas des faibles pentes. Sur le parcours suivi par l'eau, il y a en général des motifs linéaires (dérayures, traces de roue, fourrières, chemins…) qui collectent et concentrent les écoulements. En général ces collecteurs ont pour effet de réduire considérablement les distances entre l'endroit où le ruissellement se forme et le réseau de fossés et de cours d'eau : les possibilités éventuelles de réinfiltration le long du parcours avant d'atteindre le réseau diminuent et, une fois le réseau atteint, la vitesse et la force d'arrachement de l'écoulement augmentent. Ces motifs font souvent office de court-circuits, introduisant un changement de direction : le ruissellement rejoint plus facilement le réseau de fossés et des cours d'eau, sans passer sur les éventuelles surfaces enherbées (cf. planche réseaux de collecte au dos).

Lorsque dans un bassin versant, la proportion de surface ruisselante augmente, la probabilité que les surfaces soient connectées entre elles ou à un réseau augmente également : ce constat dépasse le cadre du guide des sols, dont la vocation est centrée sur l'échelle de la parcelle. Mais il doit attirer l'attention sur certaines situations à risque, et sur la nécessité de définir des solutions à l'échelle des **bassins versants élémentaires pour limiter les transferts.**

- **solutions de type agronomique :** par exemple gérer les assolements pour introduire davantage de diversité et de discontinuités (par exemple en jouant sur la distribution des cultures d'hiver et de printemps) ; cela suppose une concertation entre les exploitants.
- **solutions de type aménagement** pour gérer les passages de l'eau (bandes enherbées, chemins, fossés, petites retenues…) qui permettent de ralentir, stocker l'excès d'eau et favoriser l'infiltration dès l'amont des bassins versants.

Influence des réseaux de collecte

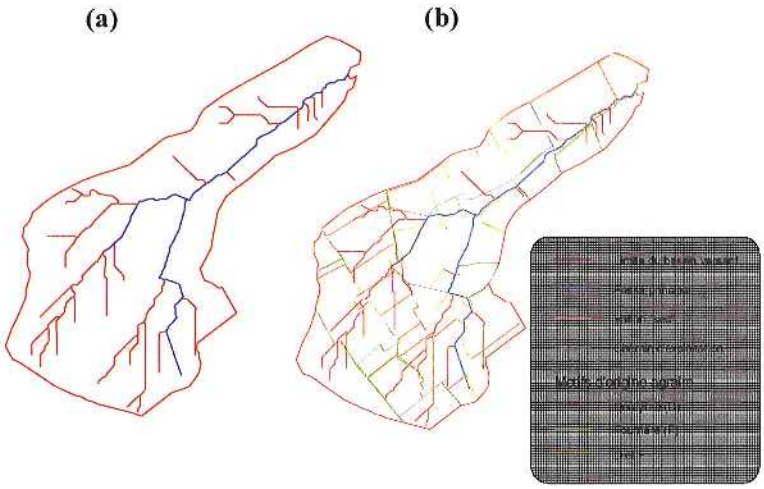


Figure 1 : cartes du réseau hydrographique (cours d'eau, fonds des vallons secs) sans (a) et avec (b) les motifs anthropiques.
Bassin de Gutzwiller, Sundgau (68)

La présence des motifs anthropiques, en amont du réseau hydrographique, accroît considérablement la densité des collecteurs du ruissellement, et modifie fortement le routage du ruissellement (direction, distances de connexion, discontinuités).

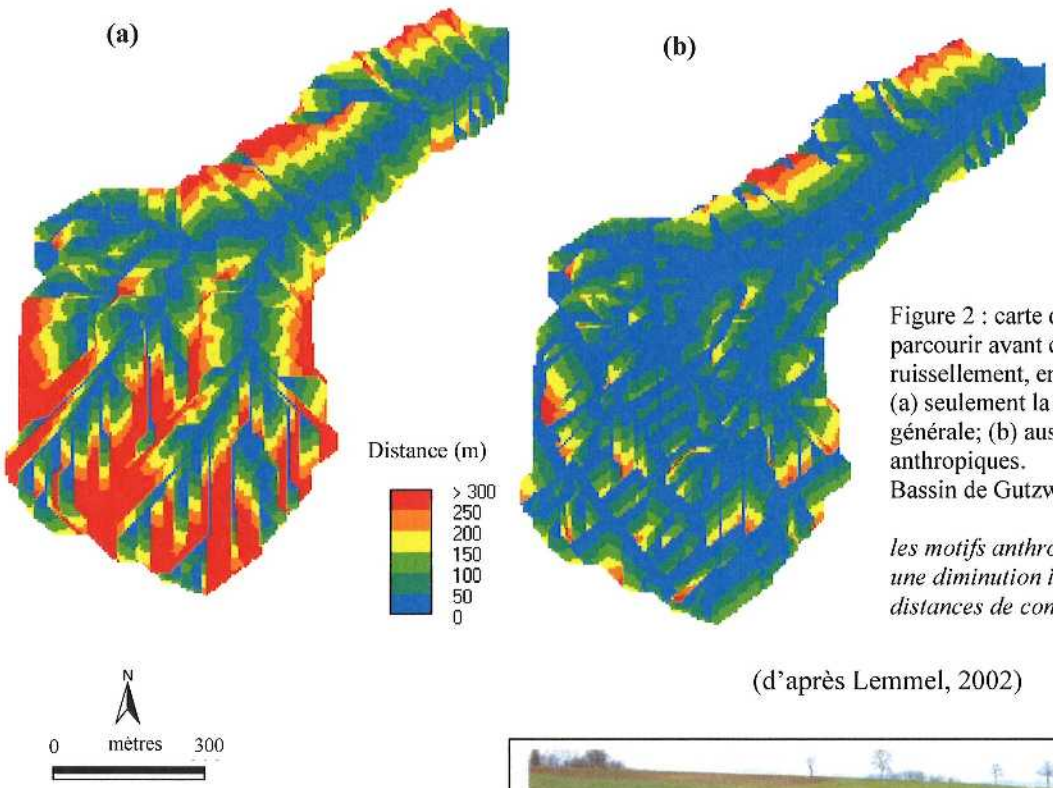


Figure 2 : carte des distances à parcourir avant concentration du ruissellement, en prenant en compte: (a) seulement la topographie générale; (b) aussi les motifs anthropiques.
Bassin de Gutzwiller (68), Sundgau

les motifs anthropiques induisent une diminution importante des distances de connexion au réseau

(d'après Lemmel, 2002)

Illustration d'une parcelle située en bord de cours d'eau (en bas à gauche) et « court-circuitée »

Photo AV Auzet

6.7.3. Les conséquences du ruissellement dans l'Outre-Forêt

6.7.3.1. Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides)

Qu'est ce que l'érosion ?

L'érosion des sols par l'eau correspond à l'arrachement, au transport et au dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action en général combinée de la pluie et du ruissellement. La quantité de sol arrachée dépend des forces exercées sur le sol par ces deux agents, et de la résistance que celui-ci est capable de développer. L'érosion peut prendre différentes formes qui dépendent des rôles respectifs de la pluie et du ruissellement.

Les différentes formes de l'érosion

(cf. planche d'illustrations au dos)

- *Détachement de terre par rejaillissement*

Le détachement s'effectue lorsque les gouttes de pluie frappent la surface du sol et projettent la terre en tous sens (effet « splash »). Si la capacité de transport du ruissellement est faible, les particules détachées vont essentiellement se déposer et modifier la structure du sol en surface (fermeture des pores, diminution du microrelief), formant une croûte dite de battance.

- *Erosion diffuse sous l'effet d'un ruissellement non concentré*

L'érosion se produit de manière diffuse (photo 1) lorsque le détachement est essentiellement dû à la pluie et que le matériel est repris par un ruissellement non concentré s'écoulant sous forme de filets. Cette forme d'érosion est parfois aussi qualifiée d'érosion « en nappe ». L'érosion diffuse se produit surtout entre les lignes de semis, elle peut être importante et à l'origine d'importants dépôts en aval.

- *Erosion par incision sous l'effet d'un ruissellement concentré*

Des incisions se forment lorsque le ruissellement se concentre en raison de la topographie ou des façons culturales (lignes de semis, traces de roues, fourrières, dérayures) et qu'il acquiert une capacité de détachement suffisante pour qu'en un endroit toutes les particules ou agrégats soient mobilisés, quelle que soit leur taille.

Ces incisions peuvent avoir le caractère éphémère de griffures qui pourront être effacées lors d'une autre pluie, ou celui de rigoles (photo 2) qui persisteront jusqu'à la prochaine opération de travail du sol.
Des incisions plus importantes, s'étendant en largeur et en profondeur jusqu'à gêner le passage des machines sont alors qualifiées de ravines. On parle de ravines éphémères (photo 3) lorsqu'elles se forment au sein des parcelles, et qu'elles peuvent être effacées par le prochain labour ou par une intervention.
Lorsque ces ravines ne sont pas rebouchées, elles prennent un caractère permanent et vont évoluer en s'élargissant et/ou en s'approfondissant.

- *Mouvements de masse*

D'autres transferts de terre peuvent se produire non pas sous l'effet du ruissellement, mais sous forme de mouvements de masse, parce que le sol présente une discontinuité et que la couche supérieure passe localement d'un état solide à un état plastique quasi-liquide.

Différentes formes d'érosion

1.
Résultat d'un ruissellement non concentré :
l'érosion diffuse

2.
Résultat d'un ruissellement concentré :
l'érosion par incision
sous forme de rigoles

3.
Résultat d'un ruissellement concentré :
l'érosion par incision
sous forme de ravines

Clichés : A.-V. Auzet (IMFS/CNRS-ULP)

Les formes de l'érosion en Alsace

Les différentes formes d'érosion se développent particulièrement sur des sols peu couverts par la végétation et sont favorisées par des pluies intenses et/ou des sols à faible stabilité structurale comme ceux développés sur les formations limoneuses. En Alsace, des formes diffuses et en rigoles se produisent surtout lorsque les orages de printemps s'abattent sur les préparations de semis. Néanmoins, des ravines éphémères se forment également lors des hivers particulièrement humides, dans les fonds de vallons où la saturation ne fait qu'accroître les volumes ruisselés.

En Alsace, certains versants pentus cultivés sont sensibles du fait de la présence d'une discontinuité imperméable dans le sol (superposition des limons sur un niveau argileux d'origine géologique - marnes proches de la surface - ou pédologique - horizon lessivé très argileux, ou accident cultural potentiel - tassement profond ou semelle de labour).

A l'image d'autres régions françaises à couverture limoneuse, les risques de ruissellement et d'érosion sont avérés dans l'Outre-Forêt (**Ifen-Mate-INRA, 1998 ; Mate-INRA, 1996 ; Le Bissonnais et al., 2002**). Les sols limoneux qui s'y trouvent sont tous a priori concernés.

Ce guide des sols n'envisage pas de donner une réponse complète vis-à-vis des risques de ruissellement et d'érosion par type de sol. En effet, 4 ensembles de paramètres interviennent : le climat, le sol, la morphologie du bassin versant, l'occupation agricole des sols (nature des cultures et parcellaire). **Le sol en tant que tel ne conditionne donc pas à lui seul le ruissellement et les éventuels phénomènes d'érosion qui l'accompagnent.** La localisation des risques de ruissellement en particulier relève donc d'une approche multicritère modélisable à l'aide d'un SIG.

6.7.3.2. La sensibilité potentielle au ruissellement des sols de l'Outre-Forêt

Nous présentons ci-dessous une échelle probable de sensibilité potentielle au ruissellement des sols de l'Outre-Forêt.

Sensibilité potentielle au ruissellement élevée

- **sols 9 à 13, 17 et 18** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons de l'Outre-Forêt dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile de 12 à 16 %, taux de limon proche de 80 %, taux de matière organique voisin de 1,5 % (+/- 0,2 %), avec un pH avant chaulage souvent susceptible d'être inférieur à 6,0-6,5.
Ces sols sont battants à très battants (R > 1,8 à 2) et leur structure est instable à très instable (classes 4 et 5).
Enfin, la plupart présentent en profondeur une discontinuité pédologique nette entre 40 et 80 cm de profondeur : loess ou limons tassés (fiche 9), horizon d'accumulation d'argile (fiches 10, 12 et 13) parfois plus profondément enfoui sous des colluvions.

Sensibilité potentielle au ruissellement relativement modérée

- **sols 7, 8, 14, 15, 16** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons de l'Outre-Forêt dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile voisin de 20 % (+/- 2 %), taux de limon proche de 70 %, taux de matière organique voisin de 2,0-2,5 %.
Ces sols peuvent être assez battants (R compris entre 1,4 et 1,8) et leur structure peut devenir instable (classe 4).
Ces sols sont donc un peu plus argileux et présentent un meilleur état calcique soit du fait d'un lessivage des argiles pas trop avancé (fiche 11) ou absent (fiche 8), de leur situation en vallée ou

en fond de vallon (fiche 16) ou, pour les sols plus acides, parce qu'ils ont déjà été érodés ou remaniés et qu'un niveau plus argileux affleure en surface (fiches 14 et 15).

Sensibilité potentielle au ruissellement a priori faible

- **sols 1 à 6 (vallées), 19 à 21 et 23 à 25 (collines argilo-marneuses), 22 et 25 à 28 (collines sableuses à couverture herbagère)** : cette catégorie concerne soit les sols des vallées alluviales, soit les sols plutôt argileux et calcaires ou calciques des collines, ou encore des sols sableux à couverture herbagère proches des Vosges gréseuses. Pour les 2 premiers cas, leurs caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile voisin de 25 à 30 %, taux de limon compris entre 40 et 60 %, taux de matière organique supérieur à 3 %. Dans le cas des sols sableux : taux d'argile voisin de 15 %, taux de limon compris entre 20 et 40 %.
Ces sols ne sont généralement pas battants (R inférieur à 1,4) et leur structure reste assez stable (classes 2 et 3).
Toutefois, ces derniers, ainsi que les sols alluviaux lors des crues, peuvent être sensibles à l'incision si ils sont cultivés, voire à l'arrachement, lors de forts épisodes pluvieux et des inondations provoquées par les rivières.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches de sols.

6.7.3.3. Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle

Elles peuvent être de plusieurs ordres :

- **en premier lieu, il faut viser le meilleur état calcique et organique possible des sols**, soit un taux de matière organique compris entre 2,0 et 2,5 % et un pH compris entre 6,5 et 7,0 pour les sols acides,

- **en second lieu, il faut assurer entre les cultures, soit une couverture végétale (même légère), soit un mulch** pour protéger la surface de l'impact des gouttes de pluie et favoriser la formation de flaques plutôt que le ruissellement,

- **en troisième lieu, il faut agir sur l'époque et le type de travail du sol,**

- **le sens de travail du sol est important.** L'idéal est un travail en courbes de niveau sur des parcelles dont la largeur est limitée dans le sens de la pente, mais il n'est pas réalisable dans les structures de parcelles actuelles. Le travail perpendiculaire à la pente n'est pas souvent efficace.

- **enfin, des aménagements d'accompagnement peuvent être adjoints sur les situations les plus sensibles** en vue de casser la vitesse des eaux de ruissellement (en particulier bandes enherbées sur les sites où l'eau est susceptible de prendre le plus de vitesse).

6.7.3.4. Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires)

Les eaux qui ruissellent sont susceptibles de transporter des substances solubles ou d'autres adsorbées sur les particules de terres. Ces eaux « chargées » auront un impact sur la qualité des cours d'eau si elles les rejoignent. Il faut distinguer la qualité des eaux qui ruissellent en surface de celle des eaux qui circulent à l'intérieur du sol.
Dans ce domaine, les données sont insuffisantes pour en donner une évaluation par type de sol. Tout au plus peut-on constater que dans l'Outre-Forêt, les fortes pollutions des eaux superficielles et souterraines correspondent surtout aux sols de bordure des collines limoneuses, peu filtrants et hydromorphes.

Les transferts de nitrates

En ce qui concerne les nitrates, des mesures réalisées dans l'Ouest de la France et dans le Sundgau sur des dispositifs de type « bandes enherbées » montrent que l'eau qui ruisselle à la surface du sol est très peu chargée (teneur inférieure à 10 mg/l), sauf en cas de très faibles ruissellements (effet de concentration) et/ou de pluies intervenant immédiatement après un apport d'engrais ou de lisier. Ce n'est pas le cas des eaux qui traversent plus ou moins les sols avant de rejoindre une eau superficielle : des mesures réalisées à l'exutoire de bassins versants montrent des teneurs en nitrates variables et parfois élevées (Impact de l'infiltration de l'Ill sur la qualité de la nappe d'Alsace, DIREN 1996 ; Etude de l'impact du ruissellement dans le vignoble sur la qualité de la nappe phréatique d'Alsace, DIREN 1995).

Le transfert de produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires entraînés par le ruissellement sont les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement 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 la pluie et le ruissellement surviennent peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

Le cas des phytosanitaires, pour lesquelles les données locales sont fragmentaires, est traité également au paragraphe 6.9.

Des résultats de mesures à Spechbach-le-Haut

Sur un dispositif d'étude conduit par l'ARAA, l'ITCF, l'INRA et la Chambre d'agriculture du Haut-Rhin à Spechbach - le - Haut de 1997 à 1999, le volume et la concentration en atrazine et métabolites dans les eaux de ruissellement ont été étudiés à l'aval de parcelles de 250 m^2. Ces parcelles étaient cultivées en monoculture de maïs sur un sol de type limoneux à limono-argileux, décarbonaté, profond et sain, présentant 2,5 % de pente. Les principales conclusions sont les suivantes :

- *Le ruissellement émis par les parcelles est très faible ou inexistant au semis du maïs et apparaît dans les semaines qui suivent, suite à la diminution de la capacité d'infiltration de la surface du sol ;*
- *Ce sont les épisodes de ruissellement intervenant dans les 2 à 3 mois suivant l'application qui génèrent l'essentiel des flux d'atrazine entraînée par ruissellement ;*
- *Pour le désherbant étudié, l'atrazine, au total moins de 0,5 % de la dose appliquée est entraînée par ruissellement hors de la parcelle. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans de nombreux sites d'étude ;*
- *Une bande enherbée de 12 mètres de large en bas de la parcelle intercepte selon l'année de 50 à 100 % du flux d'atrazine et de ses métabolites. Dans la même situation, l'efficacité d'une bande enherbée de 6 mètres varie de 40 à 99 %. Ces différences d'interception sont expliquées par les variations de la pluviométrie de fin de printemps et début d'été et le ruissellement induit, qui peut traverser la bande enherbée. Les valeurs les plus faibles ont été observées en 1999, année de pluviosité exceptionnelle par le ruissellement enregistré.*
- *Le flux de nitrates entraîné par ruissellement de surface hors des parcelles est de l'ordre du kilogramme d'azote par hectare au maximum.*

6.8. LES SOLS ET LE RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

Une partie de la zone couverte par le guide des sols est classée vulnérable au sens de la directive nitrates européenne. La connaissance du risque d'entraînement des nitrates vers les eaux souterraines pour chacun des sols du secteur est importante pour de nombreuses décisions. Le choix et la conduite des systèmes de culture, la mise en oeuvre de la fertilisation azotée minérale, la réalisation de plans d'épandages des déjections animales ou de tout autre sous-produit riche en azote doivent prendre en compte ce risque.

Pour ce guide, nous avons retenu de présenter une analyse du risque potentiel de lessivage de chacun des sols, indépendamment du système de culture mis en oeuvre qui modulera l'expression de ce risque (voir encadrés ci-après «Calcul de l'indice de risque de lessivage hivernal F , d'après le modèle de I.G. Burns» et p. 186 « L'analyse du risque présenté par les systèmes de culture en place »).

Nous avons retenu d'analyser ce risque sur 2 saisons :

- l'hiver, période de reconstitution des réserves en eau du sol puis de drainage, et de faible consommation d'azote par le couvert végétal quand il existe,
- le printemps, période d'apport des engrais minéraux azotés aux cultures d'été qui se mettent progressivement en place.

6.8.1. Le risque de lessivage hivernal

6.8.1.1. Généralités

Chacune des fiches descriptives d'un type de sol comporte **un indice** relatif au risque de lessivage hivernal des nitrates.

Ce risque est défini ici comme intrinsèque et potentiel. Il concerne le lessivage des nitrates présents en début de période de drainage hivernal, sur l'épaisseur de sol exploitée par les racines des cultures, et déterminée par observation chaque fois que cela était possible.
Les variations de l'indice retenu dépendent uniquement du sol - caractérisé par sa capacité au champ estimée sur la profondeur exploitable par les racines - **et du climat hivernal local.** Il permet ainsi un classement relatif des différents types de sols au sein de la petite région naturelle. Il a pour but d'attirer l'attention des agriculteurs, techniciens et aménageurs sur la variabilité spatiale des risques. Cet indice est cohérent dans son principe avec la méthode d'estimation du risque de lessivage proposée à l'occasion de l'établissement de cartes du risque de lessivage **(PIREN EAU ALSACE, 1987).**
Il l'est aussi avec l'indicateur proposé par le **CORPEN**, bâti sur l'analyse du rapport « réserve en eau du sol » sur « pluie hivernale d'octobre à mars ».

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

Ce scénario considère que

- la réserve dite « facilement utilisable » du sol est pratiquement 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 350 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, avec une tendance à 300 mm vers la plaine du Rhin et 400-450 mm au pied des Vosges.

Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique P-ETP entre le 1er octobre et le 31 mars
(Données METEO-FRANCE)

Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P-ETP en mm			P-ETM = P-0,5 ETP en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
HAGUENAU* (1973 – 1989)	331	**383**	503	189	251	370	260	**316**	437
HEGENEY** (1993 – 2000)	373	**439**	495	230	274	366	301	**357**	431
LAUTERBOURG* (1973 – 1987)	339	**371**	383	202	240	252	270	**306**	316
PREUSCHDORF (1971 – 2000)	378	**450**	530	231	308	386	305	**379**	455
WISSEMBOURG (1987 – 2000)	413	**511**	585	266	370	446	340	**441**	514

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

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

Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates est présenté en encadré page suivante. Ce sont les résultats de ce calcul qui figurent dans les fiches de sol, avec un classement en 5 niveaux de risque :

Classe	F calculé pour P-ETM = 350 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

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 (Vm)** 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 :

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

où

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

***P - ETM - 2/3 RU** = Estimation de la lame d'eau drainante (d) (ou « pluie efficace » des hydrogéologues). Elle est exprimée en mm et calculée jour après jour, entre le 1er 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.*

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

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

Remarque :

Ce modèle rend compte du seul mouvement des nitrates sous l'effet des flux d'eau verticaux dans le sol. Il ne prend pas en compte le phénomène de dénitrification (réduction de N nitrique en N_2O et N_2 gazeux) particulièrement important dans certains sols très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.8.3. Sols hydromorphes et dénitrification).

Commentaire sur le lessivage en sols profonds quand la fertilisation est excessive

En sols profonds, la modélisation du risque de lessivage développée par Burns met en évidence que seule une très faible fraction de l'azote nitrique présent dans le sol est lessivée. Ceci explique leur classement en sols à risque de lessivage plus limité. Néanmoins, il est nécessaire de moduler ce diagnostic optimiste car les pertes d'azote peuvent être significatives dans ces sols en cas de surfertilisation. Cet impact polluant est surtout dû au cumul des excès de fertilisation année après année. Une expérimentation conduite par l'INRA (Schenck et Delphin, 1996) à 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.

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

6.8.1.2. Des risques de lessivage hivernal généralisés dans l'Outre-Forêt

Les résultats et le classement obtenus pour l'Outre-Forêt sous cet ensemble d'hypothèses sont présentés dans les tableaux, pages suivantes.

Nous présentons par ailleurs des éléments d'information qui permettent aux techniciens d'évaluer plus précisément les risques de lessivage hivernal. Ce sont :

- d'une part une analyse fréquentielle du bilan climatique hivernal P-ETP, qui correspond à un sol avec couverture végétale dense,

- d'autre part, dans chaque fiche, les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns où F est fonction de l'excès de bilan hydrique P - ETM - (RU - r), à partir d'une situation de départ où la RFU est vide (r = 1/3 RU).

Classe de risque de lessivage hivernal pour les principaux sols de l'Outre-Forêt

N°de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour : P-ETM = 350 mm	Appréciation du risque de lessivage des nitrates
1	Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes	RU = 35 mm Vm = 13,05 % h = 40 cm	92 %	Classe 5 risque très élevé
2	Sable , acide, profond, sain, sur alluvions anciennes	RU = 50 mm Vm = 13,5 % h = 50 cm	90 %	Classe 5 risque très élevé
3	Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	RU = 120 mm Vm = 30,4 % h = 70 cm	68 %	Classe 5 risque très élevé
4	Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes	RU = 70 mm Vm = 14,0 % h = 80 cm	83 %	Classe 5 risque très élevé
5	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes	RU = 100 mm Vm = 49,6 % h = 70 cm	54 %	Classe 4 risque élevé
6	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes	RU = 120 mm Vm = 49,6 % h = 70 cm	53 %	Classe 4 risque élevé
7	Limon, calcaire, sain, sur loess	RU =180 mm Vm = 33,4 % h = 130 cm	39 %	Classe 3 risque moyen
8	Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	RU = 220 mm Vm = 34,5 % h = 120 cm	36 %	Classe 3 risque moyen
9	Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié	RU = 160 mm Vm = 34,9 % h = 100 cm	49 %	Classe 4 risque élevé
10	Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	RU = 180 mm Vm = 35,7 % h = 90 cm	50 %	Classe 4 risque élevé
11	Limon argileux à argile limoneuse, hydromorphe,décarbonaté, érodé, sur lehm-loess	RU = 160 mm Vm = 35,7 % h = 90 cm	52 %	Classe 4 risque élevé
12	Limon sableux, acide, hydromorphe, sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié	RU = 170 mm Vm = 34,1 % h = 100 cm	49 %	Classe 4 risque élevé
13	Limon, acide, hydromorphe, sur lehm	RU = 160 mm Vm = 38,4 % h = 90 cm	49 %	Classe 4 risque élevé
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm	RU = 180 mm Vm = 38,8 % h = 110 cm	40 %	Classe 3 risque moyen
15	Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié	RU = 180 mm Vm = 41,3 % h = 105 cm	39 %	Classe 3 risque moyen

16	Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques	RU = 220 mm Vm = 32,6 % h = 120 cm	38 %	Classe 3 risque moyen
17	Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux	RU = 260 mm Vm = 35,7 % h = 120 cm	30 %	Classe 3 risque moyen
18	Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux	RU = 220 mm Vm = 34,3 % h = 120 cm	37 %	Classe 3 risque moyen
19	Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires	RU = 150 mm Vm = 30,0 % h = 100 cm	55 %	Classe 4 risque élevé
20	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires	RU = 70 mm Vm = 37,5 % h = 40 cm	78 %	Classe 5 risque très élevé
21	Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne	RU = 120 mm Vm = 41,9 % h = 70 cm	58 %	Classe 4 risque élevé
22	Sable, acide, profond sur argile hydromorphe	RU = 70 mm Vm = 15,3 % h = 70 cm	84 %	Classe 5 risque très élevé
23	Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne	RU = 120 mm Vm = 43,4 % h = 70 cm	57 %	Classe 4 risque élevé
24	Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat	RU = 120 mm Vm = 40,8 % h = 70 cm	59 %	Classe 4 risque élevé
25	Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat	RU = 100 mm Vm = 34,9 % h = 60 cm	69 %	Classe 5 risque très élevé
26	Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse	RU = 140 mm Vm = 46,5 % h = 80 cm	49 %	Classe 4 risque élevé
27	Sable , acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses	RU = 120 mm Vm = 17,1 % h = 120 cm	68 %	Classe 5 risque très élevé
28	Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse	RU = 70 mm Vm = 21,0 % h = 60 cm	81 %	Classe 5 risque très 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

Avertissement : Dans le tableau ci-dessus, les paramètres retenus pour les calculs de F (Vm, RU et h) se rapportent généralement au profil considéré comme représentatif du type de sol.

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 influer sur la facilité ou non à prévoir les besoins en azote des cultures. Cela donne la grille de risque ci-dessous (**Sebillotte et Meynard, 1990**) :*

		Risque de lixiviation d'azote hors de portée des racines les plus profondes durant les cycles culturaux successifs		
		Faible à nul	**Inter-médiaire**	**Fort à certain**
Variabilité interannuelle des potentialités agricoles	**FAIBLE :** Besoins en azote assez prévisibles	**A**	**B**	**C**
	FORTE : Besoins en azote imprévisibles	**D**	**E**	**F**

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

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

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

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

6.8.2. Le risque de lessivage printanier

6.8.2.1. Généralités

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

Le climat printanier de la région se caractérise par un maximum pluviométrique en mai-juin avec 60 à 90 mm de pluie en moyenne par mois pour l'Outre-Forêt.

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 :

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

6.8.2.2. Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels de l'Outre-Forêt

Pour illustrer ce risque, nous avons choisi de présenter :

❶ les données du bilan climatique correspondant à une culture d'été implantée courant avril comme un maïs ou un tournesol (voir tableau « Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique entre le 21 avril et le 30 juin »).

❷ les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns, selon un scénario spécifique à cette situation printanière (cf. encadré ci-dessus). La hiérarchie établie entre les sols pour les classes de risque de lessivage hivernal se retrouve pour l'analyse du risque printanier.
Aussi, nous avons choisi de ne représenter que 5 types de sols, représentatifs de différentes classes de risque de lessivage hivernal (cf. graphique page suivante).

Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique, entre le 21 avril et le 30 juin
(Données METEO-FRANCE)

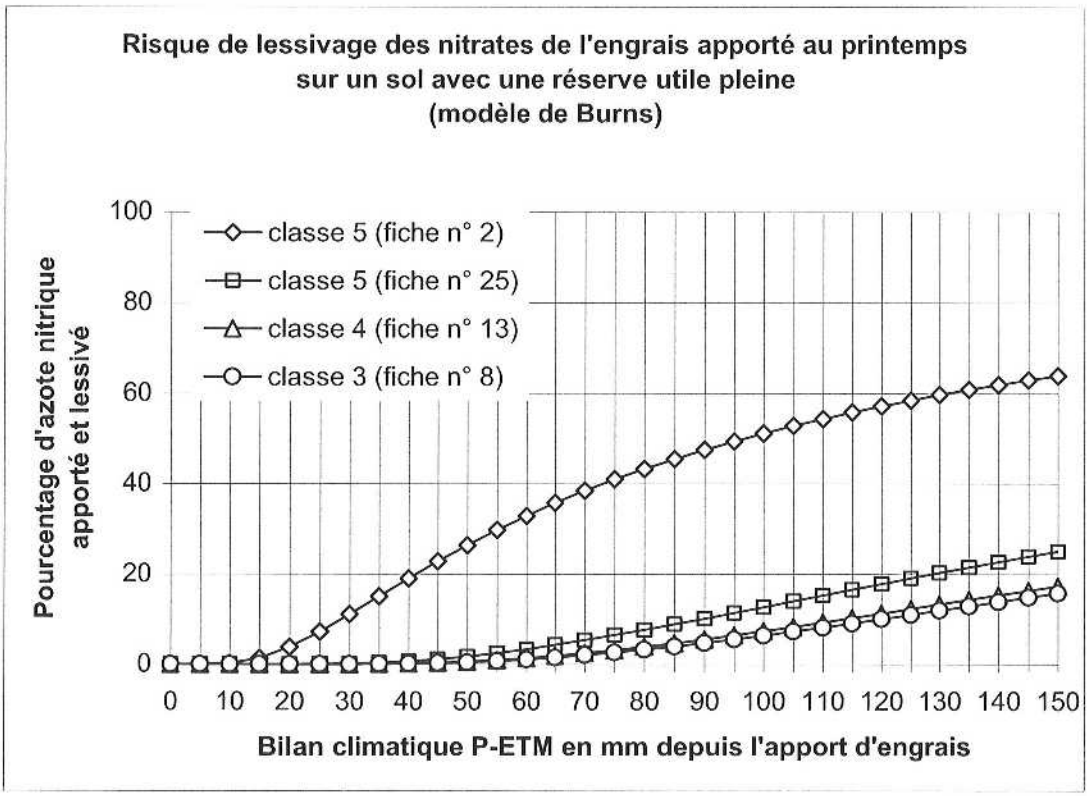
Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P - ETM maïs en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
HAGUENAU* (1973 – 1989)	145	181	230	-17	+26	+85
HEGENEY** (1993 – 2000)	144	158	172	-27	-11	+24
LAUTERBOURG* (1973 – 1987)	132	158	222	-17	+14	+83
PREUSCHDORF (1971 – 2000)	123	173	201	-40	+19	+67
WISSEMBOURG* (1987 – 2000)	119	135	195	-45	-31	+37

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

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

Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin fait apparaître un excès de moins de 30 mm un an sur deux, et de 30 à 80 mm un an sur cinq. Ces excédents créent des pertes limitées inférieures à 20 % des nitrates apportés en surface même pour les sols les plus filtrants (cf. graphique ci-dessous). Il ressort de cette analyse que des risques de lessivage printanier existent en particulier pour les sols les plus superficiels et/ou les plus filtrants (fiches n° 1, 2, 3, 4, 20, 22, 25, 27 et 28).

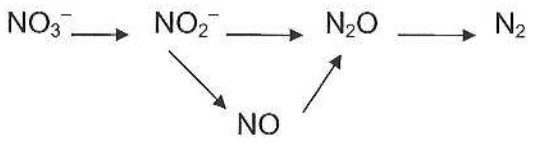
Dans ces sols où le risque de lessivage printanier est le plus probable, il est indispensable de systématiser le fractionnement en 2 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été, voire en 3 fois pour les situations à très fort risque et si la praticabilité du terrain le permet. Le but est de retarder au maximum les apports importants pour les ajuster au calendrier des besoins de la culture.



6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification

Le modèle de lessivage de Burns ne tient pas compte des phénomènes de dénitrification qui, dans les sols organiques et hydromorphes, peut conduire à une épuration de l'eau drainante et diminuer le taux de nitrates.

La dénitrification correspond à une réduction des nitrates du sol par action de micro-organismes, principalement des bactéries. Elle comporte la chaîne de réactions suivantes allant jusqu'à la libération de gaz N_2.



Selon les bactéries ou les conditions de milieu, la chaîne de réactions est réalisée totalement ou partiellement, ce qui peut conduire à des accumulations variées des formes intermédiaires et notamment à la libération de protoxyde d'azote N_2O (**Hénault, 1995**). La proportion d'azote libérée sous forme de N_2O lors de la dénitrification est très variable, allant de 0 à 100 % et les facteurs de régulation sont encore mal connus.

Les principaux facteurs favorisant le processus de dénitrification dans le sol sont :
- la richesse en matière organique des sols,
- le degré d'anaérobiose lié au régime hydrique des sols,
- la concentration en nitrates et autres oxydes d'azote dans le sol.

La réaction est activée par des températures plus élevées du sol ; le pH optimal se situe entre 6 et 8.

Les mécanismes de régulation de cette transformation sont complexes et son intensité est très variable. Les pertes d'azote ainsi occasionnées peuvent aller de quelques kg à plusieurs dizaines de kg N/ha/an (**Hénault 1993**).

Dans la bibliographie actuellement disponible, quelques chiffres peuvent être relevés :

Dénitrification observée	Système étudié
environ 5 à 10 kg N/ha/an avec pointe exceptionnelle de 20 à 50 kg N/ha/an	maïs en loess et en sol hydromorphe humifère de la plaine d'Alsace (J. Hack, 1997)
3 à 10 kg N/ha de mars à mi-octobre	Blé sur sol argilo-limoneux (Germon, 1985)
15 à 20 kg N/ha de mi-mars à mi-septembre	Prairies temporaires avec mode d'exploitation intensif (Germon et Couton, 1989)
68 kg N/ha/an	sol faiblement drainé sous forêt (Lawrance, 1995 et Hanson, 1994)
5 kg N/ha/an	sol modérément drainé sous forêt (Lawrance 1995, Hanson 1994)

Dans les zones en bordure de rivières ou les zones de battement de la nappe où la dénitrification est la plus active, elle est aujourd'hui parfois considérée comme une voie de dépollution des eaux chargées en nitrates. Cependant, comme cela a été signalé plus haut, la réaction de dénitrification peut ne pas être totale et libérer préférentiellement du N_2O qui est un gaz à très fort effet de serre. Son augmentation dans l'atmosphère est indésirable. La dénitrification, dont on ne maîtrise pas toutes les étapes, peut ainsi dans certains cas, apparaître comme un transfert de pollution de l'eau du sol ou des nappes vers l'atmosphère.

Dans les sols hydromorphes cultivés, le risque de lessivage des nitrates est sans doute surestimé par le modèle de Burns qui ne prend pas en compte la dénitrification. L'erreur commise reste cependant modérée du fait des modestes quantités d'azote concernées en zone cultivée. Cette réaction importante sous forêt alluviale comme par exemple la forêt de l'Illwald reste cependant un argument pour le maintien des zones humides, ripisylves, forêts humides. Mais attention à ne pas transférer une pollution de l'eau vers une pollution de l'atmosphère.
Du fait des incertitudes sur les mécanismes de la dénitrification des sols hydromorphes, le meilleur moyen de préserver l'aquifère de la pollution azotée est encore de raisonner la gestion de l'azote au plus près des besoins des cultures pour limiter les excès.

6.9. LE SOL ET LE DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

L'usage des produits phytosanitaires est largement répandu en agriculture pour se prémunir des effets néfastes des adventices ou des parasites des plantes, ainsi que dans des usages non agricoles, pour l'entretien des espaces verts et des infrastructures collectives (routes, voies ferrées, parking,...).
D'une manière générale, les données sur ce sujet sont très fragmentaires pour le territoire français. Quelques résultats d'observation sont cependant disponibles en Alsace pour le Sundgau dans des sols limoneux équivalents à ceux de l'Outre-Forêt (cf. encadré « Des résultats de mesures à Spechbach-Le-Haut » p. 179)

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

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

- **la mobilité**, c'est-à-dire l'aptitude du produit à suivre les mouvements de l'eau du sol. Elle résulte de la solubilité dans l'eau, mais plus encore de l'affinité de la matière active pour les particules solides du sol, en particulier la matière organique. Elle est décrite par le coefficient de partage carbone organique - eau, Koc. Ainsi, une molécule dont le Koc est élevé sera peu mobile dans le sol. Les sols riches en matière organique retiendront fortement les matières actives et d'autant plus que leur Koc sera élevé.

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

6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines

La présentation de deux cas opposés permet de comprendre les mécanismes en jeu :

- **Une matière active - ou un métabolite résultant de sa dégradation partielle - à la fois mobile avec l'eau et persistante**, sera facilement entraînée par les mouvements de l'eau dans le sol, en particulier le drainage profond. Elle pourra ainsi être retrouvée dans les eaux souterraines, où sa dégradation sera encore plus lente que dans le sol du fait de la quasi absence de possibilité de dégradation biologique.

Dans cette situation, les particularités du sol vont jouer un rôle,
- d'une part du point de vue du risque de lessivage, pour la vitesse de transfert,
- d'autre part du point de vue de l'activité biologique, pour la capacité à dégrader la molécule,
- enfin par la teneur en matière organique, pour les possibilités de fixation de la matière active.

Les grandeurs caractéristiques du sol déterminantes pour l'évaluation de ce risque sont la réserve utile, sur l'épaisseur régulièrement exploitée par les racines des cultures et sans hydromorphie, et secondairement la teneur en matière organique. Mais ces caractéristiques de base doivent être appréciées en tenant compte de l'existence possible de chemins préférentiels pour l'écoulement de l'eau à travers le sol, comme les fentes de retrait observables dans les sols argileux à certaines périodes de l'année.

Cette analyse se rapproche de celle réalisée dans le cadre de l'estimation du pouvoir épurateur du sol vis à vis du recyclage de la matière organique, ou du devenir des composés-traces organiques biodégradables.

- **A contrario, une molécule fortement fixée et peu persistante** disparaîtra vite du sol, décomposée en gaz carbonique et eau avant d'avoir été lessivée.

Ainsi, le choix des matières actives adaptées apparaît prioritaire dans la prévention du risque sur les sols les plus sensibles au risque de lessivage.

6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement

Le transfert par ruissellement, concerne plutôt les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement entraînées avec les particules auxquelles elles sont liées à la surface du sol .

Cependant, si le ruissellement assure le transport de particules de sol, il peut aussi entraîner des produits en solution. Ainsi, une matière active mobile avec l'eau pourra être entraînée si le ruissellement survient peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

L'apparition du ruissellement sur une parcelle est conditionnée par de nombreux facteurs autres que les caractéristiques du sol (voir § 6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés). Aussi, la prévention de ce risque dépend plutôt des choix de techniques agricoles limitant l'apparition, l'importance ou la propagation du ruissellement que de considérations sur les caractéristiques intrinsèques du sol.

6.10. LE POUVOIR EPURATEUR DES SOLS

La capacité des sols à digérer des matières organiques biodégradables et à recycler des éléments minéraux est de plus en plus souvent mise à contribution par la collectivité : il s'agit ainsi d'éliminer au mieux des déchets d'origine urbaine ou industrielle, tels que des boues de station d'épuration des eaux usées ou des composts issus du traitement de déchets divers. Dans le cadre de l'activité agricole, cette aptitude est également sollicitée par les épandages de déjections animales des élevages, même si cette fonction semble aller de soi aux yeux de beaucoup : la réalisation de plans d'épandage pour les déjections d'élevages relevant de la législation des installations classées comme pour le recyclage des déchets en agriculture impose une bonne connaissance du pouvoir épurateur des sols. Cette exigence est d'autant plus forte que l'Outre-Forêt est un milieu potentiellement sensible du fait de la présence de nappes à faible profondeur (10 et 30 m).

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 m^3/ha/an environ, correspondant à une lame d'eau de 10 mm au plus. Les critères d'appréciation proposés ne sont pas automatiquement valides dans d'autres cas, par exemple pour envisager la capacité de sols non agricoles à traiter des eaux usées domestiques brutes.

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

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

Cet objectif sera atteint sous deux conditions :

❶ Le transfert de la charge polluante que représente le déchet hors du système sol-plante ne doit concerner que des éléments qui ne conduisent pas à une pollution du milieu récepteur par nature ou par concentration. Dans l'Outre-Forêt ce sont différentes nappes qu'il s'agit de protéger, et le sol doit présenter des caractéristiques minimales pour maîtriser ce risque.

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

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

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

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

6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle

La connaissance du pouvoir épurateur du sol est l'un des éléments permettant d'apprécier **l'aptitude à l'épandage d'une parcelle**. Ce n'est pas le seul. Interviennent également dans cette appréciation l'environnement et le voisinage parcellaire comme la présence d'habitations ou la proximité d'un cours d'eau, la pente, le risque d'inondation, le système de culture pratiqué. Ces contraintes doivent être prises en compte et discutées lors de la constitution des **plans d'épandage**, dans le respect de la réglementation s'appliquant au déchet concerné (règlement sanitaire départemental, réglementation des installations classées, réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, ...).

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

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

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

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

Le risque est lié au transfert direct éventuel de substances organiques solubles ou facilement entraînées par l'eau, mais supposées *a priori* non toxiques, du sol vers les eaux souterraines. En effet, la présence de matière organique dans l'eau altère sa potabilité. Le sol doit être apte à retenir et réorganiser tous les apports organiques qu'il reçoit : pour cela, son activité biologique doit être suffisante et les temps de rétention des substances organiques solubles suffisamment longs.
Dans ces conditions, la capacité d'un sol à « digérer » et réorganiser de la matière organique est très élevée : elle s'élève jusqu'à 1 tonne de matière organique par ha et par jour hors de la période froide, et permet de traiter au moins 30 tonnes de DCO par ha sur une année (**J.C. Germon, 1977**).

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

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

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

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

❷ *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 des secteurs à faible épaisseur de limons et des nappes alluviales) épandage possible sur les sols dont la réserve utile est d'au moins 100 mm, et la vitesse d'infiltration inférieure à 200 mm/h.

⇨ **Hors des périmètres de protection des captages d'eau potable, pas de restriction.**

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

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

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

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

❹ *Protection des sols et des eaux souterraines contre les micropolluants métalliques et organiques*

Vis-à-vis des micropolluants, la protection des eaux et celle des sols sont liées par les mécanismes d'immobilisation, de remobilisation et de transfert de ces substances : une molécule ou un élément aujourd'hui retenu dans le sol ne migrera pas dans l'eau, mais pourra devenir indésirable pour la production agricole par suite de teneurs excessives. Demain, il pourra être de nouveau mobilisé suite à une modification des conditions du sol (évolution du pH par exemple), ou bien encore des dérivés de la molécule apparaîtront, issus de sa transformation par voie biologique ou physico-chimique.

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

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

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

Valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols

D'après l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles, les valeurs fréquemment observées en Alsace (Baltzer, 1993 ; MRA68, 1999) et la proposition de seuil « d'alerte » (selon Baize, 1997).

Eléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg MS	Valeurs observées * en Alsace en mg/kg MS	Seuil « d'alerte » ** en mg/kg MS
Cadmium	2	0,25 à 0,40	0,60
Chrome	150	30 à 60	60
Cuivre	100	15 à 25	30
Mercure	1	< 0,15	0,30
Nickel	50	20 à 40	45
Plomb	100	20 à 40	50
Zinc	300	45 à 90	100

* chiffres en mg/kg de matière sèche (MS) correspondant à 3 cas sur 4
** seuil rarement dépassé en Alsace, dans moins d'un cas sur 10

❺ *Protection des eaux de surface*

Le sol pris isolément ne joue pas un rôle déterminant dans la protection des eaux de surfaces, rivières et plans d'eau, sauf dans un cas : une sensibilité élevée du sol à la battance peut conduire à des états de surface fréquemment et rapidement fermés après les opérations de travail du sol. Dans cette situation, la vitesse d'infiltration diminue, jusqu'à moins de 5 mm/h, et le coefficient de ruissellement augmente. C'est le cas par exemple des sols limoneux, surtout s'ils sont décarbonatés et présentent un taux de matière organique inférieur à 1,5 %.

Le mécanisme de pollution concerné est l'entraînement par ruissellement des produits épandus à la surface du sol. La protection effective des eaux de surface peut être assurée au travers du respect d'un certain nombre de conditions concernant la parcelle. La pente du terrain, la distance par rapport aux eaux de surface, la présence d'obstacles s'opposant à la propagation du ruissellement entre la parcelle et celles-ci, la présence d'un drainage interceptant le ruissellement, les conditions climatiques de la période d'épandage, le risque d'inondation éventuel, les délais d'enfouissement après épandage doivent être analysés. Les contraintes qui en découlent devront être prises en compte par le plan d'épandage. Elles ne sont pas retenues pour juger du pouvoir épurateur du sol.

6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols

Pour l'épandage des boues de station d'épuration, il est nécessaire de prendre en compte plus particulièrement certains critères :

- le pH du sol, qui si il est voisin de 6,0 / 6,5 sera représentatif d'un sol tout indiqué pour recevoir des boues chaulées,
- le pouvoir minéralisateur du sol pour le recyclage de la matière organique apportée dans les boues, souvent inversement proportionnel à l'intensité de l'excès d'eau du sol,
- la vitesse de filtration du sol en surface après un épandage et sa capacité de rétention en eau, en particulier s'il s'agit de boues liquides

L'un des objectifs de l'étude des sols est d'estimer le pouvoir épurateur des sols décrits. Celui-ci est défini en fonction de plusieurs critères liés aux sols, notamment : la réserve utile, l'hydromorphie, le risque de lessivage hivernal des nitrates et l'état calcique (pH et $CaCO_3$).
Pour ces critères, on peut définir :

- 5 classes de réserve utile : > 180 mm, 140-180 mm, 100-140 mm, 60-100 mm, ≤ 60 mm
- 5 classes d'hydromorphie : 0, 1, 2, 3/3+ et 4 (selon **J.C. Favrot**, 1983),
- 5 classes de risque de lessivage des nitrates (selon formule de Burns) : très limité (F < 10 %), limité (10 % < F < 25 %), moyen (25 % < F < 40 %), élevé (40 < F < 60 %), très élevé (F > 60 %),
- 5 classes d'état calcique (pH/CaCO3) : très acide, pH < 5 ; acide, pH de 5 à 6 ; modérément acide ou décarbonaté, pH de 6 à 7 ; calcique, pH > 7 et CaCO3 < 2 % ; calcaire, pH > 7 et CaCO3 > 2 %.

Ces classes permettent de présenter le tableau d'estimation suivant du pouvoir épurateur :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO3	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	**A**
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	**B**
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	**C**

avec les définitions suivantes des classes de pouvoir épurateur :
A : pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure,
B : pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières
(contrôle du pH, vérification de l'excès d'eau, gestion de la fertilisation azotée...)
C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

La classe de pouvoir épurateur est définie par le niveau de contrainte le plus élevé atteint par l'un des 4 critères. Ce résultat peut être modulé en fonction de la variabilité du terrain en particulier lorsqu'elle conduit à des valeurs de part et d'autre d'une valeur seuil de classe de critère (RU, lessivage...).

Ainsi, par exemple, un sol brun calcaire profond sur loess en plaine d'Obernai présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO3	Classe de pouvoir épurateur
1	**> 180**	**0**	**très limité**	**calcaire**	**A**
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	**B**
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	**C**

Sa classe de pouvoir épurateur est donc A

A l'inverse, un sol limono-argilo-sableux peu profond (moins de 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'Ill présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO3	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	**0**	très limité	calcaire	**A**
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	**décarbonaté**	**B**
4	60-100	3/3+	**élevé**	acide	(B à C)
5	**≤ 60**	4	très élevé	très acide	**C**

Sa classe de pouvoir épurateur est donc C

Enfin, un sol limoneux à argilo-limono-sableux, moyennement profond de la plaine du Rhin présentera le tableau suivant :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO3	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	**calcaire**	**A**
2	140-180	1	**limité**	calcique	(A à B)
3	**100-140**	**2**	moyen	décarbonaté	**B**
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	**C**

Sa classe de pouvoir épurateur sera donc B

Ainsi, l'utilisation du pouvoir épurateur des sols à des fins de recyclage agricole permet de postuler a priori que " 60 cm de sol sain, à texture équilibrée, drainage interne satisfaisant, avec un pH de 6,0-6,5 " représente les conditions minimales d'une épuration satisfaisante de la matière organique dans les sols (cas B).

Un classement qualitatif des 4 critères a été réalisé pour toutes les unités cartographiques de sols définies dans cette étude. Toutefois, à l'échelle du zonage présenté dans ce guide, la variabilité possible des situations de sols à l'intérieur d'une même unité cartographique conduit à une certaine variabilité autour de la note de classement. **Il est donc nécessaire de compléter cette approche à l'échelle parcellaire après reconnaissance et vérification des types des sols.**
Enfin rappelons que l'aptitude des parcelles à l'épandage, outre le pouvoir épurateur des sols, nécessite la prise en compte du type de produit à épandre, de la succession culturale, de la pente, des contraintes réglementaires (zone inondable, périmètres de captage d'eau potable, proximité de cours d'eau, zone habitée...)

Sur le plan pratique, ceci conduit donc à noter systématiquement lors de la prospection de terrain les paramètres suivants :
- l'effervescence à l'acide chlorhydrique (présence-absence de carbonate de calcium),
- la profondeur du sol et ses textures par horizon (permet une estimation de la réserve utile en eau),
- l'hydromorphie (taches rouille, taches de décoloration), les obstacles à l'infiltration de l'eau (niveaux compactés sous le labour, accumulation d'argile en profondeur...) et la situation dans le paysage.

En outre, les valeurs du pH, des taux d'argile en surface et de matière organique sont issues de 2 sources :
- les analyses de terre de surface issues de la base de données régionale sur les sols d'Alsace gérée par l'ARAA,
- les analyses physico-chimiques standards en laboratoire (SADEF Aspach-le-Bas, Haut-Rhin) réalisées sur les échantillons prélevés des fosses pédologiques ouvertes et décrites dans le cadre de ce guide des sols.

6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols de l'Outre-Forêt

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

A : Pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- **aucun sol**, compte tenu des risques de lessivage de l'azote sur l'ensemble de la petite région.

Ceci ne signifie nullement que les épandages ne soient pas possibles, mais qu'il faut prendre une série de précautions préalables et ce même dans les sols a priori les plus favorables (loess), compte tenu de la lame d'eau hivernale non retenue dans les sols (P-ETM = 350 mm).

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **sols 7, 8, 9, 10, 11 et 16** : Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. Cette catégorie concerne les recouvrements de loess et lehm-loess des hauts de collines de la partie Sud-Est de l'Outre-Forêt.
- **sols 19, 23, 24, 25 et 26** : sur certaines surfaces, la sensibilité au lessivage des nitrates impose d'être attentif à la gestion de l'azote et à la localisation par rapport aux captages.
- **sols 12, 13, 14 et 15** : 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 5, 17 et 21**, à cause de l'excès d'eau et de la sensibilité au lessivage des nitrates.

Ces précautions préalables étant prises, ceci implique aussi une attention particulière en vue de respecter d'une part les doses prescrites pour les épandages et d'autre part les rotations (fréquence de retour sur les mêmes parcelles égale en principe à 3 ans).

C : Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

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

- **sols 18** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. L'apport de sous-produits minéraux demeure possible selon leur intérêt agronomique.
- **sols 3, 4, 5 et 6** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. De plus, un risque élevé à très élevé de lessivage des nitrates ne permet pas de garantir une épuration correcte en toutes conditions
- **sols 20** : la faible RU ne permet pas de garantir une épuration correcte en toutes conditions.
- **sols 1, 2, 22, 27 et 28** : la faible RU ou un risque de lessivage des nitrates très élevé combiné à des pH faibles ne permettent pas d'assurer un pouvoir épurateur suffisant.

Ces conclusions sont détaillées dans chacune des fiches.

APPRECIATION DU POUVOIR EPURATEUR DES SOLS DE L'OUTRE-FORÊT

N° fiche	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydro-morphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbona-tation	
1	Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes	35 mm	0	5 : très élevé	6,0 à 7,0 7,5 à 8,0 après chaulage sol décarbonaté à acide	**C** : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates. Le contrôle du pH est nécessaire.
2	Sable , acide, profond, sain, sur alluvions anciennes	50 à 80 mm	0	5 : très élevé	5,0 à 6,5 6,5 à 7,5 après chaulage sol acide	**C** : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates. Le contrôle du pH est nécessaire.
3	Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	120 à 150 mm	3 à 3+	5 : très élevé	5,5 à 6,5 en surface 6,5 à 7,5 en profondeur sol acide	**C** : pouvoir épurateur médiocre à cause du risque très élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est nécessaire.
4	Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes	70 à 80 mm	3 à 3+	5 : très élevé	5,5 à 6,5 6,0 à 7,5 après chaulage sol acide	**C** : pouvoir épurateur médiocre à cause de la faible RU, du risque très élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et du pH est nécessaire.
5	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes	100 mm	3 à 3+	4 : élevé	6,0 à 7,0 en surface, >7,5 en profondeur (50-100 cm) sol décarbonaté	**B à C** : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause du risque élevé de lessivage des nitrates, de l'excès d'eau et des inondations potentielles. Le contrôle du pH est nécessaire
6	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes	120 mm	3+ à 4	4 : élevé	6,0 à 7,0 en surface, >7,5 en profondeur (50-100 cm) sol décarbonaté	**C** : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause du risque élevé de lessivage des nitrates, du fort excès d'eau et des inondations potentielles. Le contrôle du pH est nécessaire
7	Limon, calcaire, sain, sur loess	180 mm	0	3 : moyen	7,5 à 8,5 sol calcaire	**B** : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.

N° fiche	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydromorphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbonatation	
8	Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	200 à 240 mm	0	3 : moyen	7,0 à 7,5 sol décarbonaté en surface	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.
9	Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié	160 à 180 mm	0	4 : élevé	7,5 à 8,5 sol calcique à calcaire	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.
10	Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	180 à 220 mm	2 à 3	4 : élevé	6,0 à 7,5 sol décarbonaté à acide	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires.
11	Limon argileux à argile limoneuse, hydromorphe, décarbonaté, érodé, sur lehm-loess	160 à 180 mm	2 à 3	4 : élevé	6,0 à 7,5 sol décarbonaté à acide	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires.
12	Limon sableux, acide, hydromorphe, sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié	160 à 180 mm	2 à 3	4 : élevé	5,5 à 7,0 sauf chaulage sol acide	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires.
13	Limon, acide, hydromorphe, sur lehm	160 à 180 mm	3 à 3+	4 : élevé	5,5 à 6,5 jusqu'à 1 m sauf chaulage sol acide à très acide	**B à C :** pouvoir épurateur à peine suffisant du fait de l'acidité naturelle, du risque élevé de lessivage des nitrates et de l'hydromorphie de ces sols.
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm	160 à 180 mm	2 à 3	3 : moyen	5,5 à 7,0 sauf chaulage sol acide	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires
15	Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié	160 à 180 mm	2 à 3+	3 : moyen	6,5 à 7,5 sauf chaulage sol décarbonaté à acide	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires

16	Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques	180 à 240 mm	0 à 2	3 : moyen	6,5 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est utile.
17	Limon,calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux	200 à 280 mm	3 à 3+	3 : moyen	6,5 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	**B à C :** pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de l'excès d'eau.
18	Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux	200 à 240 mm	3 à 4	3 : moyen	6,5 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	**C :** pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau.
19	Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires	150 mm	0	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte.
20	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires	70 mm	0	5 : très élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	**C :** pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
21	Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne	120 mm	2 à 3+	4 : élevé	7,5 à 8,0 sol calcaire	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
22	Sable, acide, profond sur argile hydromorphe	70 mm	1 à 3	5 : très élevé	5,0 à 6,0 sol acide à très acide	**C :** pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU, du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'acidité naturelle de ces sols.
23	Argile limono-sableuse, calcaire, profonde, sur marne	120 mm	0 à 2	4 : élevé	7,5 à 8,0 sol calcaire	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est utile.
24	Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat	120 mm	2 à 3	4 : élevé	7,0 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
25	Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat	80 à 100 mm	0 à 2	5 : très élevé	7,0 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	**B à C :** pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la RU limitée et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
26	Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse	140 mm	2	4 : élevé	7,0 à 8,0 sol calcaire à décarbonaté	**B :** pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est utile.
27	Sable , acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses	120 mm	0	5 : très élevé	5,0 à 6,5 sol acide	**C :** pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'acidité limite, et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
28	Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse	70 mm	0	5 : très élevé	4,5 à 5,5 sol très acide	**C :** pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU, du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'acidité.

ANNEXES

❶ DONNEES CLIMATIQUES

❷ TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

❸ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

❹ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

❺ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

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

❼ EXPLOITATION DU FICHIER D'ANALYSES DE TERRE UTILISEES

❽ CORRESPONDANCES ENTRE LES FICHES DU GUIDE OUTRE FORET, LA CLASSIFICATION CPCS, LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE, LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS

❶ DONNÉES CLIMATIQUES

1. RAPPEL DE DEFINITIONS POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES ANALYSES CLIMATIQUES

ETR (Evapotranspiration réelle) : Evaporation d'un couvert végétal composée pour une part de l'évaporation directe de l'eau du sol et pour une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu (déficit climatique, vent...) et du couvert végétal dont les besoins en eau peuvent ne pas être satisfaits en totalité. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle (pour un sol nu en condition d'humidité moyenne, on considère que ETR = ETM = 0,5 ETP).

ETP (Evapotranspiration potentielle) : Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.

ETM (Evapotranspiration maximale) : Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.

RU (Réserve Utile) : Part accessible aux plantes du volume de porosité pouvant contenir durablement de l'eau. C'est une caractéristique relativement permanente d'un horizon ou d'un type de sol. Elle est exprimée sous forme d'une lame d'eau indépendante de la surface considérée (en mm d'eau). Elle correspond à la teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.

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

Bilan climatique : Bc = Pluie - ETM

Bilan hydrique : Bh = Pluie - ETM + RU

2. ETAT DES DONNEES DISPONIBLES

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

- 4 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Hegeney, Lauterbourg, Preuschdorf et Wissembourg,
- 1 poste avec des données pluviométriques seules : Haguenau.

Pour l'ETP, l'information est fournie par la station météorologique d'Entzheim, extrapolée pour le calcul des bilans hydriques de tous les autres postes.

Toutes les données utilisées ont été fournies et leur traitement réalisé par le service météorologique inter-régional Nord-Est de METEO-France.

3. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES ET TYPOLOGIE DES POSTES METEO

3.1. La pluviométrie (voir tableau de données et graphique)

La pluviométrie moyenne annuelle pour la zone varie de 800 à 900 mm selon les postes. Cette variabilité est essentiellement liée à la localisation des sites par rapport aux reliefs des Vosges (un peu moins de 800 mm vers la plaine du Rhin à Lauterbourg, un peu plus de 900 mm au pied des Vosges gréseuses à Wissembourg).

La pluviométrie d'été est conditionnée par des orages apportant plus d'eau. **La pluviométrie de printemps** est plutôt liée au passage de perturbations d'origine atlantique.

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

- **mai-juin d'une part,**
- **novembre-décembre d'autre part,**

avec des pluies mensuelles pour les 2 périodes de 60-70 mm (Haguenau, Hegeney, Lauterbourg) à près de 90 mm (Preuschdorf, Wissembourg) une année sur deux, avec 15 à plus de 20 jours de pluie mensuels.

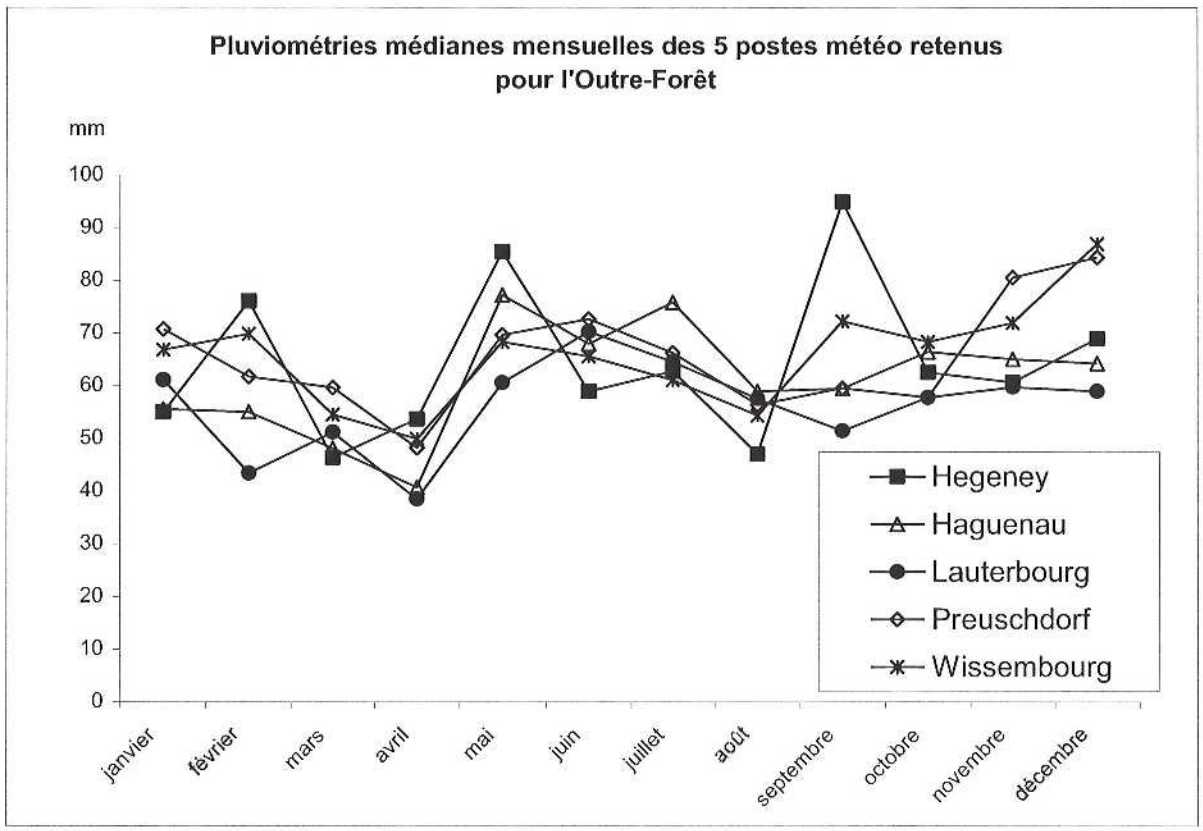
Les autres périodes sont en comparaison moins arrosées. De janvier à avril et de juillet à octobre, la pluviométrie médiane mensuelle est de 40 à 60 mm avec 12 à 15 jours de pluie mensuels, sauf pour Hegeney qui présente 2 pics entre 75 et 95 mm en septembre et février (les données concernant ce poste sont données à titre indicatif, car elles ne couvrent qu'une période très courte de 8 années).

PLUVIOMETRIES MEDIANES MENSUELLES ET MEDIANES ANNUELLES
(Données METEO France)

poste	HAGUENAU*	HEGENEY**	LAUTERBOURG*	PREUSCHDORF	WISSEMBOURG*
période	1973-1989	1993-2000	1973-1987	1971-2000	1987-2000
médianes mensuelles					
janvier	55,5	55,0	61,1	70,7	66,8
février	55,0	76,0	43,4	61,7	69,8
mars	48,1	46,3	51,1	59,6	54,5
avril	40,7	53,6	38,5	48,2	49,9
mai	77,2	85,4	60,5	69,6	68,3
juin	67,9	58,9	70,2	72,6	65,5
juillet	75,8	62,7	64,5	66,2	61,0
août	58,9	47,0	57,5	56,3	54,3
septembre	59,4	94,9	51,4	59,5	72,2
octobre	66,4	62,5	57,7	57,7	68,3
novembre	65,0	60,6	59,7	80,5	71,9
décembre	64,2	68,9	58,9	84,3	86,9
médiane annuelles	832,2	804,3	796,4	852,3	904,8

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

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



3.2. La température et ses extrêmes

La température moyenne annuelle s'établit pour la région de 10 °C (Wissembourg) à 11°C à Lauterbourg, avec une amplitude thermique d'environ 17,5 à 18°C (janvier : 1,5 à 2,0°C et août : 19 à 20°C).

Les hivers sont humides et froids avec des températures moyennes minimales proches de - 2,5 à - 5°C en janvier et février (dont 2 à 3 jours de gel avec des températures inférieures à - 10 °C).

L'ensemble des stations présentent 65 à 80 jours de gel annuel, dont environ 45 à 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 26 octobre et le 13 novembre. Certaines années sont particulièrement précoces et les premières gelées peuvent être observées, 2 années sur 10 dès le 17 octobre.
Les **risques de gelées tardives** se situent une année sur 2 du 19 au 25 avril, les plus tardives ayant lieu la dernière décade d'avril ou la 1ère décade de mai, 2 années sur 10.

Les **fortes chaleurs** apparaissent 2 années sur 10, en 1ère décade de juin, et peuvent perturber la phase de remplissage des grains des céréales à paille ou bien encore l'activité photosynthétique du maïs.

Analyse fréquentielle des températures extrêmes
(Données METEO FRANCE)

TYPE DE RISQUE	à HEGENEY (1994 – 2000, présenté à titre indicatif)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	08/10	25/10	12/11	19/11	22/11
Dernières gelées	13/03	18/04	20/04	23/04	15/05
Premier jour chaud (≥ 30°C)	05/06	7/06	26/06	02/07	03/07

TYPE DE RISQUE	à LAUTERBOURG (1994 – 2000, présenté à titre indicatif)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	22/10	6/11	13/11	21/11	2/12
Dernières gelées	8/04	11/04	19/04	20/04	24/04
Premier jour chaud (≥ 30°C)	02/06	05/06	14/06	25/06	03/07

TYPE DE RISQUE	à PREUSCHDORF (1979 – 2000)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	05/10	20/10	27/10	7/11	22/11
Dernières gelées	20/03	15/04	25/04	6/05	17/05
Premier jour chaud (≥ 30°C)	1/06	3/06	7/06	24/06	08/07

TYPE DE RISQUE	à WISSEMBOURG (1971 – 2000)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	16/09	17/10	26/10	7/11	22/11
Dernières gelées	31/03	13/04	21/04	29/04	10/05
Premier jour chaud (≥ 30°C)	03/06	13/06	30/06	09/07	09/07

4. DONNEES CLIMATIQUES PARTICULIERES

4.1 Sommes des températures

Ces données sont présentées pour les 4 postes de relevés thermométriques pour lesquels les séries sont disponibles : Hegeney, Lauterbourg, Preuschdorf et Wissembourg.

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

Analyse fréquentielle des sommes de température base 6 entre le 20 avril et le 15 octobre
(Données METEO-FRANCE)

Poste météo	Q1	médiane	Q4
HEGENEY** 1993 - 2001	1771°C	1840°C	1868°C
LAUTERBOURG** 1993 - 2001	1891°C	1925°C	1978°C
PREUSCHDORF* 1979 - 2001	1772°C	1928°C	1999°C
WISSEMBOURG 1972 - 2001	1573°C	1780°C	1907°C

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

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

Ces données climatiques doivent être confrontées aux exigences des cultures pour atteindre leurs différents stades de développement. Ces éléments sont fournis dans le tableau suivant :

Besoins en sommes de température de différentes variétés de maïs
(Source AGPM)

Variété	Semis-floraison	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
FJORD	805 à 825 °C	1605 à 1625 °C
IKOS	830 à 850 °C	1630 à 1650 °C
CENTENA	855 à 875 °C	1655 à 1675 °C
DK312	905 à 925 °C	1705 à 1725 °C
BENICIA	930 °C	1720 °C
CITIZEN	955 à 975 °C	1830 à 1850 °C

La maturité grain n'est pas atteinte, 2 années sur 10 le 15 octobre pour les variétés précoces, 1 année sur 2 pour les variétés tardives, au pied des Vosges gréseuses. Dans les autres cas, cette maturité est toujours atteinte au 15 Octobre.

Si l'on regarde les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableaux suivants), on observe que les variétés de type DK312 ou BENICIA atteindront leur maturité, 1 an sur 2, fin Septembre, sauf au pied des Vosges gréseuses. Une année sur 5, il faudra attendre la 1ère quinzaine d'octobre, époque qui correspond aux tous premiers risques de gelées.

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

Poste de HEGENEY - Période 1993-2001 (résultats à titre indicatif)			
Somme	**Q1**	**Médiane**	**Q4**
1450 °C	26 août	27 août	3 septembre
1500 °C	30 août	2 septembre	8 septembre
1550 °C	4 septembre	6 septembre	14 septembre
1600 °C	9 septembre	11 septembre	20 septembre
1625 °C	12 septembre	15 septembre	24 septembre
1650 °C	14 septembre	19 septembre	28 septembre
1700 °C	20 septembre	26 septembre	7 octobre
1725 °C	23 septembre	29 septembre	18 octobre
1750 °C	26 septembre	1er octobre	16 novembre
1800 °C	1er octobre	8 octobre	11 décembre
1850 °C	9 octobre	17 octobre	24 décembre

Poste de LAUTERBOURG - Période 1993-2001 (résultats à titre indicatif)			
Somme	**Q1**	**Médiane**	**Q4**
1450 °C	20 août	22 août	24 août
1500 °C	24 août	25 août	30 août
1550 °C	28 août	31 août	4 septembre
1600 °C	1er septembre	4 septembre	9 septembre
1625 °C	4 septembre	7 septembre	12 septembre
1650 °C	6 septembre	9 septembre	14 septembre
1700 °C	10 septembre	14 septembre	20 septembre
1725 °C	12 septembre	18 septembre	23 septembre
1750 °C	14 septembre	21 septembre	26 septembre
1800 °C	20 septembre	28 septembre	5 octobre
1850 °C	25 septembre	4 octobre	10 octobre

Poste de PREUSCHDORF - Période 1979-2001			
Somme	**Q1**	**Médiane**	**Q4**
1450 °C	19 août	24 août	7 septembre
1500 °C	21 août	27 août	12 septembre
1550 °C	25 août	31 août	17 septembre
1600 °C	28 août	5 septembre	21 septembre
1625 °C	30 août	7 septembre	22 septembre
1650 °C	2 septembre	10 septembre	25 septembre
1700 °C	8septembre	16 septembre	2 octobre
1725 °C	11septembre	19 septembre	7 octobre
1750 °C	14 septembre	22 septembre	10 octobre
1800 °C	18 septembre	1er octobre	20 octobre
1850 °C	23 septembre	6 octobre	31 octobre

Poste de WISSEMBOURG - Période 1972-2001			
Somme	**Q1**	**Médiane**	**Q4**
1450 °C	21 août	4 septembre	23 septembre
1500 °C	25 août	8 septembre	2 octobre
1550 °C	1er septembre	12 septembre	10 octobre
1600 °C	6 septembre	19 septembre	21 octobre
1625 °C	9 septembre	22 septembre	2 novembre
1650 °C	11 septembre	25 septembre	12 novembre
1700 °C	17 septembre	1er octobre	-
1725 °C	20 septembre	4 octobre	-
1700 °C	22 septembre	9 octobre	-
1700 °C	29 septembre	20 octobre	-
1750 °C	6 octobre	15 novembre	-

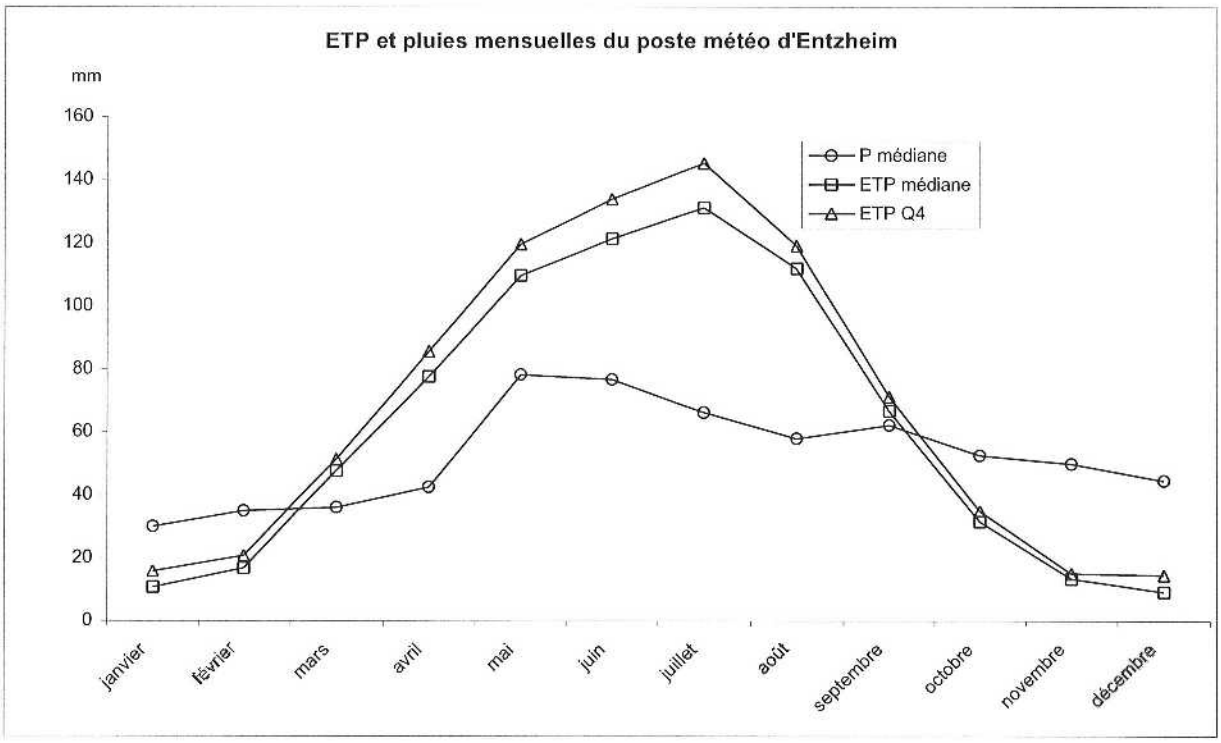
4.2 Evapotranspiration potentielle et bilans hydriques

Dans ce paragraphe figurent les données brutes qui ont servi au calcul de l'évapotranspiration potentielle et des bilans hydriques. Ceux-ci sont présentés et commentés dans le **chapitre 6** de l'ouvrage, dans les paragraphes traitant des sols et de l'irrigation d'une part, du risque de lessivage des nitrates d'autre part.
Les valeurs de la médiane et du dernier quintile de l'ETP sont données par le tableau et le graphique suivants.

ETP MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES

Données METEO France
Poste d'Entzheim, période 1971-2000

ETP mensuelles	médiane	Q4
janvier	10,8	15,8
février	16,8	20,8
mars	47,7	51,4
avril	77,6	85,6
mai	109,7	119,6
juin	121,3	133,9
juillet	131,2	145,3
août	111,9	119
septembre	66,6	71,2
octobre	31,5	34,9
novembre	13,3	15
décembre	9,1	14,5
Moyenne annuelle	**748,1**	**804,0**



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 (1er mars pour le blé, 21 avril pour le maïs),
- du 1er 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

❷ 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 fluviatiles (Plaine du Rhin, de l'Ill et rivières vosgiennes)															
11. Alluvions rhénanes anciennes : terrasses et Hardt															
12. Alluvions rhénanes récentes : basse plaine															
13. Alluvions de l'Ill et des vallées du Sundgau															
14. Alluvions vosgiennes Centre Bruche-Andlau, Fecht-Giessen															
15. Alluvions vosgiennes Nord Lauter, Sauer-Moder-Zorn															
16. "Rieds" Ello-Rhénans (+ Bruch de l'Andlau)															
17. Alluvions vosgiennes Sud Lauch-Thur-Doller															
2. Dépôts éoliens de limons (Lœss et lehm)															
21. Lœss et lehm-lœss															
22. Lehm															
3. Terrains argilo-caillouteux des collines (Collines sous-vosgiennes de la plaine d'Alsace et Plateau Lorrain d'Alsace Bossue)															
31. Argile															
32. Marne (argile calcaire)															
33. Calcaire dur															
34. Calcaire grèseux															
35. Conglomérat															
4. Terrains de montagne (Vosges et Jura Alsacien)															
41. Calcaire du Jura															
42. Grès des Vosges															
43. Granite et gneiss des Vosges															
44. Autres roches des Vosges															

Légende

1. Outre-Forêt
2. Basse plaine rhénane Nord
3. Pays de Hanau
4. Arrière Kochersberg
5. Kochersberg
6. Plaine d'Erstein/Bruch de l'Andlau
7. Vignoble Nord
8. Plaine Centre Alsace
9. Vignoble Sud
10. Plaine Sud Alsace
11. Sundgau et Jura Alsacien
12. Piémont Haut-Rhinois et Ochsenfeld
13. Alsace Bossue
14. Vosges grèseuses du Nord
15. Vosges cristallines du Sud

Présence généralisée sur la région

Présence occasionnelle ou localisée sur la région

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993)

TYPOLOGIE DES SOLS DE LA PLAINE D'ALSACE

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

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

Ils permettent ainsi d'avoir quelques critères simples chiffrés par type de sol, ce qui est une aide supplémentaire pour rapporter une analyse de terre à un code sol donné.
Ces critères sont en principe quasi-permanents. Les valeurs mentionnées sont indicatives ; elles représentent les cas les plus fréquemment rencontrés dans l'ensemble de la plaine d'Alsace.
Le pH et le taux de matière organique n'ont pas été mentionnés du fait de pratiques agricoles susceptibles de variations importantes à la parcelle selon les systèmes de cultures pratiquées.

Code	Appellation	Analyse de terre de surface			Hy	Profondeur	Cailloux	Profils types	Localisation
	A:argile L: limon S:sable	Argile %	CaCO3 tot. %	CEC meq/100g		cm	%	connus	type
1A. LA PLAINE ALLUVIALE DU RHIN ET DE L'ILL									
11. Alluvions rhénanes anciennes : Terrasses ("Ried Brun")	11.0	Hardt superficielle	14 à 24	0 à 5	8 à 18	0	< 30	30	**Guide 10 Fiches 6 à 8**	Terrasse au sud de Colmar
	11.1	("Ried brun" caillouteux calcaire ou décarbonaté)	20 à 28	0 à 2 et 2 à 20	10 à 16	0	30/40	20 à 30	**Guide 10 Fiche 9**	Terrasse au nord de Colmar
	11.2	Hardt profonde ("Ried brun" profond sain)	18 à 34	2 à 30	8 à 18	0	> 120	0	**Guide 10 Fiche 10** *(Rustenhart)*	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.3	Variante hydromorphe ("Ried brun" profond hydromorphe)	22 à 32	0 à 15	12 à 22	2 à 3	> 120	0	*Témoins Ø N CLARA*	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.4	Variante moyennement profonde (60-80 cm)	voir 11.1			0	60/80	0 à 5	.	.
12 Alluvions rhénanes récentes : Basse plaine ("Ried blond")	12.0	Basse plaine S. superficielle	20 à 24	6 à 22	8 à 12	0	30/50	10 à 15	**Guide 10 Fiche 12**	Bords du Rhin
	12.1	Basse plaine S. profonde	20 à 24	8 à 20	8 à 12	0	> 120	0 à 5	**Guide 10 Fiche 11**	Bords du Rhin
	12.2	Basse plaine LS. profonde hydromorphe	20 à 24	20 à 30	8 à 10	2 à 3	> 120	0	*Témoins Ø N CLARA*	vers Saasenheim Schœnau
	12.3	Basse plaine LS. très hydromorphe	28 à 32	0 à 20	12 à 22	3	> 120	0	**Guide 10 Fiche 13**	vers Saasenheim Schœnau
	12.4	"Ried gris" rhénan calcique hydromorphe	40 à 55	0	32 à 38	3 à 4	60 ou +	0	**Guide 08 Fiche 15**	vers Saasenheim Schœnau
13 Alluvions de l'Ill (et "Ried gris)	13.0	Alluvions L. de l'Ill sur Cx à 80/100 cm	20 à 35	0	8 à 20	0 à 2	80/100	0 à 10	**Guide 10 Fiche 2**	Ensisheim Ste Croix en plaine
	13.1	Alluvions L. de l'Ill profondes	25 à 35	0	15 à 25	0	> 120	0	**Guide 08 Fiche 7**	Nord de Colmar
	13.2	"Ried gris" LSa sur Cx à 30 cm	28 à 40	0	15 à 25	0	30/40	0 à 10	**Guide 10 Fiche 3**	Zone inondable de l'Ill
	13.3	"Ried gris" LAS/AL sur Cx à 60 cm	35 à 45	0	24 à 28	3	50/60	0 à 5	**Guide 10 Fiches 4 et 5**	Zone inondable de l'Ill
	13.4	"Ried gris" LA/AL Gley	35 à 50	0	15 à 25	3 à 4	> 100	0	**Guide 08 Fiche 12**	Zone inondable de l'Ill

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

16 "Rieds" - organiques ("Ried noir")	16.1	"Ried noir" de l'Ill	45 à 60	0	35 à 45	3 à 4	> 120	0	**Guide 08 Fiche 13**	Zone inondable de l'Ill
	16.2	"Ried noir" de l'Ill recouvert de limons	35 à 55	0 à 2	25 à 35	3 à 4	> 120	0	**Guide 08 Fiche 14**	Rathsamhausen
	16.3	"Ried noir" rhénan de transition	20 à 45	8 à 20	25 à 45	3	50 à > 120	0 à 10	**Guide 08 Fiche 15**	Limite de la zone inondable de l'Ill
	16.4	"Ried noir" rhénan LA-A tourbeux	20 à 35	0	40 à 120	2 à 3	> 100	0	*Témoins Ø N CLARA*	Reichstett La Wantzenau
	16.5	"Ried noir" rhénan LSA organique/SCx	35 à 45	0	30 à 150	3	30 à 40	0 à 10	**Guide 05 Fiche 22**	Reichstett La Wantzenau
	16.6	"Ried noir" rhénan LA-A tourbescent	45 à 55	0	.	3	> 100	0	**Guide 05 Fiche 20**	Schirrhein

Guide 08 Plaine Centre-Alsace - Numérotation de la nouvelle édition

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993-1998)

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface Argile %	 CaCO3 tot. %	 CEC meq/100g	Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
1B. LES RIVIERES VOSGIENNES									
14 Alluvions des rivières vosgiennes centrales : Giessen-Fecht, Bruche-Andlau	14.1 Sol à S. fin des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 120	0 à 10	**Guide 08 Fiche 2/4**	Scherwiller Sélestat
	14.2 Sol superficiel SCx ou sol lessivé	10 à 15	0	< 6	2 à 3	< 50	10 à 40	**Guide 06 Fiche 7**	Bruche de Molsheim à Hangenbieten
	14.3 Sol LAS à semi-gley des dépressions	15 à 25	0	6 à 15	2 à 3	60 à 100	0	**Guide 08 Fiche 6**	Stotzheim et environs
	14.4 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	**Guide 05 Fiche 19**	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.3 Sol LSA/LAS colluvial du bas des collines	20 à 30	0 à 5	10 à 15	2 à 3	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 1	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.4 Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	4 à 8	0	2 à 6	0 à 2	> 120	5 à 15	**Guide 05 Fiche 16**	Haguenau Bischwiller
	15.5 Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses	.	0	.	3	> 100	< 5	**Guide 05 Fiche 15**	Haguenau Bischwiller
17 Alluvions des rivières vosgiennes du Sud : Lauch-Thur-Doller	17.1 Alluvions fines (Sf) des bords de rivières	12 à 20	0	8 à 14	0	50 à 100	< 5	**Guide 12 Fiche 2**	Ensisheim à Cernay
	17.2 Alluvions grossières (SCx) des bords de rivières	8 à 18	0	6 à 12	0	<< 50	5 à 10	**Guide 12 Fiche 1**	Ensisheim à Cernay
	17.3 Sol LAS à semi-gley des dépressions	20 à 30	0	15 à 20	2 à 3	60 à 100	0 à 5	**Guide 12 Fiche 4**	Ensisheim à Cernay
	17.4 Sol à Sg des buttes	6 à 12	0	< 6	0 à 2	50 à 120	10 à 15	**Guide 10 Fiche 19**	Ensisheim à Cernay
	17.5 Sol LS lessivé à pseudogley argileux	10 à 15	0	6 à 12	2 à 3	> 100	0	**Guide 12 Fiche 5**	Ensisheim à Cernay
	17.6 Lehm-lœss hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	**Guide 11 (Fiche 26)**	Près de Mulhouse

Des sols très proches du type 13.0 peuvent apparaître en bordure du domaine de l'Ill

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993-1998)

Code	Appellation A:argile L: limon S:sable	Analyse de terre de surface Argile % CaCO3 tot. % CEC meq/100g	Hy	Profondeur cm	Cailloux %	Profils types connus	Localisation type
2. LES DEPOTS EOLIENS DE LIMONS							
21 Lœss et lehm-lœss	21.0 Lœss légers	15 à 18 / 10 à 30 / 8 à 12	0	> 120	0	**Guide 11 Fiche 1**	Outre Forêt Sundgau
	21.1 Lœss moyens (lœss typique si calcaire dès la surface)	18 à 24 / 0 à 10 / 8 à 16	0	> 120	0	**Guide 11 Fiche 2**	Outre Forêt Sundgau
	21.2 Lœss lourds	24 à 28 / 0 à 10 / 8 à 16	0	> 120	0	**Guide 1 Fiche 7**	Outre Forêt
	21.3 Lœss très lourds	28 à 35 / 0 à 5 / 15 à 20	0	> 120	0	**Guide 05 Fiche 6**	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 11 Fiche 7**	Outre Forêt Sundgau
	21.5 Lœss colluvionné	15 à 35 / 6 à 20 / 6 à 15	0 à 3	> 120	0	**Guide 11 Fiche 3**	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 11 Fiche 4**	Toutes régions avec lœss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)
22 Lehm	22.0 Lehm (L/LA-LaS- ou LSa)	12 à 25 / 0 / 5 à 15	3	> 100	0	**Guide 11 (Fiche 12)**	Outre Forêt Sundgau
	22.1 Lehm sur cailloux	10 à 15 / 0 / 6 à 10		50 à 60	< 5	**Guide 11 (Fiches 9,15)**	Sundgau
	22.2 Lehm LSa profond	< 12 / 0 / 6 à 10		80 à 100	0	**Guide 11 Fiche 8**	Outre Forêt Sundgau
	22.3 Lehm L peu profond	12 à 18 / 0 / 6 à 10		40 à 60	0		Sundgau
	22.4 Lehm hydromorphe (ex. : lehm sur argile)	18 à 25 / 0 / 6 à 10	2 à 3	A à 30	0	**Guide 1 Fiche 13**	Outre Forêt Sundgau
	22.5 Lehm colluvionné	25 à 45 / 0 / 15 à 25	1 à 3	> 100	0	**Guide 11 Fiche 10**	Outre Forêt Sundgau
	22.6 Lehm argileux (couche d'argile mise à nu par érosion)	25 à 35 / 0 / 10 à 15		> 100	0	**Guide 11 Fiche 14**	Outre Forêt Sundgau

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993-1998)

❸ 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 - CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- BOUDOT J.P. et al. (1979) - Carte phytoécologique d'Alsace au 1/100.000ème - COLMAR et STRASBOURG - ULP Strasbourg - Région Alsace
- BRGM - Cartes géologiques de la France au 1/50.000ème - Feuilles de Lembach n° 168 (notice de 91 p.), de Seltz-Wissembourg n° 169-199 (notice de 59 p.) et de Haguenau n° 198 (notice de 48 p.).
- Centre de Géographie appliquée (1979) - Carte des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement - COLMAR et STRASBOURG - ULP Strasbourg - Région Alsace
- DIREN/SEMA, Agence de l'eau Rhin-Meuse (2003) – Qualité des cours d'eau en Alsace, année 2003 – Réseau national de bassin, 103 p.
- DUBOIS G., FRANC DE FERRIERE PJJ. (1955) - Carte géologique et agronomique du département du Haut-Rhin au 1/100 000ème. Notice, 29 p. - SGAL - Préfecture et Conseil Général du Haut-Rhin
- DUPRAT A., SIMLER L., VALENTIN J. (1979) - La nappe phréatique de la plaine du Rhin en Alsace Sciences géologiques n°60 - Institut de géologie - Université Louis Pasteur - Strasbourg - 266 p.
- GOBILLON Y., GAILDRAUD C. (1993) - Inventaire général 1991/1992 de la qualité de la nappe de la plaine d'Alsace - Ministère de l'environnement - Région Alsace et Agence de l'eau Rhin-Meuse -27 p.
- HARDY R., MAUCORPS J. (1984) - Etudes préliminaires en vue du drainage des terres du Territoire de Belfort. Secteur de référence du Sundgau. ONIC-Ministère de l'Agriculture-INRA, 212 p.
- IGN - Cartes topographiques au 1/25.000ème de Soufflenheim-3914 W, Seltz-3914E, Schiltigheim/ Brumath-3815 W, Bischwiller-3815E (série bleue), Niederbronn-les-Bains-3814W (série bleue), Haguenau-3814E (série bleue), LangensoultzbachW-3814W, LembachE-3814E (série bleue), au 1/100.000ème Strasbourg-Forbach, 12 (série verte), au 1/250.000ème, 104 (série rouge).
- 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.
- KOLLER R. (ARAA) et PARTY JP. (Sol Conseil) (1994) - Guide des sols Plaine Centre Alsace – Chambre régionale d'agriculture Alsace, 145 p.
- LEBRETON-THALER A. (CAP-ENVIRONNEMENT), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (2001) - Guide des sols Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg – Région Alsace-, 226 p.
- PARTY JP. (1992) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de l'usine agro-industrielle Roquette - Rapport SOL-CONSEIL, 40 p. + 3 cartes au 1/25.000ème et 2 cartes au 1/50 000ème
- PARTY JP. (1996) - Enracinement du mais dans la plaine d'Alsace en fonction du type de sol. Conséquences sur l'alimentation hydrique de la culture et le rendement potentiel. Mastère en Ingénierie Agronomique. INA-PG - SOL-CONSEIL, 53 p. + annexes
- PARTY JP., BOULANGER L., CHOTTE JL. (1983) – Levés pédologiques de la CDTA Haguenau au 1/50.000ème – DDAF67 / SATEC-Sodeteg
- PARTY JP., BURRUS D. (2000) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de la Communauté de Communes de Seltz - Rapport SOL-CONSEIL, 52 p. + 2 cartes au 1/25.000ème et 3 cartes au 1/10 000ème
- PARTY JP., DUCHAUFOUR H., REVOL P., THALER A. (1990) – Les unités de paysages et les sols du vignoble Alsacien. INAO-CIVA-ARAA / SOL-CONSEIL, 149 p. + annexes

- PARTY JP., HISSLER C., MEINRAD G. (2000) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de Wissembourg - Rapport SOL-CONSEIL, 52 p. + 2 cartes au 1/25.000ème

- PARTY JP., KAYASSEH M. (2000) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration du SIA de la région de Riedseltz - Rapport SOL-CONSEIL, 45 p. + 2 cartes au 1/25.000ème

- PARTY JP., MULLER N. (2001) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de la Communauté de Communes de Péchelbronn - Rapport SOL-CONSEIL, 48 p. + 2 cartes au 1/25.000ème

- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (2004) - Guide des sols d'Alsace – Plaine Centre-Alsace, Région Alsace, 216 p.

- PARTY JP. (Sol Conseil), SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (ARAA) (2005) - Guide des sols d'Alsace - Ried Nord, Région Alsace, 200 p.

- PIREN EAU Alsace-ULP Strasbourg (1991) - Qualité agricole de l'eau de la nappe phréatique d'Alsace dans le secteur d'Ensisheim-Colmar. Essai de classification et de cartographie. Région Alsace, Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin, MDPA, 34 p.

- Région Alsace (2000) – Inventaire (1997) de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur.

- Région Alsace (2005) – Inventaire (2000) de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur.

- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de la maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.

- VOGT H., METTAUER H., KOLLER R., PAUTRAT C. (1986) – Carte des formations superficielles d'Alsace - ARAA

BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

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

SOLS HYDROMORPHES ET DENITRIFICATION

- CELLIER P. (1997) - Les émissions d'ammoniac (NH_3) et d'oxydes d'Azote (NO_X et NO_2) 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), N_2O 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 N_2O par les sols, Agronomie, 15, p 321-355.

SOLS ET RUISSELLEMENT

- AREAS (1998) – Erosion, inondation, turbidité, agriculteurs, un large champ de solutions – 36 p
- ARMAND R. (2003) - Risque de ruissellement des terres agricoles et Techniques Culturales Simplifiées (TCS) : évaluation par les états de surface du sol. Application au suivi d'essais dans le Sundgau Alsacien. Mémoire de Géographie Physique. ULP. 80 p. + annexes.
- AUZET A.V., (1987) - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects agronomiques, CEREG, 60 p.
- AUZET A.V. (1990) ,L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects aménagements, CEREG, 39 p.
- AUZET A.V. (1999) – Extrait - in L'influence humaine dans l'origine des crues – Etat de l'art et actes du colloque Paris 18 – 19 novembre 1996 – Ed. Leblois, p 25-37

- AUZET A.V. (2000) – Ruissellement, érosion et conditions de surface des sols à l'échelle de versants et petits bassins versants – Mémoire d'habilitation à diriger des recherches – université Louis Pasteur Strasbourg, 79 p + annexes

- AUZET A.V., LEMMEL M. (2003) - Bassin versant de l'Ibenbach en amont de Landser (68). Occupation et états de surface des sols, collecte et concentration du ruissellement des versants vers le réseau hydrographique. Rapport DIREN Alsace, 9 p.+ 9 cartes et CD.

- BOIFFIN J., PAPY F., EIMBERCK M.,(1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, Agronomie, 8 (8), p. 663-673.

- DAROUSSIN J. (1997) - Utilisation d'un système d'information géographique pour modéliser le ruissellement et l'érosion. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 377-386

- DECROUX J., PUGINIER M.,(1993) - Rôle du paysage agricole dans la dynamique de l'azote. Intérêt de l'approche bassin versant agricole. Exemple d'Auradé, p. 96 - 104

- IFEN (1998) - Le sol, un patrimoine à protéger. Les données de l'environnement, N° 38, 4 p.

- IFEN, MATE, INRA, (1998) - Cartographie de l'aléa érosion des sols en France. Etude et travaux, 18. 63p + annexes et 1CD

- KING D., LE BISSONNAIS Y. (1992) - Rôle des sols et des pratiques culturales dans l'infiltration et l'écoulement des eaux. Exemple du ruissellement et de l'érosion sur les plateaux limoneux du Nord de l'Europe. CR Acad. Agric. Fr., 78, 6, pp. 91-105

- KING D., LE BISSONNAIS Y., HARDY R., EIMBERCK M., MAUCORPS J., KING C. (1992) - Spatialisation régionale de l'évaluation des risques de ruissellement. Exemple du Nord-Pas de Calais. Revue SIGAS, 2, 2, pp. 229-246

- LE BISSONNAIS Y., GASCUEL-ODOUX C. (1998) - L'érosion hydrique des sols cultivés en milieu tempéré. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 129-144

- LE BISSONNAIS Y., PAPY F. (1997) - Les effets du ruissellement et de l'érosion sur les matières en suspension dans l'eau. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 265-280

- LE BISSONNAIS Y., THORETTE J., BARDET C., DAROUSSIN J. (2002) - L'érosion hydrique des sols en France. 107 p (http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/)

- LEMMEL M., (2002) - Collecte et concentration du ruissellement par les motifs topographiques et agraires au sein de bassins versants cultivés . DEA Systèmes Spatiaux et Environnement, ULP, IMFS UMR7507 CNRS. 84 p + annexes.

- LUDWIG B., AUZET A.-V., BOIFFIN J., PAPY F., KING D. ET CHADOEUF J., (1996) - Etats de surface, structure hydrographique et érosion en rigole de bassins versants cultivés du Nord de la France. *Etude et Gestion des Sols*, **3**, 53-70.

- LUDWIG B. (2000) – Les déterminants agricoles du ruissellement et de l'érosion – De la Parcelle au bassin versant, Ingénieries – EAT – N°22, p 37 à 47

- MARTIN Ph., MEYNARD JM. (1997) - Systèmes de culture, érosion et pollution des eaux par l'ion nitrate. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 303-322

- MATE-DPPR (1996) - Les coulées de boues liées à l'érosion des terres agricoles en France. Rapport de synthèse

- PAPY F., BOIFFIN J., (1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré II - Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles, Agronomie 8 (9), p. 745 - 756.

- PAPY F., DOUYER C., (1991) - Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques, Agronomie 11, pp. 201-215.

- PAPY F., MARTIN P., BRUNO J.F., (1996) - Comment réduire les risques d'érosion par les pratiques agricoles ? S'adapter aux systèmes érosifs et au contexte économique, Forum sécheresse, pollution, inondation, érosion - Poitiers.

- RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., NEVEU A., PAPY F. (1997) - L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. Ed. INRA, 411 p.

- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. Ed. INRA, 214 p.

- VANSTEELANT J.Y., TREVISAN D., PERRON L.,DORIOZ J.M., ROYBIN D., (1997) - Conditions d'apparition du ruissellement dans les cultures annuelles de la région lémanique. Relation avec le fonctionnement des exploitations agricoles, Agronomie, 17, p. 65 - 82.

SOLS ET DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET DES ELEMENTS TRACES

- BAIZE D. (1997) - Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France) - Ed. INRA, 409 p.

- BAIZE D., TERCE M., coord. (2002) – Les éléments traces métalliques dans les sols : approches fonctionnelles et spatiales – Ed. INRA, 565 p.

- BALTZER C. (1993) - Les métaux lourds dans les boues d'épuration urbaines du Bas-Rhin : quel risque en cas d'épandage agricole. DESS, Univ. Strasbourg, 75 p.

- CAMBIER Ph., MENCH M. (1998) - Contamination des sols par les métaux lourds et autres éléments traces. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 161-172

- GUYOT C. (1992) - Protection des cultures et protection des eaux souterraines : les mécanismes d'infiltration - in Colloque Phyt'eau - Ministère de l'agriculture, Ministère de l'environnement, Ministère de la santé, UIPP - Versailles - p 63-77

- HAYO M.G. VAN DER WERF (1997) - Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement - in Courrier de l'environnement n°31 - INRA - Paris - p 5-22

- MADRIGAL I., BENOIT P., BARRIUSO E., ETIEVANT V., SOUILLER C., REAL B., DUTERTRE A., (2002) - Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Deuxième partie : propriétés de rétention de deux herbicides, l'isoproturon et le diflufénilcanil dans différents sols de bandes enherbées. Étude et gestion des Sols, 9(4) : p.287-302.

- MRA 68 (1999) - Les métaux lourds parlons-en. Tabou(e) story. Brochure technique, 12 p.

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

- SOUILLER C., COQUET Y., POT V., BENOIT P., REAL B., MARGOUM C., LAILLET B., LABAT C., VACHIER P., DUTERTRE A., (2002) - Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Première partie : Dissipation des produits phytosanitaires à travers un dispositif enherbé ; mise en évidence des processus mis en jeu par simulation de ruissellement et infiltrométrie. Étude et gestion des Sols, 9(4) :p. 269-285.

ENTRETIEN CALCIQUE

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

POUVOIR EPURATEUR

- GERMON JC et al. (1977) - Effets d'épandages répétés d'eaux 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 AGRONOMIE

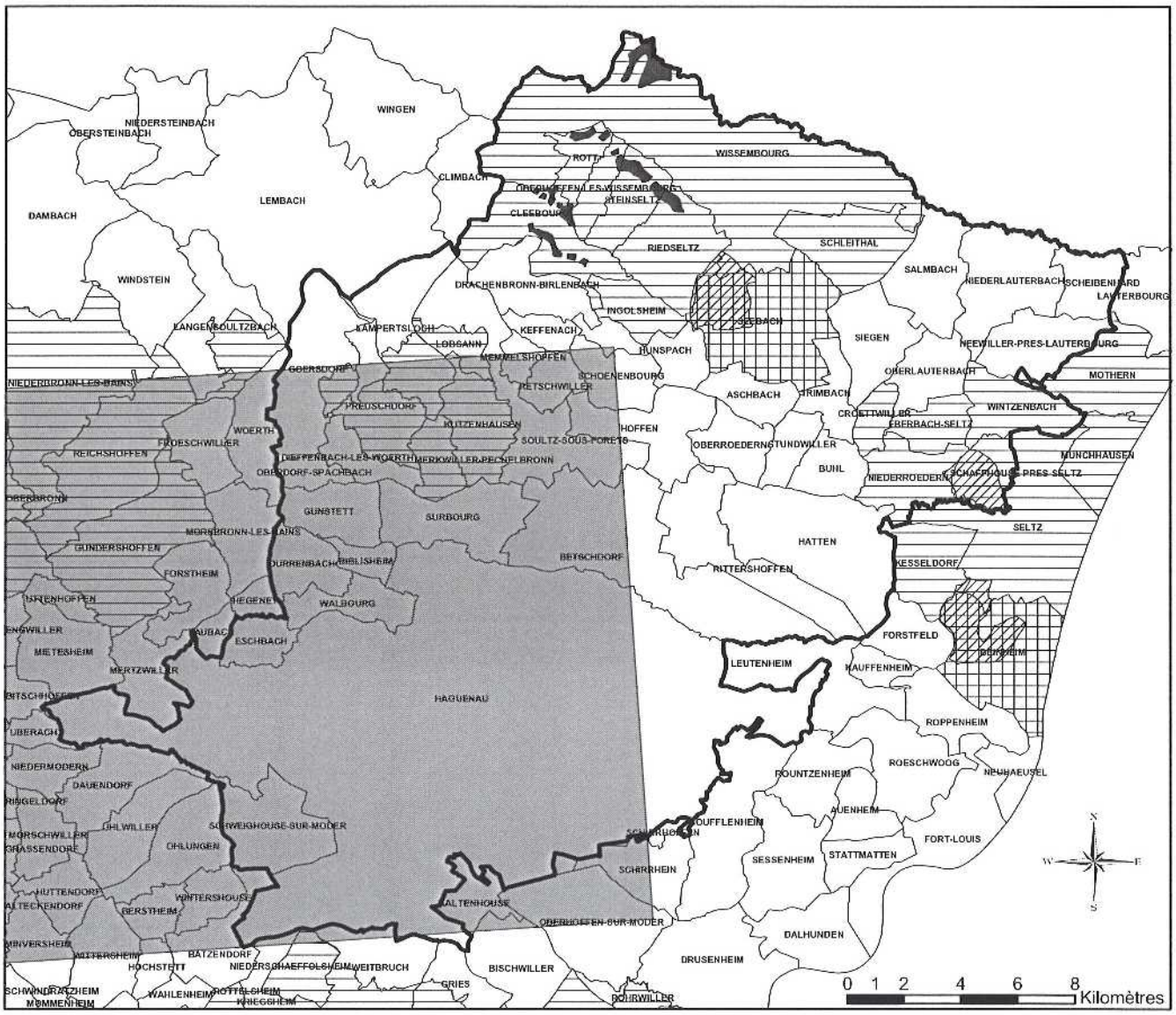
- MOREL R. (1989) - Les sols cultivés - Tec et Doc -373 p.

SOLS ET PEDOLOGIE

- AFES (1992) - Référentiel pédologique principaux sols d'Europe - INRA -222 p.
- AFES (1995) - Référentiel pédologique français - INRA - Paris - 331 p.
- BAIZE D. (1988) - Guide des analyses courantes en pédologie - INRA - Paris - 172 p.
- BAIZE D. et JABIOL B. (1996) - Guide de description des sols - INRA - Paris - 400 p.
- CHAMAYOU H., LEGROS JP. (1989) - Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol - ACCT, Techniques vivantes - 593 p.
- LOZET J., MATHIEU C. (1997) - Dictionnaire de Science du Sol - Ed. Lavoisier - 488 p.
- MATHIEU C., PIELTAIN F. (1998) - Analyse physique des sols. Méthodes choisies - 275 p.

❹ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

Etudes de sols disponibles dans le secteur du guide des sols "Outre-Forêt"



Réalisation : ARAA
Données ARAA
Fond de carte : BD CARTO IGN (R)
Autorisation n°70 40041
février 2005

Etudes de sols

- Guide des sols "Outre-Forêt"
- Paysages et sols du vignoble alsacien à 1/25 000
- Secteurs de référence à 1/25 000 usine de Roquette
- Etude préalable au recyclage agricole des boues de l'usine de Roquette à 1/50 000
- Etudes préalables au recyclage agricole des boues de stations d'épuration à 1/25 000 (*)
- Carte des terres agricoles à 1/50 000 - Feuille de Haguenau

(*) Stations d'épuration de Pechelbronn, Riedseltz-Steinseltz, Seltz, Wissembourg

❺ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

Région naturelle n°
Nom région ou sous-région

Fiche sol n°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

-Référence dans la typologie des sols d'Alsace
Nom dans la classification CPCS (*classification élaborée par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols et largement utilisée en France depuis 1967 et jusqu'au début des années 90*)
Nom dans le Référentiel pédologique (*nouveau système de classification qui remplace la classification CPCS*)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

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

Mise en valeur actuelle : (occupation du sol observée)

Etendue estimée :
(à l'échelle de la petite région naturelle)

Photographie de paysage caractéristique de l'unité de sol,
ou photographie de détail de la surface du sol si elle a des particularités marquées,
ou bloc diagramme illustrant la position dans le paysage de l'unité de sol,
ou extrait du zonage agropédologique situant l'unité de sol par rapport aux autres

Commentaires

CRITERES DE RECONNAISSANCE

(Les observations recensées ci-dessous dans 4 rubriques, ne sont pas notées systématiquement, elles n'apparaissent que lorsqu'elles sont remarquables et caractéristiques de l'unité de sol.)

Localisation géographique

Position topographique

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

à l'oeil (surface du sol): couleur de la terre
éléments grossiers
aspect de la structure du sol en surface

au toucher (surface): texture simplifiée

à la pissette : Effervescence
(réaction à l'acide chlorhydrique HCl)

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

Région naturelle n°
Nom région ou sous-région

Fiche sol n°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

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

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique

Photographie en couleurs du profil pédologique avec délimitation des différents horizons

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Pour chaque horizon on trouve
- son nom selon le référentiel pédologique
- sa profondeur d'apparition (haut et bas),
- les observations de terrain relatives à la texture, la présence de calcaire, la couleur, la structure, la compacité, la présence de racines....
Seules les observations remarquables et caractéristiques du profil sont retenues ici. De plus ces informations sont le ***résultat de l'appréciation du spécialiste****. Elles peuvent présenter un certain décalage par rapport aux valeurs analytiques ci-dessous mais elles se rapprochent plus de ce qu'un opérateur de terrain peut observer*

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	code horizon RP	granulométrie 5 classes: Sable Grossier	Sable Fin	Limon Grossier	Limon Fin	Argile	%Matière Organique

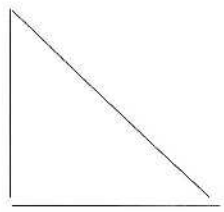
Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer,JH et Olsen (méthode précisée)	pH eau	pH KCl	Bases échangeables Ca Mg K Na CEC (en cmol/kg équivaut à meq/100g)	S/T saturation

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

Triangle de texture



nuage de points des analyses rattachées à l'unité de sol et point relatif au profil décrit dans un repère triangulaire

Variabilité des textures de surface :
Elle est illustrée à partir des analyses provenant de la base de données régionale sur les sols d'Alsace gérée par l'ARAA

(précise l'origine géographique des analyses de terre utilisées pour décrire la variabilité des textures de surface à travers le triangle de texture ci-contre)

Région naturelle n°
nom région ou sous-région

Fiche sol n° **X**
Nom local simplifié de l'unité de sol

Dénomination du sol en termes courants

Enracinement du maïs

Le cas échéant, les facteurs limitant l'enracinement sont décrits à cet emplacement. C'est cette profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.

Variabilité du sol

Les facteurs de variabilité de l'unité de sol quand ils existent sont présentés ci-contre

Profil d'enracinement du maïs

La présence de racines est notée à partir d'un dénombrement réalisé dans un maillage de 2 cm x 2 cm sur une largeur d'1 m. Les cases grises correspondent à la présence d'une racine de diamètre inférieur à 1 mm. Les cases noires illustrent la présence d'une racine de diamètre supérieur. A proximité de la surface, quand le chevelu racinaire est très dense, l'horizon entier est figuré en gris.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

profondeur du sol (*c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement)*
texture de surface simplifiée (*avec variations possibles*)
texture de profondeur simplifiée (*avec variations possibles*)
pierrosité
battance calculée à partir des valeurs mesurées sur le profil
densité apparente mesurée sur le profil
RU sans prise en compte des remontées capillaires
porosité / perméabilité
classe d'hydromorphie selon Favrot
origine de l'excès d'eau
pH initial sans intervention *(fourchette de valeurs)*
valeurs pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques
calcaire

variante de l'unité de sol décrite selon ses caractéristiques :

Le renseignement de ces caractères fait appel à la connaissance de terrain. L'objectif est la description de la variabilité de l'unité de sol. Les paramètres en gras sont renseignés dans tous les cas, les autres ne sont précisés que dans les cas opportuns.

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

satisfaction des besoins en eau
obstacle à l'enracinement
aptitude à se réchauffer
ressuyage, risque de tassement
contrainte due à l'excès d'eau
contrainte liée à la localisation
sensibilité au ruissellement et à l'érosion
(➔ synthèse dans le chapitre 6.7.3.2.)

Parmi ces caractères, ne sont mis en évidence que ceux qui sont vraiment significatifs.

risque de lessivage des nitrates : *(termes de la typologie, ➔ synthèse dans le chapitre 6.8.1.2.)*
pouvoir épurateur : *(termes de la typologie, ➔ synthèse dans le chapitre 6.10.5.)*

Région naturelle n°
Nom région ou sous-région

Fiche sol n° **X**
Nom local simplifié de l'unité de sol

Dénomination du sol en termes courants

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités (et aménagement foncier éventuel)
culture et rendements possibles en l'état
culture et rendements possibles après aménagement foncier éventuel, drainage ou irrigation

Eventuellement information sur les risques pour l'environnement d'un aménagement foncier
(➔ synthèse dans le chapitre 6.4.2. et 6.5.2.)

Praticabilité et travail du sol
précautions à prendre
mode et période d'intervention

Fertilisation *(➔ synthèse dans le chapitre 6.1. et 6.2.)*
Ces conseils se situent par rapport à des cultures actuellement pratiquées sur ce type de sol
nature, forme, conseil de fractionnement des apports...

Risque de lessivage de l'azote
Une estimation du risque de lessivage des nitrates est faite d'après le modèle de lessivage de Burns sous hypothèse de fertilisation azotée ajustée et avec les données météorologiques de la petite région naturelle
Le graphique donne en ordonnée le pourcentage d'azote nitrique présent dans le sol à l'entrée de l'hiver et qui sera entraîné hors de portée des racines par l'excès d'eau (en abscisse).

➔ *Enoncé et explication de la formule utilisée et synthèse dans le chapitre 6.8.1.*

Graphique de modélisation du
lessivage hivernal des nitrates

Pouvoir épurateur (➔ *synthèse dans le chapitre 6.10.5.)*
estimation du pouvoir épurateur du sol
possibilités d'apport de sous-produits
choix des sous-produits
mise en garde

Complément pour la compréhension du volet 3 des fiches de sol

☞ **Pour la lecture des fiches déplier le volet ci-contre**

Il donne les définitions des variables descriptives complexes et précise le cas échéant les valeurs de classes utilisées

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- **profondeur du sol :** c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.

- **indice de battance** : L'indice de battance I_B a été mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (**Remy et Marin-Laflèche, 1974**). Appliqué aux sols limoneux d'Alsace, il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir de données disponibles (analyses de la base de données régionale sur les sols d'Alsace).Il n'a pas été calé pour les sols de glacis du Piémont, il est à utiliser avec plus de prudence dans ce cas. Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$R = ((1,5\ Lf + 0,75\ Lg) / (A + 10\ MO)) - C$

avec, Lf : limons fins ; Lg : limons grossiers ; A : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre

C, coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2x(pH-7)$

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule : $I_B = 5x(R - 0,2)$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$ terre stable.
On peut utiliser I_B ou R en tant que tel selon les classements suivants :

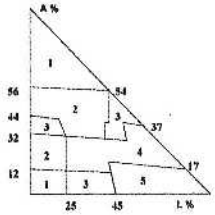
classe 1 : R < 1,4	non battant
classe 2 : 1,4 < R < 1,6	peu battant
classe 3 : 1,6 < R < 1,8	assez battant
classe 4 : 1,8 < R < 2,0	battant
classe 5 : R > 2,0	très battant

OU

classe 1 : $I_B < 6$	non battant, stable
classe 2 : $6 < I_B < 7$	peu battant
classe 3 : $7 < I_B < 8$	assez battant
classe 4 : $8 < I_B < 9$	battant
classe 5 : $I_B > 9$	très battant

- **classes de stabilité structurale :** Normalement mesurée en laboratoire, la stabilité structurale peut aussi être évaluée par le biais du triangle de texture :

Classe 1 : très stable
Classe 2 : stable
Classe 3 : moyennement stable
Classe 4 : instable
Classe 5 : très instable



Pour l'horizon de surface labouré, (INRA Avignon)

- **réserve utile en eau du sol (RU) :** Part accessible aux plantes du volume de porosité du sol, pouvant contenir durablement de l'eau. La RU est calculée à partir des valeurs de densité apparente mesurées dans le profil représentatif de l'unité de sol, pour la profondeur de sol prospectée par les racines d'une culture annuelle de type maïs (fourchettes de valeurs permettant d'intégrer la variabilité de l'unité de sol pour la profondeur d'enracinement) sans prise en compte des remontées capillaires.

- **classes d'hydromorphie selon Favrot :** La note d'hydromorphie traduit les difficultés de circulation de l'eau dans le sol.
Cette classification distingue 6 classes :

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

- **pH :** par défaut c'est le pH initial sans intervention (fourchette de valeurs) qui est donné, si nécessaire dans les sols acides recevant souvent des amendements calcaires les valeurs de pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques sont également précisées.

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- **risque de lessivage des nitrates :** Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates selon Burns est présenté en encadré page 182. Il exprime la fraction F d'azote nitrique lessivée en dessous de la zone de prélèvement des racines. Un classement en 5 niveaux de risque a été adopté:

Classe 1 : F < 10 %,	risque très limité
Classe 2 : 10 % < F < 25 %,	risque limité
Classe 3 : 25 % < F < 40 %,	risque moyen
Classe 4 : 40 % < F < 60 %,	risque élevé
Classe 5 : F > 60 %,	risque très élevé

- **pouvoir épurateur :** Le concept de pouvoir épurateur est décrit pages 192 à 199. Il est défini en fonction de plusieurs critères liés au sol, notamment : la réserve utile, l'hydromorphie, le risque de lessivage hivernal des nitrates et l'état calcique (pH et CaCO3). 3 principales catégories d'aptitude des sols à recycler des matières organiques sont distinguées :
- pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure
- pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières (contrôle du pH, vérification du niveau d'excès d'eau)
- pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant : l'utilisation de ces sols pour le recyclage agricole de sous-produits n'est envisageable qu'avec des restrictions sévères concernant la nature du produit, les périodes d'épandage, l'état de couverture du sol. L'épandage de sous-produits solides minéraux, ou pré-traités par compostage, ou à rapport C/N élevé représente le cas le plus favorable. L'épandage de sous-produits liquides à faible rapport C/N sur un sol nu représente le cas le plus défavorable

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

	ABREVIATION	METHODE UTILISEE	EXPRESSION DES RESULTATS
Préparation de l'échantillon		Sèchage 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	
. Sable fin	Sf 50 à 200 µ	héxamétaphosphate.	en g pour 100 g
. Limon grossier	Lg 20 à 50 µ	Sédimentation et pipetage pour	de terre fine
. Limon fin	Lf 2 à 20 µ	l'argile et les limons (Pipette de	
. Argile	A < 2 µ	Robinson). Tamisage des sables.	
Texture		Triangle du GEPPA (1967), simplifié pour l'Alsace	
Analyses chimiques			
. Carbone	C	Combustion sèche, four à induction	
. Matière organique	MO	= C X 1,72	en g pour 100 g
. Azote total	N	Méthode Kjeldhal : attaque sulfuri- que avec catalyseur - distillation	de terre fine
. Rapport Carbone/Azote	C/N		
. Calcaire total	CaCO3 tot.	Calcimétrie Bernard	en %
. Phosphore assimilable	P2O5 ass. ou P ass.	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 g pour 1000 g de terre fine
. pH eau et pH KCl	pHeau, pH KCl	Contact 1/2 heure.Sol/eau : 1/2,5	
. Bases échangeables			
- Calcium	Ca		
- Magnésium	Mg	Extraction par l'acétate de NH4 N à	en milliéquivalents
- Potassium	K	pH 7. Dosage, absorption atomique.	pour 100 g de terre
- Sodium	Na		(meq/100 g)
. Somme des bases échangeabl	S		
. Capacité d'échange des cation	CEC ou T	Méthode Metson : saturation par acétate de NH4 à pH 7. Distillation	
. Taux de saturation	S/T	V = S/T X 100	en %
. Oligoéléments			
- Fer	Fe DTPA		
- Manganèse	Mn DTPA	Mise en solution au DTPA	
- Cuivre	Cu DTPA	Dosage	en ppm
- Zinc	Zn DTPA		
- Bore	B soluble	Extraction et dosage par ICP	
Caractéristiques physiques			
. Densité apparente sèche	Das	Méthode des petits cylindres (100 cm3)	
. Humidité de rétention	Hr	Presse à plaque	en g pour 100 g
. Point de flétrissement	Hf	Presse à plaque 15 bars	de terre fine
. Conductivité hydraulique	K	Méthode de Muntz	cm/h
. Limites d'Atterberg		Méthode Casagrande-Dunod	
- Limite de liquidité	LL		
- Limite de plasticité	LP		
- Indice de plasticité	IP		
. Instabilité structurale	Is	Tests de Hénin	
. Essais de compactage		Essais Proctor	
- Seuil d'humidité critique	ΔS/ΔW		

❼ EXPLOITATION DU FICHIER D'ANALYSES DE TERRE UTILISEES

Le fichier d'analyses de terre (anciennement CLARA) issu de la base de données régionale sur les sols d'Alsace, gérée par l'ARAA a fourni 1 301 analyses sur les 51 communes du périmètre de l'Outre-Forêt. Afin d'établir les triangles de texture, seules les analyses comportant une granulométrie complète ont été retenues, soit un total de 525 analyses.

❶ Dans un premier temps, les communes ont été triées selon les ensembles suivants :
- piémont des Vosges gréseuses,
- collines limoneuses,
- périphérie des forêts de Haguenau et du Mundat.

❷ Ceci a permis, dans un deuxième temps, au vu du zonage préliminaire des sols de rapporter chaque analyse à un ensemble de sol pour un choix de quelques fiches dans chaque cas. Pour cela, nous avons réparti les analyses dans un triangle de texture en y associant le pH et le taux de $CaCO_3$ total.

❸ Dans un troisième temps, sur ces 3 triangles, chaque fiche de sol a été identifiée par une courbe enveloppe du lot d'analyses les constituant. Ce sont ainsi 7 triangles synthétiques qui illustrent chacune des fiches.

Ces analyses n'étant pas toutes géoréférencées, elles ont fait l'objet d'une répartition cartographique par commune. On aboutit à la répartition suivante :

- base des collines (90 analyses) et piémont des Vosges gréseuses (55 analyses)
- collines limoneuses : 305 analyses dont
  collines de loess de l'Outre-Forêt : 145 analyse
  collines de lehm de l'Outre-Forêt : 145 analyses
  collines argileuses de l'Outre-Forêt : 15 analyses
- périphérie des forêts de Haguenau et du Mundat : 75 analyses dont
  alluvions et colluvions de l'Outre-Forêt : 65 analyses
  alluvions récentes des vallées de la Lauter et de la Sauer : 10 analyses

On constate qu'une grosse moitié d'analyses à pH > 7 (environ 45 %) correspond principalement à la partie sud des collines limoneuses les plus proches de la plaine du Rhin.
Le reste des analyses réalisées correspond pour moitié à des pH compris entre 6 et 7. Ces analyses correspondent à des sols décarbonatés des collines qui sont les plus éloignés du Rhin. Pour l'autre moitié, les analyses présentent des pH < 6. Elles correspondent aux sables de Haguenau et des rivières vosgiennes, et aux limons des collines les plus acidifiés. En outre, les 3/4 de ces situations environ présentent les sols moins organiques (MO < 1,8 %). A contrario, les teneurs en MO > 3,5 % se rencontrent dans moins de 10 % des cas et sont toujours associées aux sols des formations alluviales humides.

Notons enfin pour mémoire les détails suivants :

- 376 analyses sont référencées en coordonnées XY, soit plus de 70 %, (les autres sont rattachées à la commune du siège de l'exploitation agricole),
- en plus de la granulométrie, du pH, du $CaCO_3$ et du carbone, la plupart des analyses présentent un profil chimique complet, mais sont incomplètes dans 45 % des cas pour la CEC, dans 40 % des cas pour Na et dans 20 % des cas pour Ca,
- l'analyse du $CaCO_3$ actif n'est que rarement réalisée (5 %),
- enfin, environ 5 à 6 % analyses concernent l'un ou l'autre des oligo-éléments suivants : Fe, Mn, Cu, Zn, et 15 % le Bore (Bo).

⑧ CORRESPONDANCES ENTRE :

- **LES FICHES DU GUIDE OUTRE-FORET,**
- **LA CLASSIFICATION CPCS,**
- **LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE,**
- **LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS**
- **ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS**

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon-dance avec autre guide
1	Sable caillouteux, décarbonaté, superficiel, sain, sur alluvions anciennes	Sol brun décarbonaté – Brunisol leptique issu d'alluvions anciennes	15.4 (variante à définir)	guide 5-fiche 16 guide 2-fiche 13
2	Sable , acide, profond, sain, sur alluvions anciennes	Sol brun acide – Alocrisol pachique issu d'alluvions anciennes	15.4	guide 5-fiche 14 guide 2-fiche 11
3	Limon sablo-argileux à limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	Sol hydromorphe à pseudogley – Fluviosol rédoxique issu d'alluvions anciennes	15.5	guide 5-fiche 15 guide 2-fiche 12
4	Sable à sable limoneux, hydromorphe, sur limon argilo-sableux d'alluvions anciennes	Sol lessivé hydromorphe planosolique – Fluviosol luvique rédoxique issu d'alluvions anciennes	Non défini	guide 5-fiche 17 guide 2-fiche 14
5	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley oxydé sur alluvions récentes	Sol alluvial hydromorphe à gley oxydé – Fluviosol-Rédoxisol issu d'alluvions récentes	15.2 (variante à définir proche de 17.3)	-
6	Argile limono-sableuse, acide, hydromorphe, à gley réduit sur alluvions récentes	Sol alluvial hydromorphe à gley réduit – Fluviosol-Réductisol issu d'alluvions récentes	15.2	guide 5-fiche 19 guide 2-fiche 15
7	Limon, calcaire, sain, sur loess	Sol brun calcaire – Calcosol issu de loess	21.2	guide 5-fiche 3 guide 2-fiche 16
8	Limon argileux, décarbonaté, sain, sur loess	Sol brun calcique à faiblement lessivé – Calcisol à néoluvisol issu de loess	21.2 (variante à définir)	guide 5-fiche 1 guide 2-fiche 17
9	Limon à limon sableux, calcique à calcaire, sain, sur loess remanié	Sol brun calcique – Calcisol issu de loess	21.1 (variante à définir)	-
10	Limon à limon argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur lehm-loess	Sol brun lessivé à pseudogley – Néoluvisol à luvisol rédoxique issu de lehm-loess	Non défini (proche de 22.4)	guide 5-fiche 2 guide 2-fiche 18
11	Limon argileux à argile limoneuse, décarbonaté, hydromorphe, érodé, sur lehm-loess	Sol brun lessivé érodé à pseudogley – Néoluvisol à luvisol rédoxique érodé issu de lehm-loess	Non défini (proche de 22.6)	-
12	Limon sableux, acide, hydromorphe sur limon sablo-argileux sur lehm-loess remanié	Sol brun lessivé à pseudogley – Néoluvisol à luvisol rédoxique issu de lehm-loess remanié	Non défini (proche de 22.2)	-
13	Limon, acide, hydromorphe, sur lehm	Sol lessivé glossique – Luvisol rédoxisol glossique issu de lehm	22.4	-
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm	Sol lessivé à pseudogley érodé – Luvisol rédoxique érodé issu de lehm	22.6	-

Guide 2 : Guide « Ried-Nord »
Guide 5 : Guide « Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg »

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspondance avec autre guide
15	Limon sablo-argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, sur lehm remanié	Sol lessivé à pseudogley – Luvisol rédoxique issu de lehm remanié	22.2	-
16	Limon argileux, calcaire, faiblement hydromorphe, des vallons loessiques	Sol brun colluvial calcaire – Colluviosol carbonaté des vallons loessiques	21.5	guide 5-fiche 4 guide 2-fiche 19
17	Limon, calcique à calcaire, hydromorphe, des vallons limoneux	Sol brun colluvial calcique à pseudogley-gley – Colluviosol calcique rédoxique des vallons limoneux	21.6 à 22.5 (variante à définir)	guide 5-fiche 21 guide 2-fiche 20
18	Limon, calcique à calcaire, très hydromorphe, des vallons limoneux	Sol brun colluvial calcique à gley réduit – Colluviosol calcique réductique des vallons limoneux	21.6 à 22.5 (variante à définir)	-
19	Limon argilo-sableux, calcaire, profond, sur marnes et calcaires	Sol brun calcaire – Calcosol issu de calcaire marneux	Non défini	guide 5-fiche 13
20	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur marnes et calcaires	Sol brun calcaire peu profond – Calcosol leptique issu de calcaire marneux	Non défini	-
21	Argile limoneuse, calcaire à décarbonatée, hydromorphe, sur marne	Sol brun calcique à calcaire hydromorphe – Calcisol-calcosol rédoxique (à pélosol) issu de marnes	Non défini	guide 5-fiche 9
22	Sable, acide, profond sur argile hydromorphe	Sol lessivé glossique à tendance planosolique – Luvisol-rédoxisol planosolique issu d'argile	Non défini	-
23	Argile limono-sableuse, calcaire profonde, sur marne	Sol brun calcaire – Calcosol issu de marne	Non défini	guide 5-fiche 10
24	Argile limono-sableuse, décarbonatée hydromorphe, sur marne et conglomérat	Sol brun calcique hydromorphe – Calcisol rédoxique issu de marne et conglomérat	Non défini	-
25	Argile limono-sableuse, décarbonatée, sur marne et conglomérat	Sol brun calcique – Calcisol issu de marne et conglomérat	Non défini	-
26	Limon sablo-argileux, décarbonaté, non ou peu hydromorphe, sur marne gréseuse	Sol brun calcique – Calcisol issu de marne gréseuse	Non défini	-
27	Sable , acide, profond, sain, sur colluvions gréseuses	Sol brun acide – Colluviosol pachique issu de colluvions gréseuses	Non défini	-
28	Sable limoneux, acide, superficiel, sur dalle gréseuse	Sol brun acide peu profond – Alocrisol leptique issu de grès à voltzia	Non défini	-

Guide 2 : Guide « Ried-Nord »
Guide 5 : Guide « Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg »

Guide des sols d'Alsace
Outre-Forêt

▶ **Maîtrise d'ouvrage :**
Région Alsace

▶ **Partenaires financiers :**
Région Alsace
Agence de l'eau Rhin-Meuse

▶ **La coordination, le suivi des travaux et l'appui technique au maître d'ouvrage en tant qu'expert ont été assurés par :**
l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace
2 rue de Rome – B.P. 30 022 SCHILTIGHEIM – 67013 STRASBOURG Cédex

▶ **Auteur :**
Sol Conseil (J.-P. PARTY) - 251 route de la Wantzenau - 67000 STRASBOURG

▶ **Composition des documents cartographiques :**
Service SIG de la Région Alsace
Sol Conseil
Ogham - Harald Mourreau
ARAA

▶ **Composition de la couverture et des fiches de sols :**
Ogham - Harald Mourreau – 163 rue Dannheck – 67190 HEILIGENBERG

▶ **Maquette d'origine :**
R. KOLLER et J.-P. PARTY (1994)

▶ **Crédits photographiques :**
J.-P. PARTY A.-V. AUZET M. LEMMEL V. DORNIER R. ARMAND

▶ **Le comité scientifique "Guide des sols d'Alsace" pour l'Outre-Forêt est composé de :**

A.-V. AUZET – IMFS/CNRS-ULP
M.-L. BURTIN – ARAA
M. COLOBERT – METEO FRANCE
O. DUFAYT – APRONA
P. ELSASS – BRGM
J.-C. FAVROT – EXPERT PEDOLOGUE
L. GARTNER - REGION ALSACE
P. GEIST - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
M. GERLIER - DIREN-SEMA ALSACE
A. HARDY - DRAF/ SREA ALSACE
R. HARDY – INRA
R. KOLLER – ARAA
R. MICHAEL - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN
F. POTIER - AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
J. SAUTER – ARAA
P. VAN DIJK – IMFS/CNRS-ULP

▶ **Duplication :**
Impression BERNHART – 3 quai des Pêcheurs – 67000 STRASBOURG

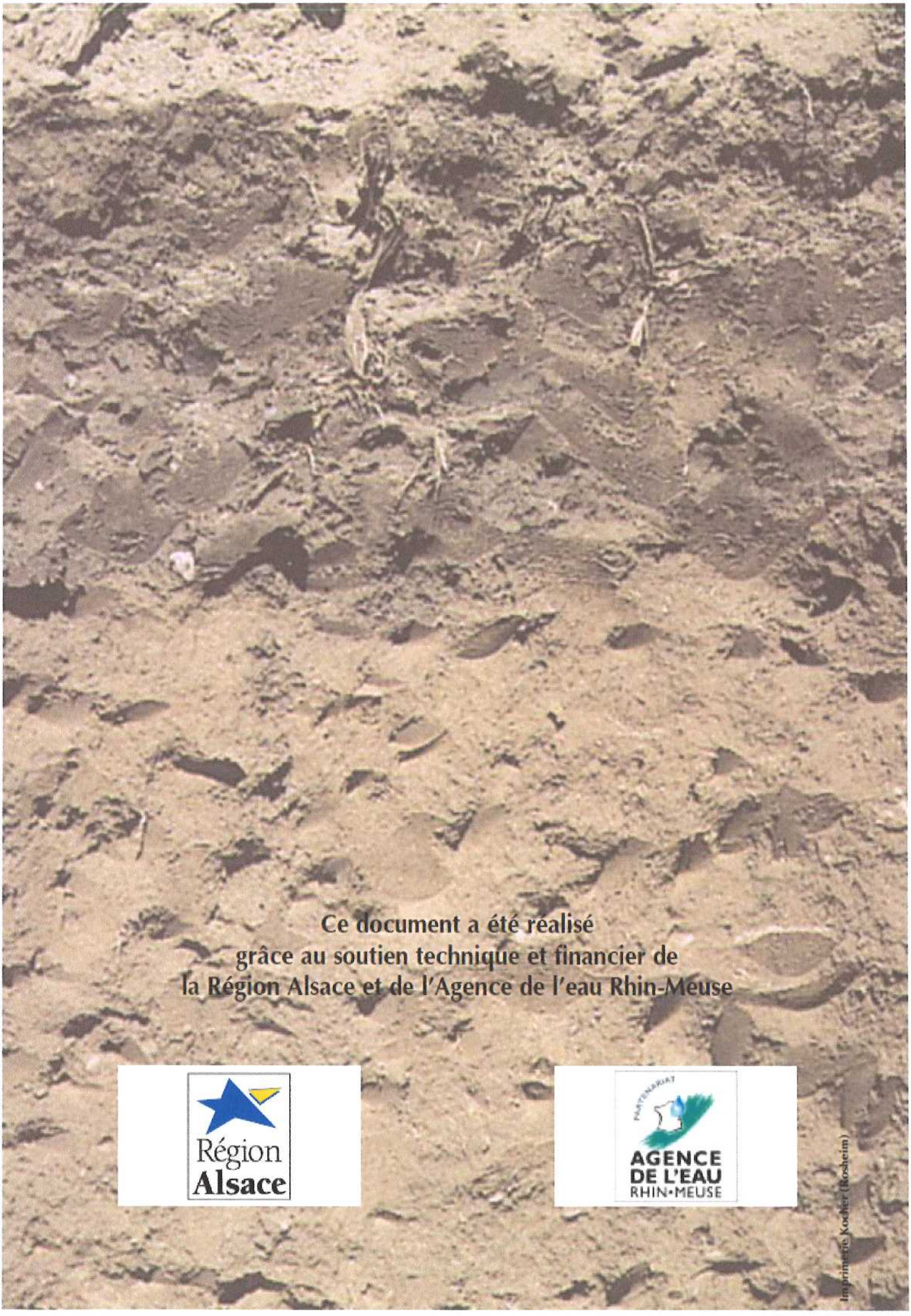
▶ **Impression :**
Imprimerie Kocher – rue Jean-Mentelin – 67650 ROSHEIM

DOCUMENT DISPONIBLE A LA REGION ALSACE

Direction de l'Agriculture, de la Forêt, du Tourisme et de l'Environnement
1 place du Wacken - B.P. 1006 - 67070 STRASBOURG Cedex - Tél. **03 88 15 68 67** - Fax **03 88 15 68 15**

Dans la même collection, les guides des sols existent pour les petites régions naturelles suivantes :

- Piémont bas-rhinois, plaines d'Erstein, d'Obernai et Bruch (région naturelle n°6), paru en 1999
- Plaine Sud-Alsace (région naturelle n°10), paru en 1999
- Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg (région naturelle n°5), paru en 2001
- Sundgau et Jura alsacien (région naturelle n°11), paru en 2001
- Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld (région naturelle n°12), paru en 2004
- Plaine Centre-Alsace (région naturelle n°8), nouvelle édition parue en 2004
- Ried Nord (région naturelle n°2), paru en 2005
- Alsace Bossue (région naturelle n°13), à paraître courant 2007
- Pays de Hanau et pays de Saverne (région naturelle n° 3), à paraître courant 2007



Ce document a été réalisé
grâce au soutien technique et financier de
la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse

Région Alsace

PARTENARIAT
AGENCE DE L'EAU
RHIN•MEUSE

Imprimerie Kocher (Rosheim)