

Guide des sols d'Alsace



Petite région naturelle N°11 Sundgau et Jura alsacien

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



- Septembre 2001 -



Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle N° 11 Sundgau et Jura alsacien

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

Auteur : SOL CONSEIL (Jean-Paul PARTY)

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

Septembre 2001

SOMMAIRE DU GUIDE

1. INTRODUCTION.....	5
Un guide des sols pour concilier économie agricole et protection de l'environnement	
2. DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS.....	7
De l'identification d'un sol au raisonnement de l'itinéraire technique de conduite d'une culture	
2.1. Les limites d'utilisation du guide des sols.....	7
2.2. La connaissance du potentiel de rendement des parcelles.....	8
2.3. Le choix d'un itinéraire technique.....	9
3. LA PETITE REGION NATURELLE « Sundgau et Jura alsacien ».....	11
3.1. La délimitation de la petite région du Sundgau et du Jura alsacien.....	11
3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale.....	12
3.3. Comprendre la géologie et les paysages.....	12
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... ..	15
3.4. Les eaux superficielles du Sundgau	19
3.4.1. Régime des eaux des rivières ; qualité vis à vis de l'azote et des nitrates	19
3.4.2. Les zones inondables de l'Ill, de la Largue et de la Doller.....	19
3.5. Les nappes souterraines du Sundgau.....	20
3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité	20
3.5.2. Qualité des eaux souterraines du Sundgau.....	23
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 carbonatation : principe, vocabulaire, observation.....	26
4.2.2. Les cailloux.....	26
4.2.3. L'hydromorphie (gley et pseudogley)	27
4.3. Les éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils.....	29
4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol.....	30
4.5. Lexique.....	32
5. LES TYPES DE SOLS DU SUNDGAU ET DU JURA ALSACIEN.....	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.....	38
5.2. Les fiches de sols.....	40
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000 ^{ème}	43

6. SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THEMES	155
6.1. La fertilisation phosphatée et potassique.....	156
6.2. L'entretien calcique et magnésien des sols.....	156
6.3. La praticabilité des terrains.....	157
6.4. Les sols hydromorphes et le drainage.....	158
6.4.1. Généralités.....	158
6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre.....	159
6.4.3. De nombreux sols drainables dans le Sundgau.....	162
6.5. Les sols et l'irrigation.....	163
6.5.1. Généralités.....	163
6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre.....	163
6.5.3. De faibles besoins d'irrigation pour les cultures du Sundgau.....	165
6.6. Les inondations et les risques d'érosion associés aux crues.....	169
6.7. Le ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés.....	169
6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols.....	169
6.7.1.1. <i>Les différents processus de formation du ruissellement</i>	171
6.7.1.2. <i>Les états de surface du sol et les croûtes de battance</i>	171
6.7.1.3. <i>Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol</i>	172
6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement.....	172
6.7.2.1. <i>L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface</i>	172
6.7.2.2. <i>Les risques de ruissellement associés aux états de surface</i>	173
6.7.3. Les conséquences du ruissellement dans le Sundgau.....	175
6.7.3.1. <i>Différentes formes d'érosion (transfert de particules solides)</i>	175
6.7.3.2. <i>La sensibilité potentielle au ruissellement des sols du Sundgau</i>	177
6.7.3.3. <i>Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle</i>	178
6.7.3.4. <i>Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires)</i>	178
6.8. Les sols et le risque de lessivage des nitrates.....	179
6.8.1. Le risque de lessivage hivernal.....	181
6.8.1.1. <i>Généralités</i>	181
6.8.1.2. <i>Des risques de lessivage hivernal généralisés dans le Sundgau</i>	183
6.8.2. Le risque de lessivage printanier.....	187
6.8.2.1. <i>Généralités</i>	187
6.8.2.2. <i>Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels et les plus hydromorphes du Sundgau</i>	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 du Sundgau.....	199

ANNEXES

- Données climatiques.....	206
- Typologie régionale des sols.....	215
- Bibliographies régionale et thématique.....	221
- Inventaire des documents pédologiques disponibles.....	229
- Guide pour la lecture des fiches de sols.....	233
- Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils.....	241
- Exploitation des fichiers d'analyses de terre et données ponctuelles utilisées.....	245
- Correspondances entre les fiches du guide n°10, la classification CPCS, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols.....	249

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CHAPITRE 2

DU BON USAGE DU GUIDE DES SOLS

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

2.1. LES LIMITES D'UTILISATION DU GUIDE DES SOLS

Le présent guide veut donner un **aperçu simple et clair des principaux types de sols qui peuvent être rencontrés dans la petite région du Sundgau et du Jura alsacien**. 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 :

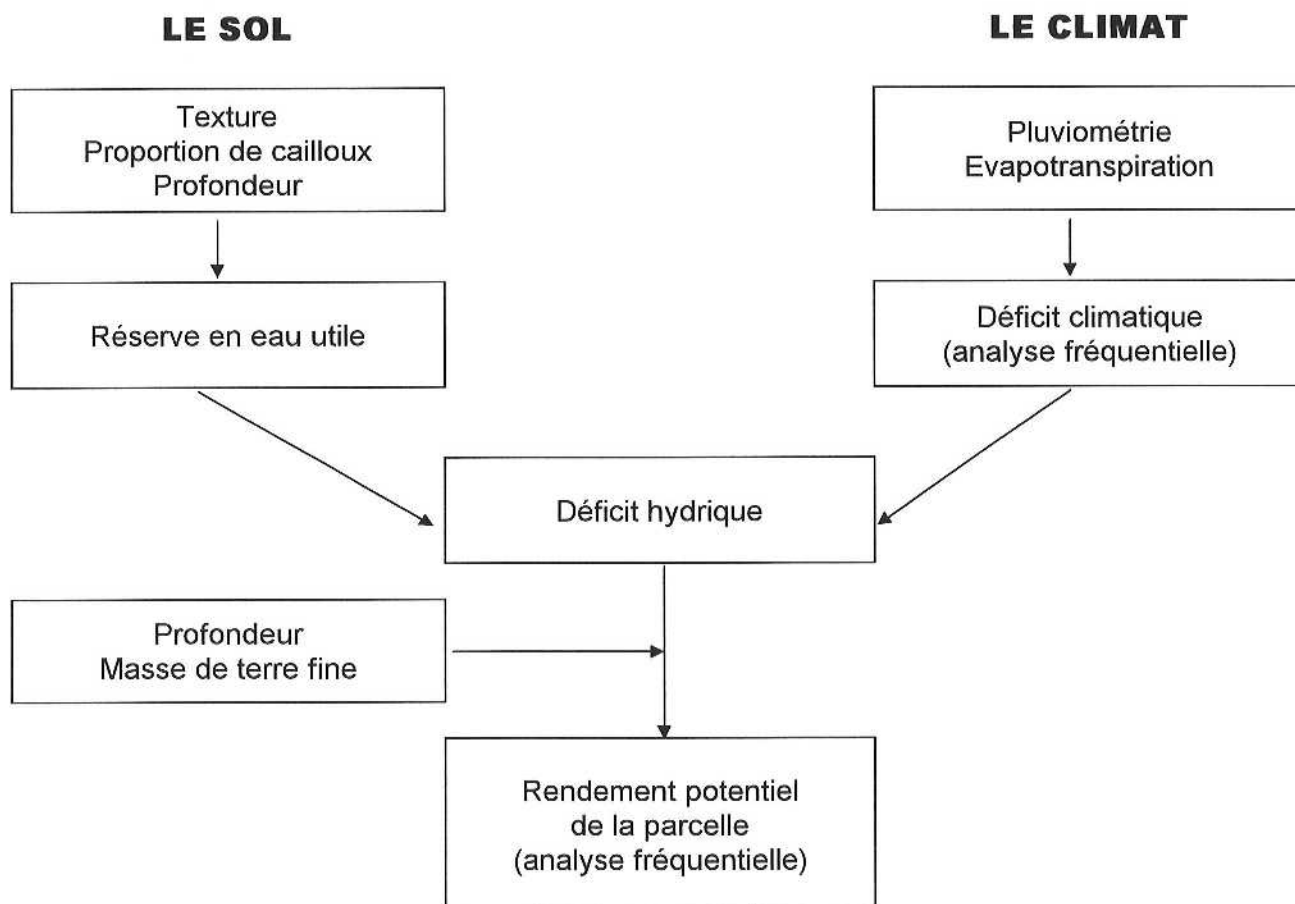
- choisir les cultures et la rotation ;
- décider des itinéraires techniques ;
- évaluer les risques d'exploitation ;
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

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 sortie hiver par m²" minimum nécessaire pour prétendre atteindre cet objectif compte tenu de la précocité ou de la tardiveté du semis. Concrètement, ceci se traduit pour l'agriculteur par une dose de semis compte tenu des risques de pertes enregistrés dans les différentes situations de dates de semis et de types de terres.

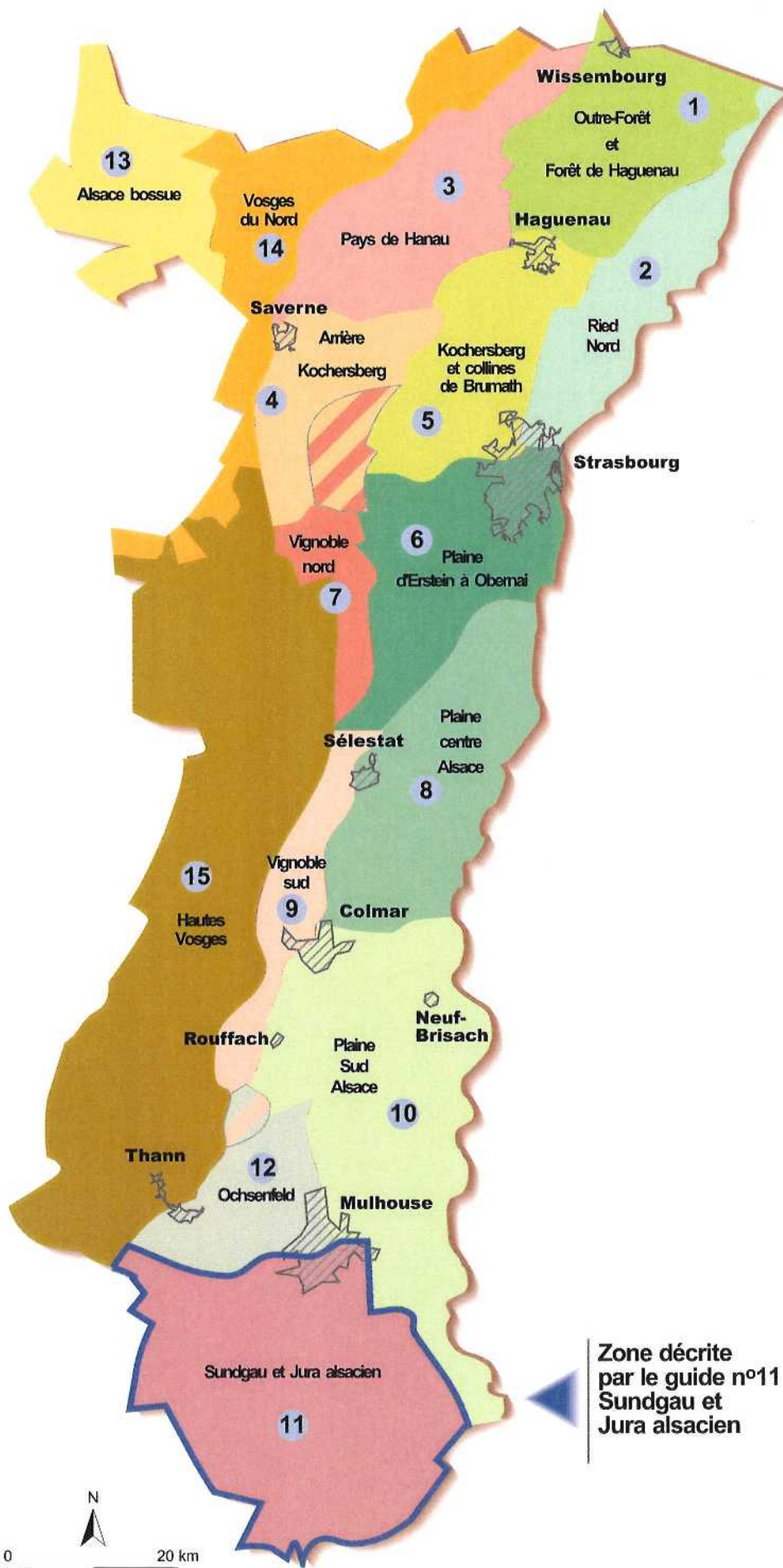
Les niveaux de peuplement requis ayant été déterminés, la dose d'azote et la protection phytosanitaire peuvent être ajustés au mieux.

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

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

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

Les petites régions naturelles d'Alsace



CHAPITRE 3

LA PETITE REGION NATURELLE

Sundgau et Jura alsacien

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

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

3.1. LA DELIMITATION DE LA PETITE REGION DU "SUNDGAU ET JURA ALSACIEN"

L'aire d'utilisation du présent guide correspond à la partie Sud de l'Alsace. Elle s'inscrit entre le seuil du Territoire de Belfort qui constitue la limite des bassins versants Rhin-Mer du Nord et Rhône-Méditerranée à l'Ouest (la Porte de Bourgogne), le Rhin à l'Est, la vallée de la Doller et la ville de Mulhouse au Nord et la chaîne du Jura à la frontière suisse, au Sud. Elle représente dans le Haut-Rhin une surface totale d'environ 100.000 ha pour près de 50.000 ha de SAU.

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

- A quelques exceptions près (dont en particulier le Jura alsacien), la quasi totalité des sols décrits dans les fiches concernant le Sundgau se sont constitués à partir de matériaux limoneux déposés par le vent à l'époque Quaternaire. Un effort de synthèse a été réalisé, ainsi toutes les nuances concernant ces sols limoneux n'ont pu être présentées et il subsiste de ce fait une certaine variabilité des situations réelles par rapport aux types décrits.

- L'ensemble de la zone est soumise à un gradient de pluviométrie important. Ainsi, il tombe environ 700 mm/an à Mulhouse, alors que plus de 1000 mm sont observés dans le Haut Sundgau. Ceci influe fortement sur l'évolution des sols, en particulier la décarbonatation des loess (limons calcaires éoliens) et l'entraînement plus ou moins prononcé en profondeur des argiles et du fer. Ceci permet la définition des différents types de sols limoneux du Sundgau.
- La présence de limons (souvent prédisposés à la battance), la pluviométrie et avec elle 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 de l'Ill et de ses affluents. Ce réseau hydrographique présente en effet des caractéristiques favorisant les inondations sur une surface de l'ordre de 2.000 ha en particulier à l'amont et à l'aval de Dannemarie et d'Altkirch.

Certains des sols répertoriés dans ce périmètre sont également présents dans les autres petites régions limoneuses d'Alsace, en particulier : l'Outre Forêt et le Pays de Hanau dans le Nord 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,
- 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. Elle est présentée en annexe 2.

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

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

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

3.3. COMPRENDRE LA GEOLOGIE ET LES PAYSAGES

3.3.1. Géologie des formations superficielles et aperçu général du paysage

La petite région « Sundgau et Jura alsacien » correspond à une succession de collines de 300 à 500 m d'altitude aux pentes faibles couvertes de limons éoliens. Ces collines sont entaillées par un réseau hydrographique dont les cours d'eau les plus importants sont l'Ill et ses affluents, la Largue, le Thalbach et la Doller.

La nature des formations superficielles permet ainsi de distinguer 6 ensembles (cf. carte au dos) :

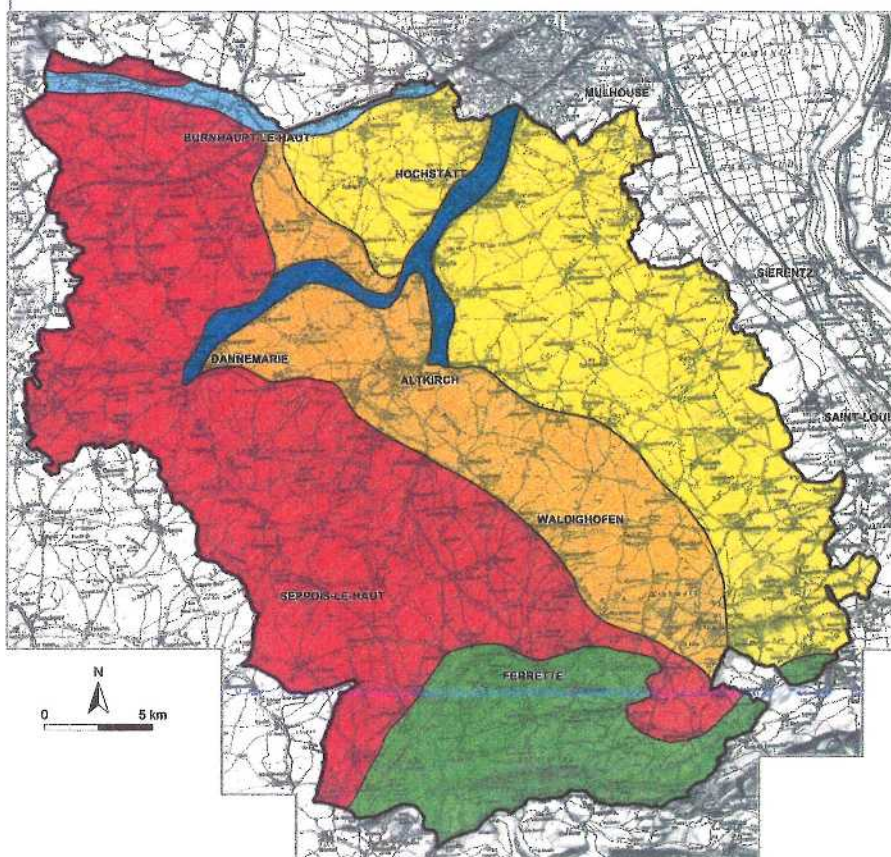
1. **Le Bas-Sundgau**, couvert de limons loessiques récents (âge Würm),
2. **Le Moyen-Sundgau**, intermédiaire avec le suivant couvert de lehm-loess,
3. **Le Haut-Sundgau**, couvert de limons lehmifiés plus anciens (âge Riss), reposant sur le cailloutis du Sundgau parfois visible sur le flanc des vallées,
4. **Le Jura alsacien**, d'une altitude moyenne d'environ 500 m, quasiment dépourvu de limons éoliens, aux affleurements calcaires culminant à plus de 800 m d'altitude,
5. **Les vallées de l'Ill, de la Largue et du Thalbach**, limoneuses et argileuses
6. **La vallée de la Doller** dont les alluvions sont d'origine vosgienne.

De ce fait, les sols se répartissent selon ces 6 ensembles, soit :

- des sols bruns calcaires profonds et limoneux développés sur les collines loessiques du **Bas-Sundgau** en haut de collines (fiches 1 et 2) ou en bas de versant et dans les vallons secs ou humides (fiches 3 et 4). Des sols bruns calcaires ou décarbonatés à tendance argileuse sur marnes et calcaires (fiche 5) ou issus de molasse (fiche 6) y sont associés très localement ;
- des sols bruns calciques et bruns lessivés développés sur les lehm-loess du **Moyen-Sundgau** dans le haut des collines (fiches 7 et 8) ou en bas de versant et dans les vallons plutôt humides (fiches 10 et 11), séparés sur les ruptures de pentes par les sols bruns limoneux décarbonatés issus du cailloutis du Sundgau et hydromorphes (fiche 9) du fait des nombreuses sorties de sources les caractérisant ;
- des sols bruns lessivés et des sols lessivés, hydromorphes et dégradés (entraînement des argiles et des oxydes de fer en profondeur) à limons très battants sur les faibles pentes des collines du **Haut-Sundgau** (fiches 12 et 13) et dans les dépressions humides (fiche 16), des sols lessivés érodés (ou tronqués) plus argileux en surface sur les pentes plus accusées (fiche 14) et sur les ruptures de pentes, des sols bruns limoneux acides et hydromorphes issus du cailloutis du Sundgau (fiche 15) ;

- des sols bruns calcaires et calciques sur calcaires durs et marnes dans le **Jura alsacien**, superficiels dans la moitié supérieure des pentes (fiches 17 et 18), plus profonds dans la moitié inférieure des pentes et le fond des vallons (fiches 19 et 20) ;
- des sols alluviaux à tendance argileuse, très hydromorphes (nappe alluviale entre 1 et 2 m de profondeur), calcaires (fiche 21) ou décarbonatés (fiche 22) dans les parties les plus larges **des vallées de l'Ill et de la Largue**, des sols colluvio-alluviaux limoneux calcaires et peu hydromorphes en bordure de ces vallées (fiche 23) et limono-argileux calcaires ou décarbonatés et hydromorphes à l'amont plus étroit des **vallées de l'Ill, de la Largue et du Thalbach** (fiche 24) ;
- enfin, des sols alluviaux acides dans **la vallée de la Doller**, sablo-caillouteux et peu profonds sur les alluvions anciennes (fiche 25), limono-sablo-argileux, profonds et peu hydromorphes localement sur les alluvions récentes (fiche 26), plus généralement sablo-argileux, peu à moyennement profonds, à tendance caillouteuse, et hydromorphes (fiche 27).

Carton géomorphologique des paysages de la petite région naturelle " Sundgau et Jura alsacien "



unités géomorphologiques

- | | |
|--|--|
| collines du Bas-Sundgau | Jura alsacien |
| collines du Moyen-Sundgau | vallées de l'Ill, de la Largue et du Thalbach |
| collines du Haut-Sundgau | vallée de la Doller |
| limite du guide des sols | |



Réalisation : Région Alsace / SHG
 Données numériques : ARAA
 Sources : Sol Comani
 Fond de Carte : IGN Scan100
 Août 2000

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 (-2 M d'années au plus) masquent une géologie profonde plus complexe qui correspond au dépôt successif de différents sédiments, soit du plus récent au plus ancien :

de l'époque Tertiaire,

- **le cailloutis du Sundgau** d'âge Pliocène (-5 à -10 M d'années), en grande partie issu des Alpes et déposé par l'ancien cours du Rhin,
- **la molasse alsacienne** d'âge Oligocène inférieur (-25 M d'années), qui correspond à des alternances de grès constitué de sables fluviatiles micacés issus de lacs molassiques, et de marnes,
- **différents types de marnes, matériaux argileux et imperméables** d'âge Oligocène inférieur (de -25 à -35 M d'années) et Eocène (-35 à -55 M d'années), déposés en milieu lacustre saumâtre puis au cours de 2 transgressions marines successives. **Les calcaires et les grès du Haustein** en particulier qui affleurent dans le Horst d'Altkirch-Mulhouse sont issus de ces dépôts ;

de l'époque Secondaire,

- **les différents étages de marnes** (Oxfordien, Kimméridgien), **puis de calcaires durs** (Bathonien, Bajocien) du Jurassique (-135 à -200 M d'années) qui affleurent dans le Jura alsacien.

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

- **le fossé de Dannemarie**, vaste zone déprimée de Burnhaupt à Montbéliard ; c'est le prolongement du bassin potassique, les sédiments étant ici dépourvus de sel,
- **le Horst de Mulhouse**, dôme calcaire surélevé et faillé entre Mulhouse, Altkirch et Sierentz,
- **la dépression pré-jurassienne**, située entre le Horst de Mulhouse et le Jura alsacien,
- **le fossé de Sierentz** qui longe le rebord Est du Sundgau, ensuite prolongé au Sud-Ouest par le fossé de Wolschwiller, marqué en surface entre Oltingue et Leymen et correspondant à une variation locale importante des types de sols.

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

Eaux superficielles :

- un réseau hydrographique de ruisseaux courts dans le Bas-Sundgau orienté SW-NE, en direction de la plaine du Rhin, c'est le bassin oriental,
- un réseau hydrographique plus important composé de l'Ill et de ses affluents, la Largue et le Thalbach notamment, avec une orientation SE-NW, ainsi que de la Doller,

Eaux souterraines :

- la nappe des cailloutis du Sundgau qui est la plus importante de la région, et plus secondairement les nappes associées aux alluvions anciennes des rivières,
- plus proches de la surface, les nappes perchées temporaires des sols lessivés hydromorphes sur limons anciens (principalement dans le Haut-Sundgau), cause de leur excès d'eau.
- les nappes discontinues et de faible étendue dans la molasse et les calcaires du Jura alsacien,
- en limite Est, mais en marge de la zone d'étude, la nappe phréatique du Rhin,

Les schéma et textes des 2 pages suivantes illustrent cette diversité de situations géologiques et des aquifères qui y sont associés dans la Sundgau

Géologie et aquifères dans le Sundgau

L'eau dans l'Ouest du Sundgau

(associée à un réseau hydrographique de ruisseaux courts)

Dans le Nord-Ouest du Sundgau, l'eau est stockée sous les cultures et les villages (Ammertzwiler-Spechbach). Dans ce cas, la pollution nitratée peut être très élevée et peut provenir des champs comme des habitations.

Les nappes perchées du Sundgau central

(nappe des cailloutis du Sundgau et nappes perchées temporaires du Haut-Sundgau)

Dans le Sundgau, deux villages sur trois cherchent leur eau potable au sommet des collines (au flanc supérieur des plateaux) dans les cailloutis du Sundgau.

La pollution nitratée de ces nappes et sources est donc directement liée aux champs cultivés situés sur le dessus des collines.

Les rivières et leurs nappes d'accompagnement, situées en fond de vallée, véhiculent par contre des nitrates d'origine agricole et domestique.

Le schéma ci-contre présente une synthèse des différents aquifères du Sundgau et des mécanismes en cause dans le développement de la pollution nitratée. Il permet entre autres de moduler le partage global des responsabilités : $\frac{1}{4}$ pour les communes, $\frac{3}{4}$ pour l'agriculture, selon les lieux.

La pollution nitratée des eaux du Sundgau relève de deux problématiques.

Il s'agit d'une part, du **LESSIVAGE** (ou lixiviation) : c'est-à-dire, du déplacement vertical dans le sol des nitrates dissous par les eaux qui s'infiltrent en profondeur. Ce phénomène est surtout à craindre en hiver dans les sols nus.

Et il s'agit d'autre part du **RUISSELLEMENT** : c'est-à-dire de l'entraînement des nitrates à la surface du sol, par les eaux superficielles qui ruissellent jusqu'aux fossés et ruisseaux.

Ce phénomène est surtout à craindre dans les collines en mai-juin, après des épandages d'engrais azotés précédant des orages.

L'eau dans le Jura alsacien

(nappes discontinues et de faible étendue dans les calcaires du Secondaire)

Dans le Jura, l'eau s'infiltré dans les fissures des calcaires et circule dans des galeries en gouffres. Elle peut venir de loin et circuler très vite.

Captées sous forêt et en montagne, les sources du Jura sont très souvent peu chargées en nitrates. Par contre, les rivières du Jura vont exporter vers les nappes fluviales de l'III et de la Largue les nitrates rejetés par les villages et l'agriculture.

Le HORST de Mulhouse – Altkirch et l'eau

(des nappes discontinues et de faible étendue dans la molasse du Tertiaire)

Dans le HORST de Mulhouse – Altkirch, l'eau peut s'infiltrer au travers du sol et se déplacer par des galeries souterraines (aquifère Karstique) sur de grandes distances.

Les causes des pollutions nitratées, parfois importantes, que l'on peut relever dans les forages de cette formation géologique sont souvent difficiles à établir.

Ainsi, les eaux de Bruehbach subiraient une pollution d'origine villageoise et agricole. Dans le cas de Tagolsheim, l'eau du forage peut provenir aussi bien des collines que de la nappe fluviale. Les nitrates ont donc une origine mal établie.

L'eau et le versant Est du Bas-Sundgau

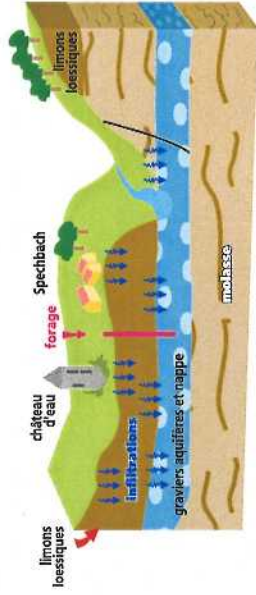
Dans l'Est du Sundgau, les eaux d'infiltration rejoignent les nappes perchées des cailloutis du Sundgau et des terrasses anciennes. Ces eaux souterraines s'écoulent de nappe en nappe en suivant la pente du terrain et donnent naissance à de multiples sources et ruisseaux. A ces ruisseaux, se rajoutent les eaux de ruissellement de surface lors des épisodes pluvieux.

In fine, toutes ces eaux – souterraines et de surface – atteignent le bord Est de la nappe phréatique d'Alsace et s'y infiltrent en quasi-totalité. Les eaux souterraines de l'Est sundgauvien (cailloutis, terrasse, et bordure de la nappe phréatique) sont très chargées en nitrates. Ces fortes teneurs sont vraisemblablement dues au retournement des prés, à la surfertilisation des mais et au défaut d'assainissement des communes.

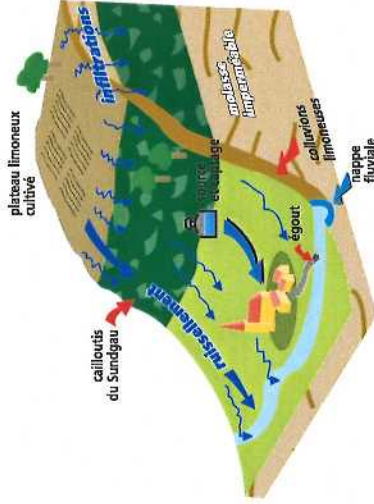
De plus, la vitesse de renouvellement des eaux de la bordure Est de la nappe phréatique est lente ce qui engendre l'accumulation de la pollution au pied des collines.

Géologie et aquifères dans le Sundgau :

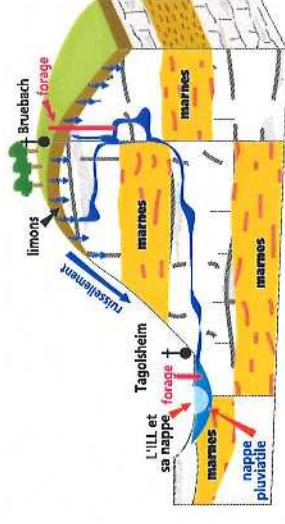
quelques schémas de principe



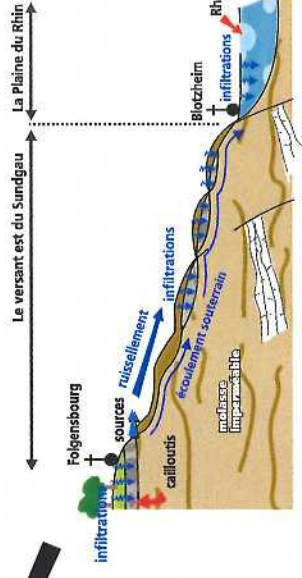
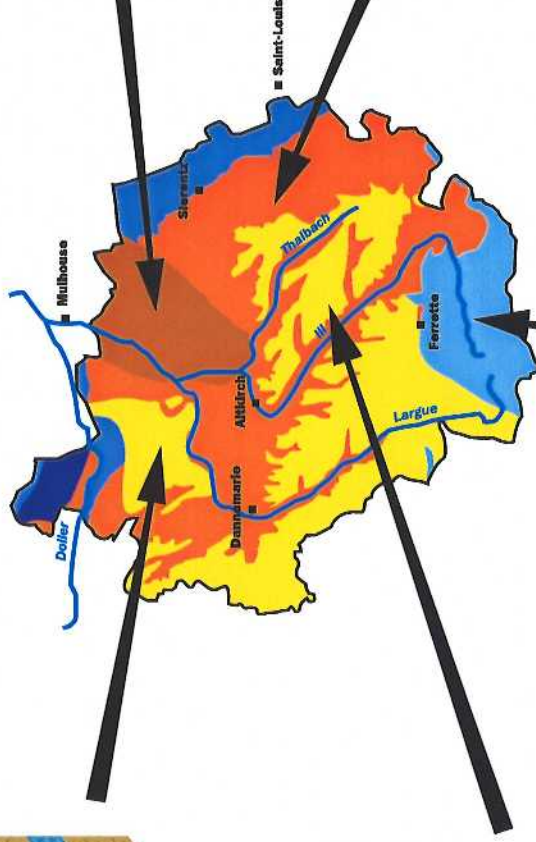
l'Ouest du Sundgau



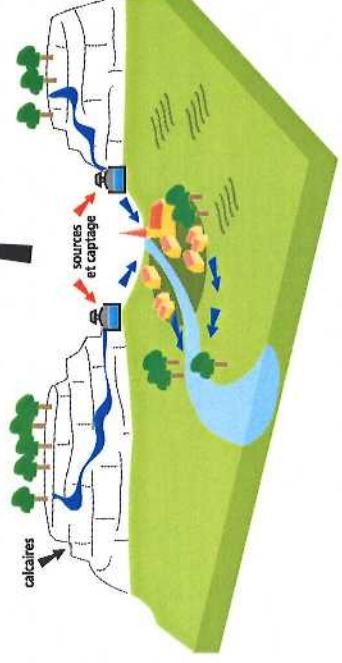
le Sundgau central



le Horst de Mulhouse-Altkirch

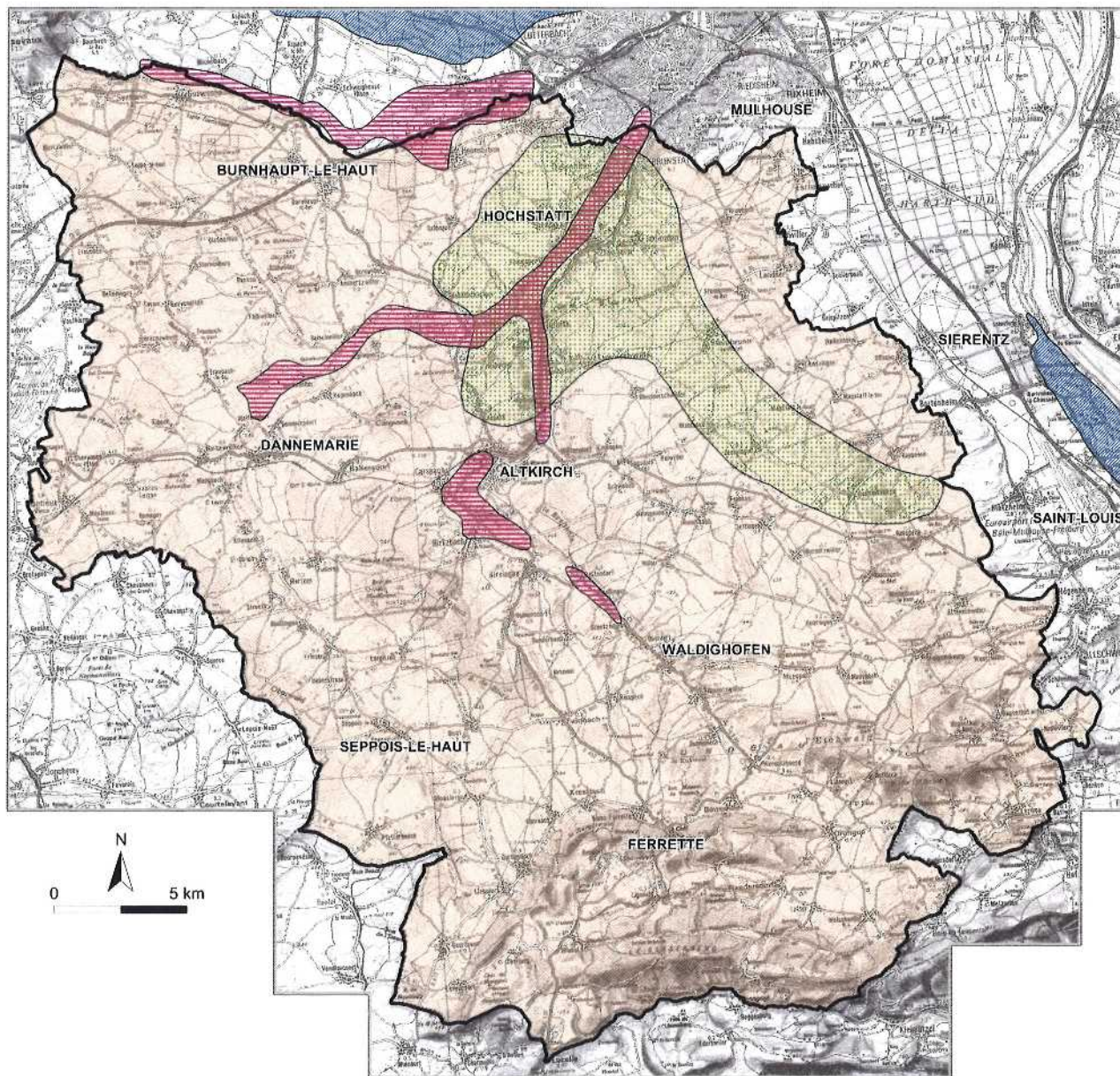






le versant Est du Sundgau



le Jura alsacien

Les zones inondables dans la petite région naturelle " Sundgau et Jura alsacien "



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



3.4. LES EAUX SUPERFICIELLES DU SUNDGAU

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

Dans le Sundgau, le régime des hautes eaux de l'III et des rivières vosgiennes est fonction des précipitations et de l'évapotranspiration dont le bilan est plus élevé en hiver (janvier et février notamment). Leur étiage a lieu à la fin de l'été et au début de l'automne. Si les pluies deviennent importantes ou brutales (avril 1994 par exemple), ces rivières provoquent des inondations ou des engorgements importants aux mêmes époques. Ce régime de hautes eaux peut ainsi s'étendre jusqu'au mois de mai.

Les aménagements hydrauliques de bassin versant (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 *a priori* de meilleure qualité que les cours inférieurs plus en aval, où cette qualité reste médiocre.

Des concentrations élevées en azote total et en nitrates y ont été mesurées de 1985 à 1988 : 6 à 12 mg/l de nitrates, pour les cours inférieurs de l'III et de la Largue, jusqu'à 3 mg/l pour les cours supérieurs et plus de 12 mg/l pour le cours du Thalbach.

Pour l'III à l'exutoire de Brunstatt en 1995 par exemple, les teneurs en nitrates varient de façon saisonnière : elles sont minimales en été lorsqu'il y a peu de ruissellement (entre 10 et 15 mg/l) et maximales en hiver (15 à 30 mg/l), mais aussi au printemps, période d'application de l'engrais azoté sur maïs, après de fortes pluies (30 à près de 60 mg/l en mai-juin 1995) (cf. *Diagnostic hydrogéologique préalable à l'opération Ferti-Mieux sur le Sundgau, EAT Environnement, 1997*).

Au total, on a estimé à 1 200 t/an les pertes d'azote nitrique pour l'ensemble du bassin versant de l'III, soit environ 20 kg/ha/an.

Dans le cas des ruisseaux du Bas-Sundgau, ceci aboutit à une pollution azotée conséquente de la nappe phréatique du Rhin au pied des collines.

Cette pollution est principalement attribuée (pour les 3/4 environ) aux nitrates d'origine agricole, que ce soit par infiltration dans les sols ou par ruissellement à sa surface.

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

Les inondations constatées dans la région sont liées aux crues de l'III en combinaison avec les affluents d'origine vosgienne, ici essentiellement la Doller. Cependant, dans la région d'étude, les zones inondables sont surtout importantes à l'aval de Dannemarie et aux environs d'Altkirch. (cf. carte ci-contre)

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

	Débit moyen du mois le plus sec*	Débit moyen du mois le plus humide*	Crue biennale	Crue décennale
L'Ill à Altkirch	0,93 m ³ /s en septembre	3,8 m ³ /s en février	39,0 m ³ /s	67,0 m ³ /s
L'Ill à Didenheim	1,8 m ³ /s en août	11,3 m ³ /s en février	85,0 m ³ /s	130,0 m ³ /s
La Largue à Dannemarie	0,29 m ³ /s en août	2,15 m ³ /s en février	29,0 m ³ /s	46,0 m ³ /s

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

Les lames de crues se répandent principalement dans des champs d'inondation entre Dannemarie et Altkirch sur environ 2 000 ha. Elles se produisent lors d'épisodes pluvieux longs et continus ou rapides et importants. Les débordements de cours d'eau correspondent en général à une fréquence de 2 ans et moins. Ils ont lieu plus fréquemment entre la fin décembre et la fin mai.

3.5. LES NAPPES SOUTERRAINES DU SUNDGAU

3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité

L'ensemble constitué par le bassin versant de l'Ill est le plus important du Sundgau et draine la quasi-totalité des eaux souterraines de la région. Les prélèvements d'eaux destinés à la consommation humaine permettent de représenter l'importance régionale relative des différents aquifères, soit :

- nappe des cailloutis du Sundgau : 60 %,
- nappe des alluvions de la Doller : 20 %,
- nappe des alluvions de l'Ill et de la Largue : 5 %,
- nappe de la molasse et des calcaires du Tertiaire (Horst de Mulhouse par exemple) : 5 %,
- nappes des calcaires du Jurassique (Jura alsacien) : 10 %.

La nappe souterraine des cailloutis du Sundgau est la plus importante et représente 100 à 130 millions de m³ pour 290 km², sans dépasser une épaisseur de 7-15 m. Elle est alimentée par les eaux de pluie qui s'infiltrent au travers des sols et des formations superficielles limoneuses qui recouvrent le cailloutis. De ce fait, c'est une nappe dite « perchée ». Cette nappe située à profondeur relativement faible (5-7 m à 25-30 m pour les extrêmes), présente ainsi une 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 SE-NW, comme le réseau hydrographique correspondant. De nombreuses sources issues de la base de ce cailloutis tapissent les flancs de vallées. Elles présentent des débits variables (0,5 à 4,0 l/s) et des localisations de sortie qui permettent de renseigner la topographie et les vitesses de circulation de la nappe. Cette vitesse s'établit entre 0,2 et 0,8 m/j.

Dans le Haut Sundgau, le toit de la nappe se trouve entre 3 et 7 m de profondeur au Nord et 15 à 25 m dans le Moyen Sundgau. On ne connaît pas précisément la hauteur de percolation exacte des pluies qui s'infiltrent vers la nappe. On ne peut donc estimer l'abaissement du niveau de nappe que le déficit pluviométrique provoque. Les prélèvements destinés aux usages domestiques, industriels et agricoles peuvent être estimés entre 10 et 25 millions de m³/an, soit entre 10 et 20 % de la ressource.

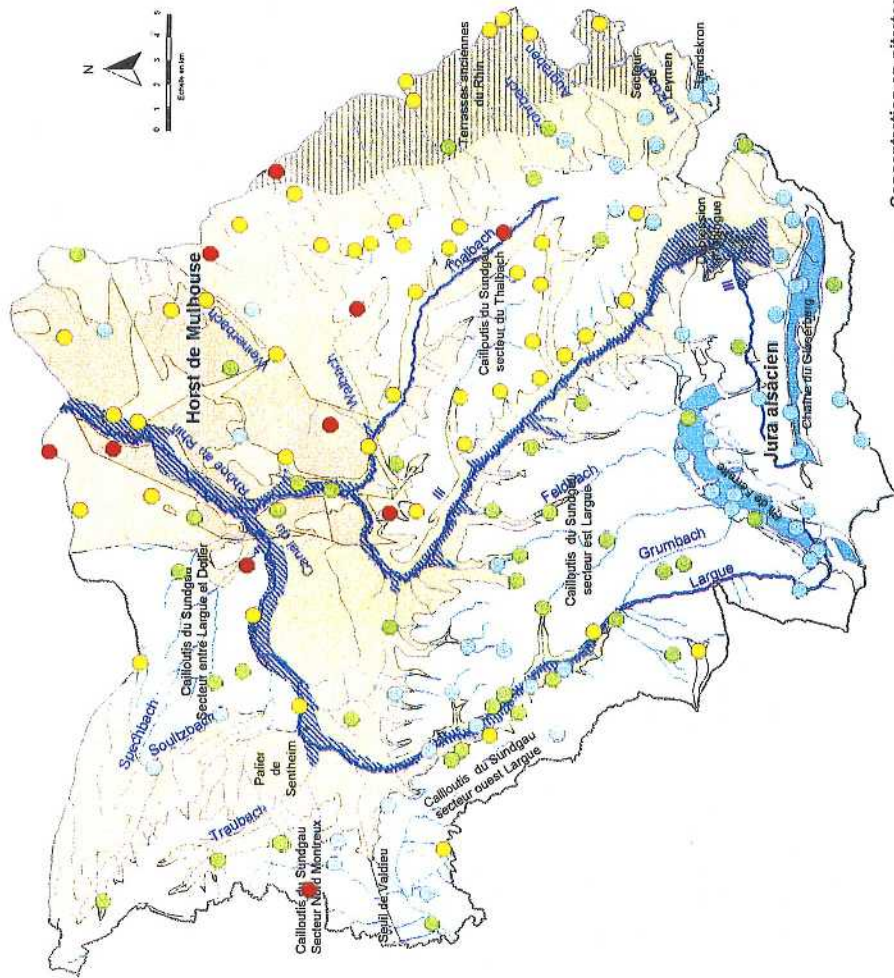
Les échanges nappe-rivières dépendent de la position relative du cours d'eau vis-à-vis de la cote de la nappe. Ainsi, pour le cailloutis du Sundgau, les nappes sont toujours perchées par rapport aux cours d'eau et alimentent ceux-ci en toute période.

Les nappes des alluvions (Doller, Ill, Largue...) ne dépassent pas 5 à 10 m d'épaisseur, sauf exception. Ce sont des nappes liées aux cours d'eau qui sont dites « permanentes ». Leur sens d'écoulement est orienté au NE vers les alluvions du Rhin. Ces réserves d'eau jouent un rôle secondaire et les débits des forages ne dépassent pas 20 m³/h.

Les nappes formées dans la molasse et les calcaires du Tertiaire ainsi que dans les calcaires du Jurassique (Jura alsacien) sont liées à des phénomènes karstiques, formant des cavités hétérogènes. Elles sont toujours situées dans des calcaires fissurés reposant sur un niveau géologique argileux imperméable. Les écoulements peuvent y être rapides atteignant jusqu'à 100 m/h, ceci étant à comparer au moins de 1 m/j de la nappe des cailloutis du Sundgau. Ainsi, du fait de la faible épaisseur des sols sur ces surfaces, les eaux de pluie peuvent donc y parvenir de façon directe et rapide, rendant ces réservoirs très vulnérables. L'épaisseur de ces formations géologiques peut atteindre 100 m et les débits des forages 20 à 80 m³/h. Dans ces cas, la discontinuité des systèmes karstiques ne permet pas de relier de façon simple les zones d'alimentation souterraine et superficielle. Ainsi, ces aquifères peuvent être réalimentés par les eaux de pluie ou des aquifères sus-jacents (par exemple cailloutis du Sundgau, voire alluvions dans certains cas de forage proche ou à leur contact).

Inventaire de la qualité des eaux des aquifères du Sundgau

**Nitrates
1998**



Unités hydrogéologiques

- 173 : Cailloutis du Sundgau
- 597 : Marnes de l'Oligocène - Molasse alsacienne
- Alluvions récentes (III, Lorgue)
- Terrasses anciennes du Rhin
- Calcaires du horst de Mulhouse
- 92 : Calcaires du Jura alsacien
- Grande oolithe
- Marnes jurassiques
- Jurassique supérieur

Conception et réalisation : DIREN - SEMA
Fond hydrologique : © IGN BD Carthage
Fond hydrogéologique : BRGM

Concentration en nitrates (en mg/l)

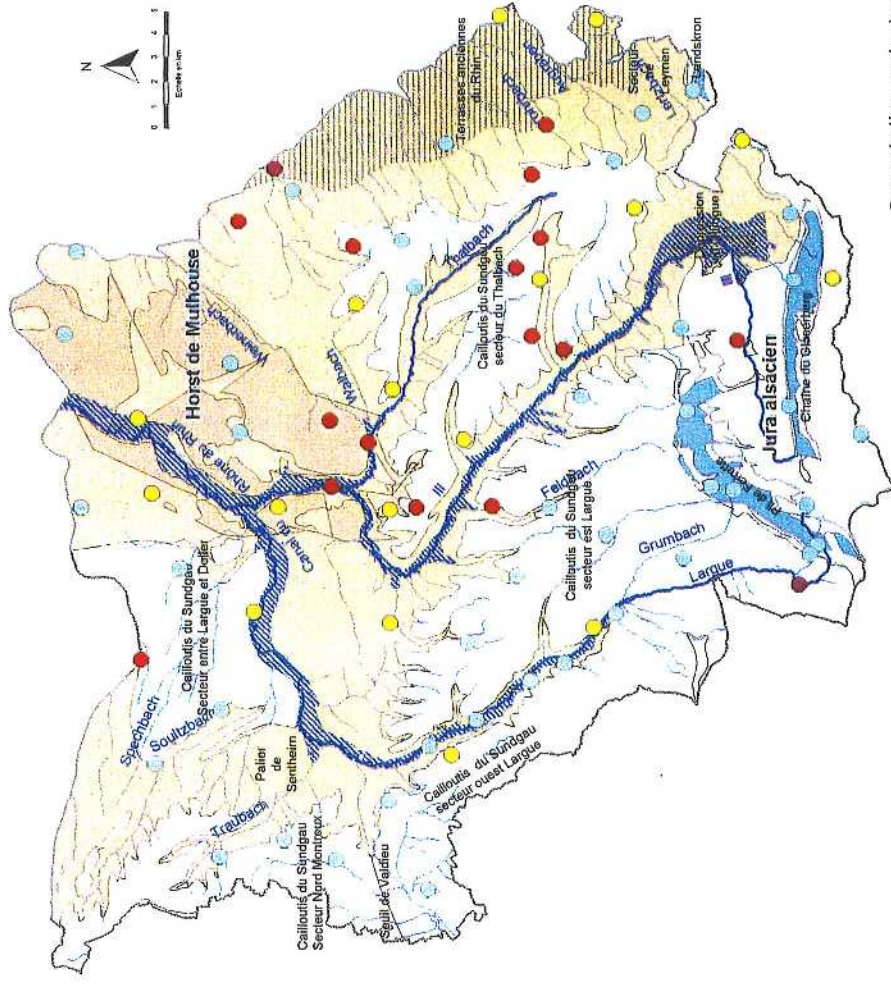
- 0 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- supérieure à 50

Maîtrise d'ouvrage
Région Alsace
Partenaires financiers
Région Alsace
Agence de l'eau Rhin-Meuse
Ministère de l'Environnement

Conducteur de l'opération
Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques
Direction Régionale de l'Environnement

Inventaire de la qualité des eaux des aquifères du Sundgau

**Atrazine
1998**



Unités hydrogéologiques

- 173 : Cailloutis du Sundgau
- 597 : Marnes de l'Oligocène - Molasse alsacienne
- Alluvions récentes (III, Lorgue)
- Terrasses anciennes du Rhin
- Calcaires du horst de Mulhouse
- 92 : Calcaires du Jura alsacien
- Grande oolithe
- Marnes jurassiques
- Jurassique supérieur

Conception et réalisation : DIREN - SEMA
Fond hydrologique : © IGN BD Carthage
Fond hydrogéologique : BRGM

Concentration en atrazine (en µg/l)

- 0 - 0.03
- 0.03 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- supérieure à 0.5

Maîtrise d'ouvrage
Région Alsace
Partenaires financiers
Région Alsace
Agence de l'eau Rhin-Meuse
Ministère de l'Environnement

Conducteur de l'opération
Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques
Direction Régionale de l'Environnement

3.5.2. Qualité des eaux souterraines du Sundgau

D'un point de vue général, l'eau est douce (moins de 15 °F) pour les aquifères des cailloutis et des alluvions, et devient plus dure au contact des milieux calcaires de plaine (15 à 30 °F et plus). Pour les teneurs naturelles en **sulfates** et en **chlorures**, une concentration voisine de 30 à 50 mg/l est observée à hauteur de Mulhouse.

La nappe des cailloutis du Sundgau montre des teneurs en **nitrate**s qui se subdivisent selon 2 zones :

- les cailloutis situés à l'Est de l'III avec des teneurs comprises entre 25 et 40 mg/l ; c'est aussi le cas des aquifères d'alluvions anciennes des rivières,
- les cailloutis situés à l'Ouest de l'III avec des concentrations inférieures à 25 mg/l, voire 10 mg/l à l'Ouest de la Largue.

Pour les nappes situées dans les calcaires du Tertiaire, les teneurs se situent entre 30 et 40 mg/l de nitrates, à l'exception des zones protégées par des couvertures sus-jacentes peu perméables. En revanche, les eaux du calcaire Jurassique (Jura alsacien) présentent toutes des teneurs inférieures à 10 mg/l.

Depuis une trentaine d'années, les teneurs en nitrates ont peu augmenté dans les nappes des calcaires du Jura alsacien et des cailloutis situés à l'Ouest de la Largue. En revanche, de fortes augmentations ont été constatées dans les nappes des calcaires du Tertiaire, des cailloutis entre III et Largue et des alluvions anciennes. En effet, vers 1970, toutes les valeurs étaient inférieures à des valeurs de 10 à 20 mg/l.

Vis-à-vis des **micropolluants**, 20 % des puits mesurés en 1998 pour l'atrazine présentent des concentrations supérieures à la norme de 0,1 µg/l et 2 d'entre elles sont supérieures à 0,5 µg/l. Pour le reste, 20 % des mesures présentent des concentrations comprises entre 0,03 et 0,1 µg/l et 54 % des concentrations inférieures à 0,03 µg/l. Les valeurs les plus élevées sont généralement situées dans les bassins versants du Thalbach et de l'III, ainsi que dans les calcaires du Tertiaire.

En ce qui concerne la simazine, les valeurs mesurées restent inférieures au seuil de 0,1 µg/l. Des composés organochlorés (ex. le lindane) ont été détectés dans la région de Lutran. Enfin, de fortes teneurs en arsenic, d'origine géologique, ont été mesurées de façon ponctuelle dans les eaux des aquifères calcaires du Jura alsacien vers Ferrette.

Source des informations : Inventaire de la qualité des eaux des aquifères du Sundgau en 1998 » Diren-Sema / BRGM, Région Alsace, Agence de l'eau

CHAPITRE 4

OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER

Critères simples à retenir

4.1. LA PRATIQUE DE L'OBSERVATION PEDOLOGIQUE

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

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

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

→ d'abord avec ses sens,

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

→ ensuite avec quelques outils simples,

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

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

4.2. LES CRITERES D'OBSERVATION IMPORTANTS

4.2.1. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation

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

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

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

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

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

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

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

4.2.2. Les cailloux

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

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

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

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

4.2.3. L'hydromorphie (gley et pseudogley)

L'excès d'eau revêt dans le Sundgau une grande importance.

Dans les vallées (Ill, Doller et affluents), il s'agit le plus souvent de sols à couche de gley (ou horizon « réductique »), profond apparaissant à moins de 1,2 m de profondeur (longueur d'une tarière standard).

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

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

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 très représentés dans la région.

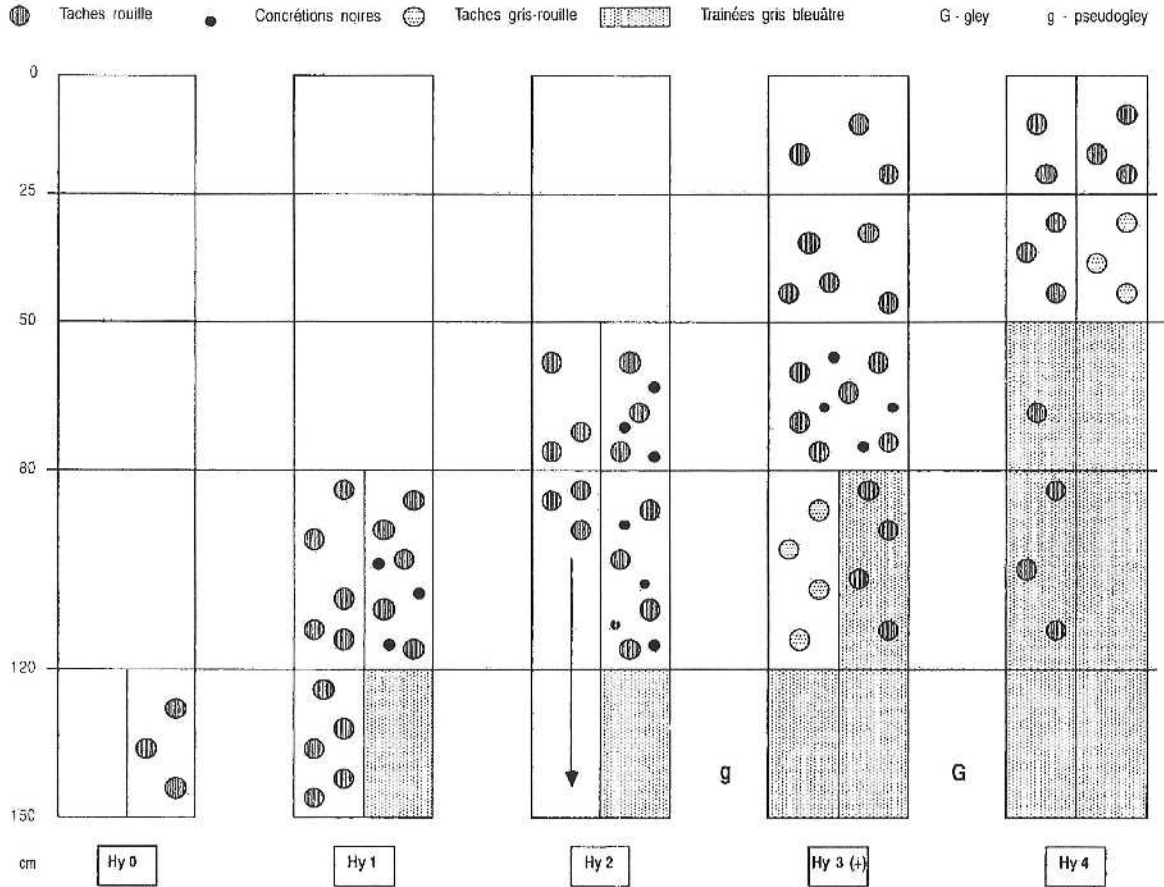
Plus rarement, les 2 types d'hydromorphie peuvent être présents dans le même sol.

Toutes les variantes citées existent dans la région.

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

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

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



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

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

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

EN SURFACE:

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

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

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

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

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

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

ENFIN, EN FOND DE PROFIL, se distingue :

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

ET TOUT EN BAS...

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

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

⇒ **D : matériaux durs, fragmentés puis transportés** mais non consolidés avec une grande abondance d'éléments grossiers (cailloutis alluvial du Rhin, de l'III, 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) ; par exemple horizon CGr ou CGo,

➤ **En présence d'une nappe perchée temporaire se trouvent des horizons rédoxiques de pseudogley, notés g**, caractérisés par une juxtaposition de taches grises et de taches rouille vif ; 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, S₁ S₂ pour désigner deux matériaux superposés d'altération.

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

Exemples IIC₁, IIC₂ pour désigner des matériaux différents (sables en C₁, et cailloutis en C₂).

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

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

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

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

Elle doit comporter pour cela :

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

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

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

Elle comporte alors :

- le taux de matière organique,
- la CEC (ou à défaut, le taux d'argile),
- les teneurs en cations échangeables K, Mg, Ca, Na

- le pH,
- le phosphore,
- des déterminations spécifiques choisies en fonction des cultures prévues : oligo-éléments, calcaire actif, etc...

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.5. LEXIQUE

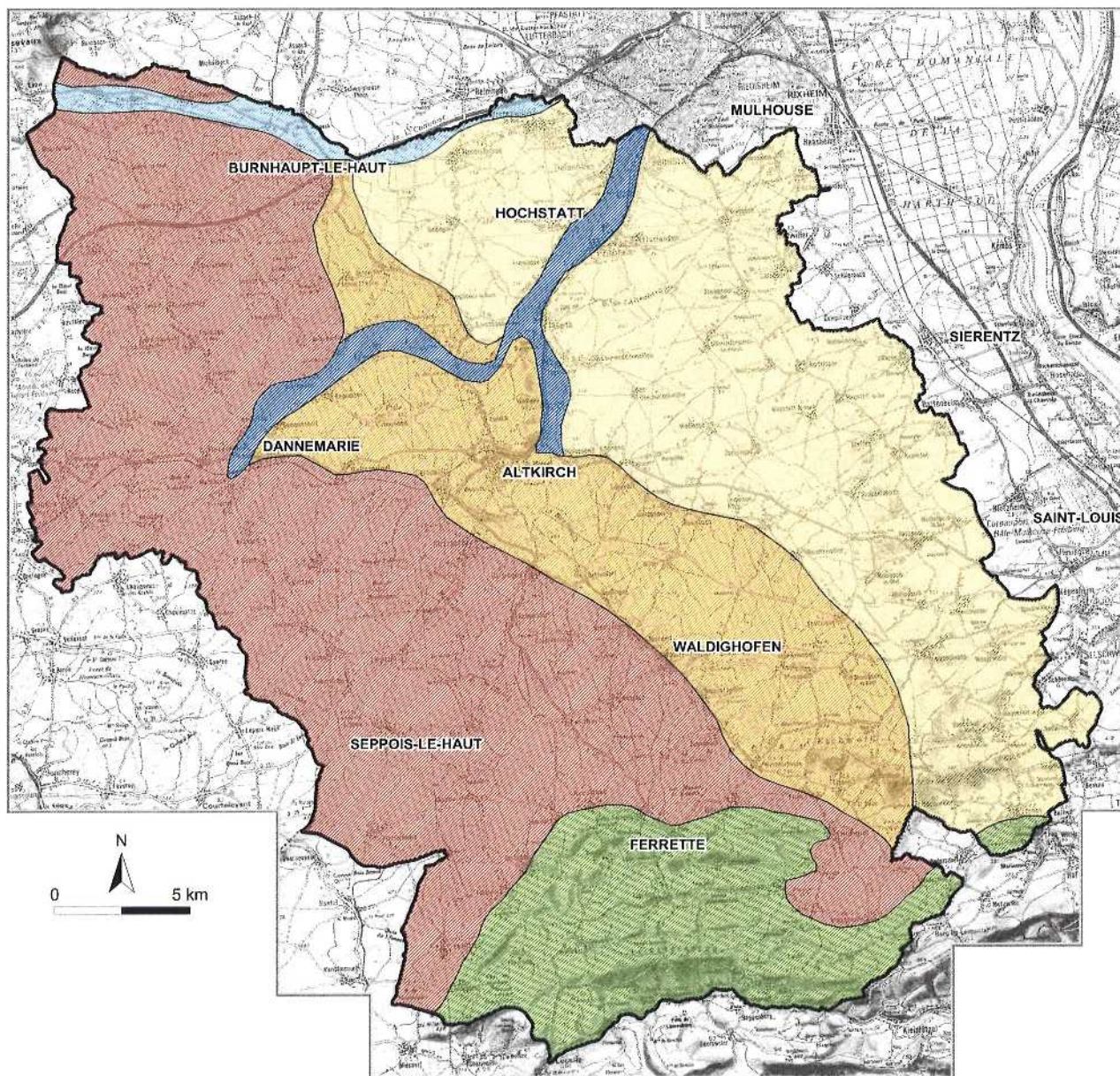
Battance, sol battant	Désagrégation puis tassement de la terre sous l'action de l'eau de pluie ou des irrigations qui, par sédimentation du limon et du sable fin, forment une croûte superficielle et continue à la surface du sol. . Phénomène apparaissant dans les sols riches en limons et pauvres en argiles, en matière organique et en calcium.
Brun, brunification	Processus de base de l'édification des sols conduisant à la formation de complexes stables d'argile et d'humus reliés par des oxydes de fer. Ce processus donne une couleur brune au sol.
Cailloutis (du Sundgau)	Formation alluviale ancienne formée de sables et de galets de nature siliceuse principalement issus des Alpes, mais aussi des Vosges au Nord d'une ligne Dannemarie-Altkirch. Déposée sur la molasse alsacienne imperméable, elle constitue le principal aquifère des collines du Sundgau. Ce cailloutis est masqué par 10 à 25 m de limons et n'apparaît que sporadiquement en surface à la faveur de ruptures de pente accusées.
Capacité au champ	Capacité de rétention d'eau pour un sol en place, bien réhumecté puis ressuyé ; c'est la plus forte humidité du sol pour laquelle les transferts d'eau sont lents après que l'eau excédentaire se soit écoulée par gravité (drainage naturel). La capacité au champ correspond à la quantité maximale d'eau mise en réserve par le sol. Celle-ci varie avec la texture et la porosité du sol.
Capacité d'échange cationique (CEC ou T)	Quantité maximale d'éléments chimiques (cations échangeables) qu'un sol peut retenir sur son complexe argilo-humique. Elle est exprimée en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche de sol.
Complexe argilo-humique (ou adsorbant)	Ensemble formé par les particules d'argiles et d'humus fortement liées entre elles par des oxydes de fer. Il conditionne la CEC.
Cône alluvial (Cône de déjection)	Partie aval des dépôts d'un torrent ou d'une rivière de montagne où se sont étalés les matériaux transportés.
CPCS	Système français de classification des sols élaboré en 1967 par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols. Il est depuis 1992-1995 remplacé par le Référentiel Pédologique (RP) dont l'élaboration a débuté en 1986.
Densité apparente (Da)	Rapport du poids au volume d'un sol sec non perturbé. Elle est mesurée sur l'ensemble de la fraction solide et des pores.
Désagrégation	Processus de fragmentation du sol affectant la structure du sol depuis les interactions entre particules d'argile jusqu'aux mottes de terre. Principaux mécanismes : dispersion physico-chimique, éclatement par piégeage d'air, fissuration par gonflement et retrait des argiles, impact mécanique des gouttes d'eau.
Drainage interne	Possibilité d'infiltration de l'eau en excès au travers des pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Erosion	Processus de détachement et de transport de matières solides. Il se traduit par un bilan d'exportation de matière par unité de surface. érosion diffuse (ou en nappe) : transport des particules au sein d'une lame d'eau répartie de façon quasi-uniforme à la surface du sol érosion concentrée : transport de particules de façon localisée dans des rigoles, des chenaux ou des ravines

ETM (Evapotranspiration maximale)	Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.
ETP (Evapotranspiration potentielle)	Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.
ETR (Evapotranspiration réelle)	Evaporation d'un couvert végétal composée pour une part de l'évaporation directe de l'eau du sol et pour une large part de transpiration végétale. Elle dépend de facteurs physiques du milieu (déficit climatique, vent...) et du couvert végétal dont les besoins en eau peuvent ne pas être satisfaits en totalité. Elle est exprimée en mm de hauteur d'eau. Elle est encore appelée évaporation réelle (pour un sol nu en condition d'humidité moyenne, on considère que $ETR = ETM = 0,5 ETP$).
Formation superficielle	Couverture géologique meuble, formée de matériaux alluviaux ou éoliens ou résultant de l'altération des roches massives et plus ou moins transportés.
Gley (Gr) (horizon réductique)	Horizon hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe permanente.
Gley minéral	Gley, de teinte gris-bleu, lié à une nappe à fortes oscillations, sans accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley organique	Gley de teinte noire lié à une nappe à faibles oscillations conduisant à une accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley oxydé (Go)	Gley de teinte gris-bleu avec temporairement des tâches rouille (zone de battement de la nappe)
Graben	Compartiment géologique abaissé entre 2 ou plusieurs failles.
Horizon	Couche de sol plus ou moins parallèle à la surface du sol, différenciée selon l'évolution du sol : couleur, texture, effervescence etc... et/ou selon la nature des dépôts géologiques
Humidité volumique à la capacité au champ	Humidité pondérale mesurée à la capacité au champ, multipliée par la densité apparente du sol. Notée V_m dans le modèle de lessivage des nitrates de Burns, elle est aussi parfois notée H_v .
Humus	Ensemble des composés organiques stables du sol issus de la transformation de la matière organique fraîche (litières et résidus de cultures).
Horst	Compartiment géologique soulevé entre 2 ou plusieurs failles.
Hydromorphie	Résultat de la saturation temporaire ou permanente de la porosité du sol par une eau peu renouvelée et donc peu ou pas oxygénée
Indice de battance (I_B)	Indice destiné à apprécier le risque de battance des sols. Il est calculé par une formule où intervient le rapport des teneurs en limons fins et grossiers sur les teneurs en argile et en matière organique (en pour mille)
Indice de pouvoir chlorosant (IPC)	Indice destiné à apprécier le risque de chlorose ferrique pour la vigne et les arbres fruitiers. Il est calculé par une formule où intervient le rapport entre le calcaire actif (en %) et le fer extractible (en ppm).
Infiltrabilité (capacité d'infiltration)	Quantité maximale d'eau pouvant s'infiltrer dans un sol par unité de temps sous des conditions précises (notamment conditions d'humectation). Elle dépend des constituants du sol et de l'arrangement de sa porosité. Elle varie dans le temps en fonction de l'état de saturation en eau du sol.







Lehm	Limons fins issus des loess et décarbonatés sur 1,5 m au moins.
Lehm-loess	Limons fins issus des loess et décarbonatés sur moins de 1 mètre.
Lessivé, lessivage	Entraînement mécanique des argiles et du fer par les eaux de gravité le plus souvent verticalement depuis les horizons supérieurs vers les horizons profonds du sol et parfois latéralement d'amont en aval d'un versant.
Limons de débordement	Limons fins des berges de rivières issus d'inondations lentes en plaine (décarbonatés sur 1,5 à 2 m au moins dans le cas de l'III).
Limons remaniés	Concerne des dépôts loessiques mélangés à des alluvions à proximité d'un cône alluvial, avec enfouissement parfois profond de loess auparavant affleurant.
Lixiviation	Entraînement en profondeur des sels solubles dans l'eau du sol (nitrates, bicarbonates, sulfates, chlorures, ...). Elle conduit à l'exportation de ces éléments du sol vers une nappe d'eau souterraine. Improprement appelée lessivage.
Loess (et levées loessiques)	Limons fins calcaires apportés par le vent et déposés sans stratification entre collines et plaine alluviale en Alsace.
Marne	Roche sédimentaire composite argilo-carbonatée, meuble et plastique.
Matrice	Fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille inférieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules fines que l'on ne distingue pas à l'oeil nu (< 0,2 mm, soit argiles + limons + sables fins).
Molasse (alsacienne)	Roche sédimentaire composite argileuse, carbonatée à l'origine mais souvent décarbonatée à l'affleurement, plastique et imperméable.
Nappe perchée (et temporaire)	Nappe superficielle d'origine pluviale formée au-dessus d'un horizon quasi-imperméable. Elle est présente dans les sols lessivés à pseudogley (aussi dénommés luvisols-rédoxisols).
Nappe permanente	Nappe phréatique profonde d'origine alluviale. Elle est souvent présente dans les sols à gley (aussi dénommés réductisols).
Perméabilité	Capacité d'un sol à laisser plus ou moins facilement s'écouler l'eau dans les pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Point de flétrissement permanent	Quantité d'eau retenue par le sol au moment où la plante n'arrive plus à l'extraire et commence à se flétrir. Le point de flétrissement est défini comme la teneur en eau à pF 4,2 (16 atmosphères = équivalent de la force de succion des racines), cette teneur varie avec la texture du sol.
Porosité	Volume des vides du sol (s'exprime en % du volume total).
Pouvoir épurateur	Capacité du sol à retenir et/ou recycler les matières organiques et les éléments minéraux apportés par des déchets, sans transfert de pollution vers les eaux ou les cultures.
Pouvoir fixateur	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).
Pseudogley (g) (horizon rédoxique)	Horizon de sol hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe temporaire reposant sur un horizon quasi-imperméable.
Réduit/oxydé	Etats du fer. En conditions anaérobies, dans les sols à nappe permanente (gley), le fer est réduit et prend une couleur gris-bleuté. En conditions aérobies partielles, dans les sols à nappe temporaire (pseudogley), il est oxydé et de couleur rouille.


Référentiel pédologique	C'est une typologie qui fait le point sur tout ce que l'on sait à ce jour sur les sols du monde (domaine tropical excepté). Il remplace désormais la classification des sols de 1967 (dite CPCS)
Remanié	Se dit d'un dépôt repris et transporté par le ruissellement. S'applique en particulier aux matériaux limoneux éoliens mélangés à des alluvions de rivières vosgiennes.
Rendzine	Sol calcaire, peu profond, à pH supérieur ou égal à 8, riche en matière organique et en carbonates. Des cailloux calcaires sont généralement présents dans tous les horizons.
Réserve Utile en eau (RU)	Part accessible aux plantes du volume de porosité pouvant contenir durablement de l'eau. C'est une caractéristique relativement permanente d'un horizon ou d'un type de sol. Elle est exprimée sous forme d'une lame d'eau indépendante de la surface considérée (en mm d'eau). Teneur en eau comprise entre les valeurs de la capacité au champ et du point de flétrissement.
Rétrogradation	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).
Riss	Avant-dernière glaciation de l'ère Quaternaire (-20 000 à -300 000 ans) ayant eu une influence importante sur les formations superficielles et les sols. C'est en particulier à cette époque qu'ont eu lieu des dépôts éoliens massifs des matériaux limoneux les plus anciens du Sundgau, soit les lehms actuels.
Ruissellement	Ruissellement de surface : écoulement de l'eau à la surface du sol sous l'effet de la pente. Ruissellement hypodermique : écoulement rapide de l'eau du sol à faible profondeur (20 à 60 cm) sur un horizon plus ou moins imperméable, tel une semelle de labour.
Saturation en eau	Correspond à une occupation par l'eau de tous les vides disponibles du sol. C'est le cas dans une nappe.
Saturation du complexe adsorbant (Saturé, désaturé)	Rapport entre la somme des cations échangeables effectivement présents sur le complexe adsorbant (S) et la capacité d'échange cationique (T). Si $S/T = 1$, le complexe est saturé ou à saturation (surtout lié à la présence de calcium), s'il est < 1 , il est désaturé.
Squelette	En classification analytique (=notation des analyses granulométriques) il correspond à la fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille supérieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules grossières du sol dont on distingue les composants à l'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.

Carton géomorphologique des paysages de la petite région naturelle " Sundgau et Jura alsacien "



unités géomorphologiques

- | | |
|---|---|
|  collines du Bas-Sundgau |  Jura alsacien |
|  collines du Moyen-Sundgau |  vallées de l'Ill, de la Largue et du Thalbach |
|  collines du Haut-Sundgau |  vallée de la Doller |

 limite du guide des sols



CHAPITRE 5

LES TYPES DE SOLS DU SUNDGAU ET DU JURA ALSACIEN

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

Le système proposé repose sur trois entrées possibles :

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

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

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

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

5.1. LA CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS

Région naturelle 11 Sundgau **CLE D'IDENTIFICATION et de LOCALISATION DES UNITES DE SOLS**

Effervescence à l'acide en surface	PETITE REGION	Forme générale du paysage	Type de relief	Position topo Humidité	Occupation du sol Texture de surface Pente	Particularité Couleur surface, CaCO3 prof. ou Cx.	FICHE n°		
oui CALCAIRE	Jura Alsacien <i>voir schéma p.111 avant fiches 17 à 20</i>	Reliefs sommitaux abrupts et affleurements rocheux boisés	COLLINE	Haut de versant	Croupe sommitale boisée	-	17		
					1/3 supérieur du versant agricole	-	18		
			VALLON	Bas de versant	-	-	19		
					Humide	-	-	(19 var.)	
			VALLON	Sec	-	-	20		
			Bas Sundgau <i>voir schéma p.47 avant fiches 1 à 6</i>	Collines de limons "molles" Absence d'affleurements rocheux	COLLINE	Haut de versant	Labouré, pente faible, limoneux	Couleur claire	1
								Couleur + foncée	2
					VALLON	Bas de versant	Herbager, pente forte, argileux	Calcaire	5
								Faiblement à non calcaire	6
VALLON	Sec	-			-	3			
		Humide			-	-	4		

Effervescence à l'acide en surface	PETITE REGION	Forme générale du paysage	Type de relief	Position topo Humidité	Occupation du sol Texture de surface Pente	Particularité Couleur surface, CaCO3 prof. ou Cx	FICHE n°		
non PAS CALCAIRE	III et Largue <i>voir schéma p.129 avant fiches 21 à 24</i>	Limoneuses ou argileuses	Vallées larges (aval Dannemarie-Altkirch)	Sec	Cultivé (maïs), limoneux	CaCO3 > 0,5 m	23		
				Humide	Cultivé (50 % maïs), argileux	CaCO3 -> 0,5 m	21		
			Vallées étroites (amont...)	Humide	-	Non calcaire	22		
				Humide	-	Non calcaire	24		
			Proximité des collines	Sec	Cultivé (avec maïs irrigué), SCx	Nbx galets en surface	25		
				Proximité de la rivière	Cuvettes humides	Plutôt herbager et boisé, Sa	Galets < 1 m	26	
			Parties planes, berges		Plutôt cultivé en maïs, LSA	Galets > 1 m	27		
			Moyen Sundgau <i>voir schéma p.147 avant fiches 25 à 27</i>	Epanchages caillouteux	Vallonements Peu d'étangs	COLLINE	Pente faible et régulière	CaCO3 < 1 m	7
							Pente forte et rupture de pente	CaCO3 >> 1 m	8
					Bas de versant	-	-	10	
	VALLON	Humide				-	-	11	
	Collines de limons "aplanies" mixtes bois, étangs, cultures	Haut de versant			COLLINE	Pente faible et régulière	Pas de "pbs de chasse"	12	
						Pente forte et rupture de pente	Abondants "pbs de chasse"	13	
						-	Pas de Cx	14	
	Haut Sundgau <i>voir schéma p.91 avant fiches 12 à 16</i>	Plateaux nbx étangs			COLLINE	Pente forte et rupture de pente	Cx siliceux	15	
			Bas de versant	-		-	(int. 13/16)		
VALLON	Humide	-	-	16					

5.2. LES FICHES DE SOLS

Deux ensembles de fiches ont été constitués : le premier comporte les fiches spécifiques à la région d'étude, en tout 21 fiches détaillées et 3 fiches simplifiées. Le second comporte des fiches simplifiées marginales pour la région d'étude, soit 3 fiches, qui seront détaillées ultérieurement dans d'autres guides.

Chaque fiche détaillée se présente en 4 pages :

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

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

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

Les fiches simplifiées comportent 2 pages :

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

Comment lire les fiches de sols ?

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

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

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

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

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

Liste des 21 fiches détaillées et des 3 fiches simplifiées (sols caractéristiques du Sundgau et du Jura alsacien)

- Collines loessiques du Bas Sundgau (6 fiches),

<u>Fiche n° 1</u>	Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques	p.49
<u>Fiche n° 2</u>	Limon, calcaire, profond, des collines loessiques	p.53
<u>Fiche n° 3</u>	Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques	p.57
<u>Fiche n° 4</u>	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons humides des collines loessiques	p.61
<u>Fiche n° 5</u> (simplifiée)	Limon argilo-sableux, sur argile, calcaire, hydromorphe, des versants argileux	p.65
<u>Fiche n° 6</u> (simplifiée)	Limon argilo-sableux, sur argile, décarbonaté, hydromorphe, des versants argileux	p.67

- Collines de lehm-loess du Moyen Sundgau (5 fiches),

<u>Fiche n° 7</u>	Limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	p.71
<u>Fiche n° 8</u>	Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond des collines de lehm-loess	p.75
<u>Fiche n° 9</u>	Limon à limon argileux, décarbonaté, sur cailloutis des collines de lehm-loess	p.79
<u>Fiche n° 10</u>	Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe, de bas de versants des collines de lehm-loess	p.83
<u>Fiche n° 11</u>	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons des collines de lehm-loess	p.87

- Collines de lehm du Haut Sundgau (5 fiches),

<u>Fiche n° 12</u>	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, profond, des collines de lehm	p.93
<u>Fiche n° 13</u>	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, des collines de lehm	p.97
<u>Fiche n° 14</u>	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, profond, des collines de lehm	p.101
<u>Fiche n° 15</u> (simplifiée)	Limon à limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis	p.105
<u>Fiche n° 16</u>	Limon sur limon argileux, acide, hydromorphe, des vallons des collines de lehm	p.107

- Collines marno-calcaires du Jura alsacien (4 fiches),

<u>Fiche n° 17</u>	Argile limono-sableuse sur calcaire peu profond des buttes calcaires	p.113
<u>Fiche n° 18</u>	Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires	p.117
<u>Fiche n° 19</u>	Limon argileux sur argile limoneuse puis argile, des bas de versants calcaires	p.121
<u>Fiche n° 20</u>	Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse caillouteuse, des vallons calcaires	p.125

- Alluvions limoneuses et argileuses de l'Ill et de la Largue (4 fiches),

<u>Fiche n° 21</u>	Limon argileux sur argile limoneuse, calcaire, hydromorphe, profond, des vallées larges	p.131
<u>Fiche n° 22</u>	Limon argileux sur argile limoneuse, hydromorphe, profond, des vallées larges	p.135
<u>Fiche n° 23</u>	Limon argileux, calcaire, profond, des marges des vallées	p.139
<u>Fiche n° 24</u>	Limon argileux, profond, hydromorphe, des vallées	p.143

Liste des 3 fiches simplifiées (sols plus spécifiques de petite région Piémont Haut- Rhinois et Ochsenfeld)

- Alluvions limoneuses et sablo-caillouteuses de la Doller (3 fiches simplifiées),

Fiche n° 25 (simplifiée)	Limon sablo-argileux, acide, sur cailloutis sablo-argileux peu profond	p.149
Fiche n° 26 (simplifiée)	Limon sablo-argileux, acide, profond, sur cailloutis sablo-argileux	p.151
Fiche n° 27 (simplifiée)	Sable limono-argileux, caillouteux, acide, hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux	p.153

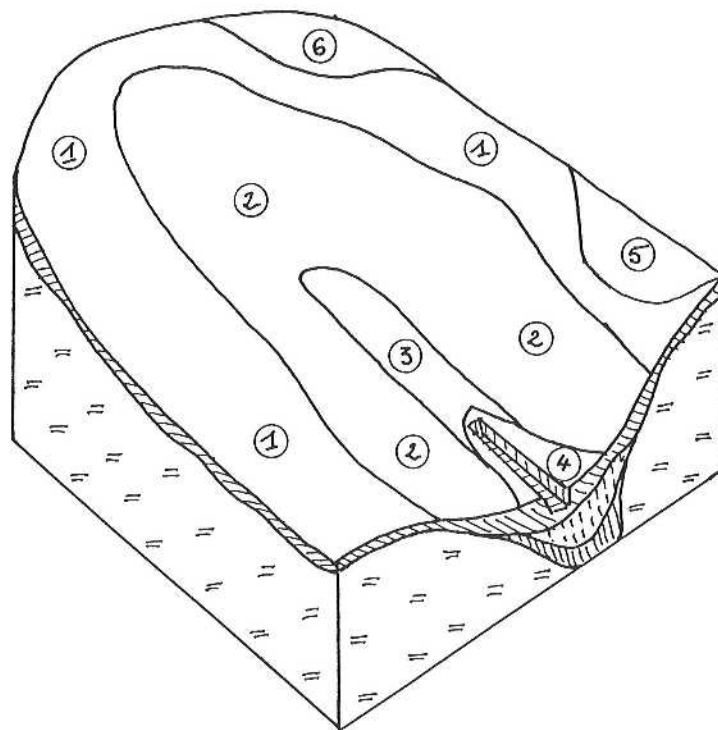
5.3. LE ZONAGE AGRO-PEDOLOGIQUE

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

Types de paysages Guide 11	Unités cartographiques		Unités de sols (US)		Fiche	US/UC
	N°	Paysage	N°	Description simplifiée	N°	%
1 - Collines de loess du Bas Sundgau	1	Sommets et versants	1	Limon, calcaire, érodé des collines loessiques	1	30
			2	Limon, calcaire, profond des collines loessiques	2	70
	2	Versants avec cailloux calcaires	2A	Limon, calcaire, des vallons loessiques, à cailloux calcaires en profondeur (> 100 cm)	variante 2	100
	3	Bas de pentes, secs	3	Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques	3	100
	4	Fonds de vallons, humides	4	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons humides des collines loessiques	4	100
	5	Hauts de versants	5	Limon argilo-sableux sur argile, calcaire, hydromorphe, des versants argileux	5	90
6	Limon argilo-sableux sur argile, décarbonaté, hydromorphe des versants argileux		6	10		
2 - Collines de lehm-loess du Moyen Sundgau	6	Sommets et hauts de versants	7	Limon argileux, décarbonaté, profond des collines de lehm-loess	7	100
	7	Versants à pente faible (< 5 %)	8	Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	8	70
			8A	Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond, hydromorphe, des collines de lehm-loess	variante 8	30
	8	Ruptures de pente en bordure des versants	9	Limon à limon argileux, décarbonaté, sur cailloutis des collines de lehm-loess	9	100
	9	Bas de versants	10	Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe, de bas de versants des collines de lehm-loess	10	100
	10	Fonds de vallons, humides	11	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons des collines de lehm-loess	11	100
3 - Collines de lehm du Haut Sundgau	11	Versants à pentes faibles (< 5 %)	12	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, profond, des collines de lehm	12	70
			12A	Limon sur limon argileux, acide, profond, des collines de lehm	variante 12	30
	12	Replats des hauts de collines à pentes faibles (< 5 %)	13	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, des collines de lehm	13	50
			13A	Limon sur limon argileux, acide, des collines de lehm	variante 13	30
			14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, profond, des collines de lehm	14	10
			14A	Argile limoneuse, acide, hydromorphe, des collines de lehm	variante 14	10
	13	Ruptures de pente en bordure des versants	15	Limon à limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis	15	100
14	Fonds de vallons, humides	16	Limon sur limon argileux, acide, hydromorphe, des vallons des collines de lehm	16	100	
4 - Collines marno- calcaires du Jura alsacien	15	Hauts de versants et sommets de buttes	17	Argile limono-sableuse sur calcaire peu profond des buttes calcaires	17	100
	16	Tiers supérieur des versants	18	Argile limono-sableuse, caillouteuse sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires	18	100
	17	Bas de versants et fonds de vallons	19	Limon argileux sur argile limoneuse puis argile, des bas de versants calcaires	19	100
	18	Fonds de vallons, secs	20	Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse caillouteuse, des vallons calcaires	20	100
5 - Vallées d'alluvions limoneuses et argileuses de l'Ill et de la Largue Vallées larges en aval d'Altkirch et de Dannemarie	19	Vallées d'alluvions récentes calcaires limoneuses et argileuses	21	Limon argileux sur argile limoneuse, calcaire, hydromorphe, profond des vallées larges	21	100
	20	Vallées d'alluvions récentes décar- bonatées limoneuses et argileuses	22	Limon argileux sur argile limoneuse, hydromorphe, profond, des vallées larges	22	100
	21	Vallées d'alluvions anciennes décarbonatées, limoneuses	22A	Sol limono-argileux à argileux, décarbonaté, profond (> 100 cm), hydromorphe	variante 22	100
	22	Marges des vallées d'alluvions- colluvions calcaires, limoneuses	23	Limon argileux, calcaire, profond, des marges des vallées	23	100
Vallées étroites en amont d'Altkirch et de Dannemarie	23	Fonds de vallons sains	23A	Limon argileux à argile limoneuse, calcaire, profond, des vallées	variante 23	100
	24	Fonds de vallons humides	24	Limon argileux, profond, hydromorphe, des vallées	24	100
6 - Vallées d'alluvions limoneuses et sablo- caillouteuses de la Doller	25	Vallées d'alluvions anciennes acides, sableuses	25	Limon sablo-argileux, acide, sur cailloutis sablo-argileux peu profond	25	100
	26	Vallées d'alluvions récentes acides, sablo-caillouteuses	26	Limon sablo-argileux, acide, profond, sur cailloutis sablo-argileux	26	40
			27	Sable limono-argileux, caillouteux, acide, hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux	27	60

LES FICHES DE SOLS

REPARTITION SCHEMATIQUE DES FICHES DE SOLS 1 A 6 DANS LE BAS-SUNDGAU



Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques

1

Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 50-60 cm, puis très limoneux jaunâtre en profondeur au-delà de 120 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.0

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

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est du Sundgau (Bas Sundgau). Il correspond à des dépôts loessiques de plusieurs mètres d'épaisseur. Ces levées loessiques ont été constituées par des apports éoliens d'âge Würm qui sont venus recouvrir différents matériaux, notamment des calcaires et des marnes, mais aussi des matériaux alluviaux grossiers. Situés dans la moitié supérieure des collines, ces sols présentent une tendance à l'érosion en nappe (entraînement de particules solides, faible mais continu sur toute la surface du sol dès que l'eau y ruisselle). Ceci se manifeste par des limons "blanchis" en surface qui traduisent une perte de matière organique par érosion progressive de l'horizon travaillé.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs, secondairement céréales à paille ou betteraves

Etendue estimée : 5 à 10 %



Le faible taux de matière organique de la partie supérieure des pentes révèle la présence de ces sols

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines loessiques
du Bas Sundgau

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige blanchi de la terre de surface, battance, pas de cailloux

- Position topographique :

Moitié supérieure des collines

au toucher (surface) :



- Texture limoneuse au toucher farineux sur tout le profil

- Matériau :

Matériau limoneux calcaire,
beige à jaunâtre en profondeur

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°

1

Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques

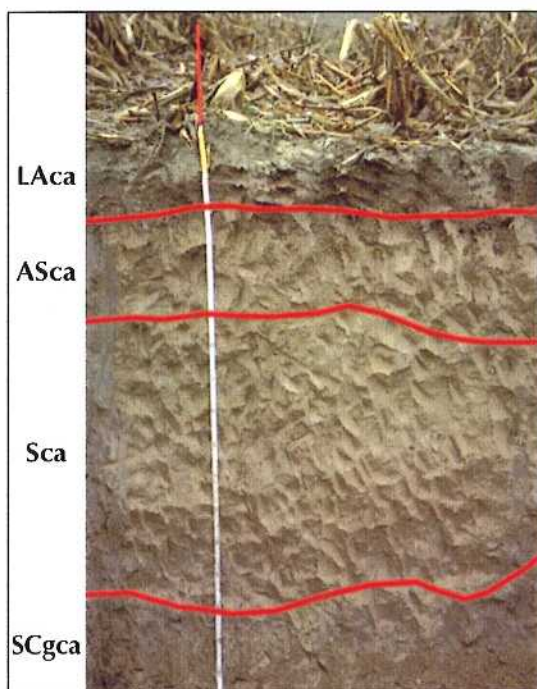
Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 50-60 cm, puis très limoneux jaunâtre en profondeur au-delà de 120 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1992 - Parcelle en maïs

Steinbrunn : X = 975,5 - Y = 2308,9

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-20 cm) - Limon, beige (10 YR 54), calcaire, structure polyédrique (2 mm), peu compact. Nombreuses racines.

Horizon ASca (20-50 cm) - Limon, beige jaunâtre (2,5 Y 56), calcaire, structure polyédrique (20 mm), peu compact. Nombreuses racines.

Horizon Sca (50-120 cm) - Limon, jaunâtre (2,5 Y 66), calcaire, structure polyédrique (50 mm) peu compact. Racines peu nombreuses.

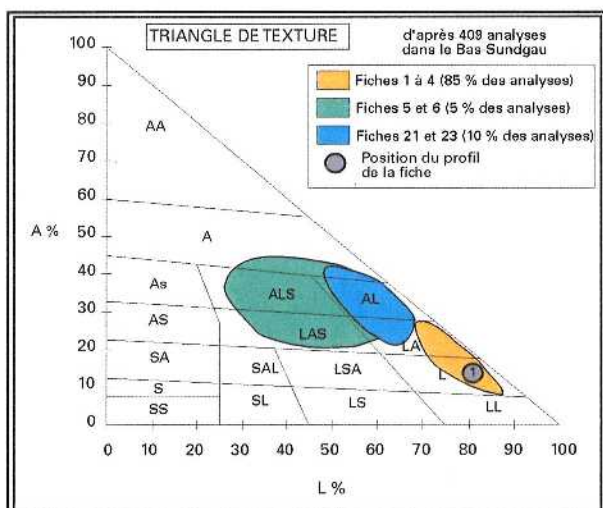
Horizon SCgca (120-200 cm) - Limon, jaunâtre (2,5 Y 54), calcaire, structure polyédrique (50 mm), peu compact. Racines très peu nombreuses. Quelques taches gris-rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20 cm	LAca	1,4	2,7	48,0	31,6	14,9	1,3
20-50 cm	ASca	1,7	2,7	51,7	34,3	9,3	0,3
50-120 cm	Sca	0,9	3,9	52,3	34,0	8,6	0,2
120-200 cm	SCgca	0,4	1,8	54,1	35,3	8,2	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy, JH ppm	P205 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					ST en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,8	18,9	-	275	62	8,3	7,5	38,4	0,69	0,38	0,03	6,9	sat
5,5	28,4	-	10	-	8,5	7,8	38,6	0,69	0,13	0,03	4,9	sat
4,5	27,1	-	10	-	8,6	7,8	38,5	0,79	0,09	0,03	5,2	sat
5,0	33,1	-	10	-	8,6	7,9	38,6	0,79	0,09	0,03	4,4	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Bas-Sundgau

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°

1

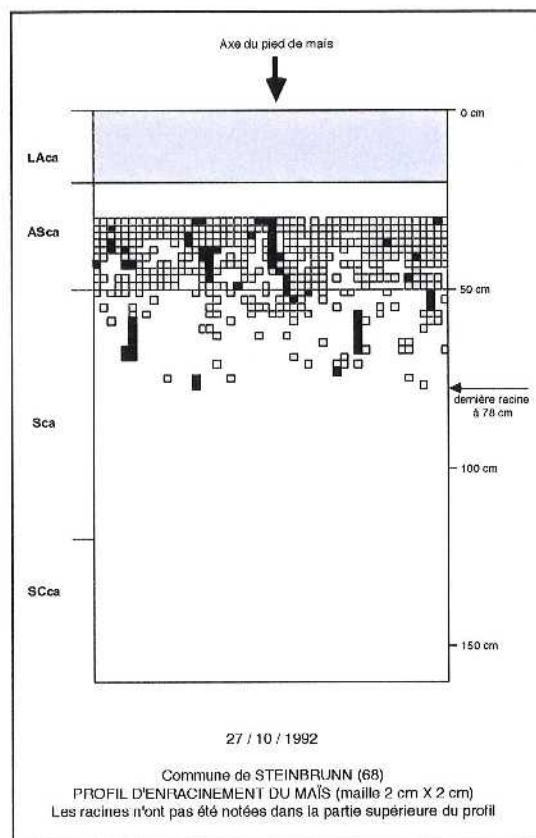
Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques

Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 50-60 cm, puis très limoneux jaunâtre en profondeur au-delà de 120 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement parfois limité au delà de 50-60 cm de profondeur du fait de la présence de tassements d'origine anthropique



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus), mais enracinement parfois limité par des tassements à 50-60 cm
- Superposition des textures : limon sur tout le profil (environ 10 à 15 % d'argile), éventuellement limon sableux (moins de 10 % d'argile) au delà de 1 m
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (au niveau de Sca)
- Réserve utile de 140 à 180 mm pour un enracinement de 80 à 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 15 à 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau (pas d'hydromorphie)
- Sols à réserve utile légèrement déficiente du fait d'un taux de matière organique assez bas (1,0 à 1,5 %)
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Profondeur importante, substrat perméable, ressuyage et réchauffement rapides, mais forte sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé (zones de départ)
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°

1

Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques

Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 50-60 cm, puis très limoneux jaunâtre en profondeur au-delà de 120 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevé nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

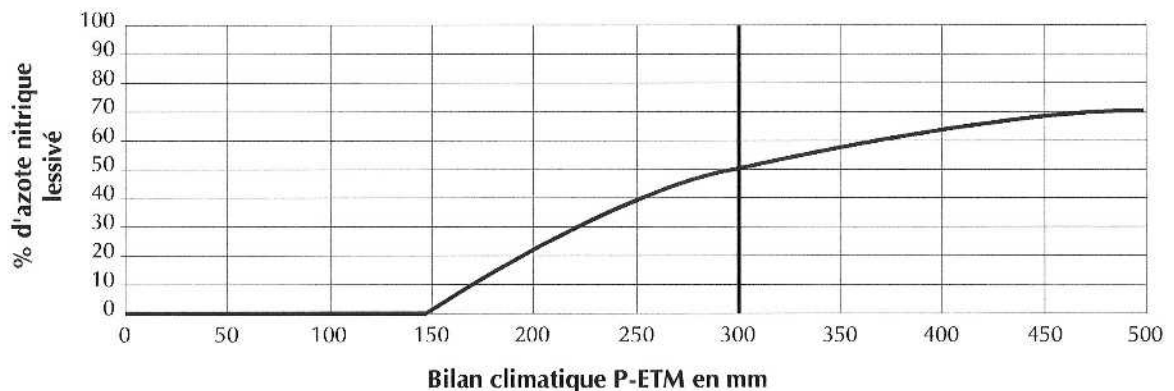
Fertilisation et entretien calcique

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

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM=300mm)

Lessivage hivernal des nitrates



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

Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Contrainte liée au risque potentiel d'érosion
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
Limon, calcaire, profond, des collines loessiques

2

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

Typologie des sols d'Alsace : code 21.1

Classification CPCs : Sol brun calcaire sur loess- Classification RP : Calcisol issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est du Sundgau (Bas Sundgau). Ce sol se situe sur l'ensemble du versant depuis le haut jusqu'à l'amorce du tiers inférieur. Il correspond à des dépôts loessiques de plusieurs mètres d'épaisseur. Ces levées loessiques ont été constituées par des apports éoliens d'âge Würm qui sont venus recouvrir différents matériaux, notamment des calcaires et des marnes, mais aussi des matériaux alluviaux grossiers. Contrairement au précédent, ce type de sol ne présente pas de tendance à l'érosion et le taux de matière organique est conservé par des apports réguliers.

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

Etendue estimée : 10 à 15 %



La baisse du taux de matière organique peut engendrer des tassements de surface importants à l'origine de ruissellements importants sur les parcelles

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines loessiques du Bas Sundgau

- Position topographique :

Position de versant du haut au tiers inférieur

- Matériau :

Matériau limoneux calcaire, beige à jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre de surface, battance

au toucher (surface) :



- Texture limoneuse au toucher farineux

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°

2

Limon, calcaire, profond, des collines loessiques

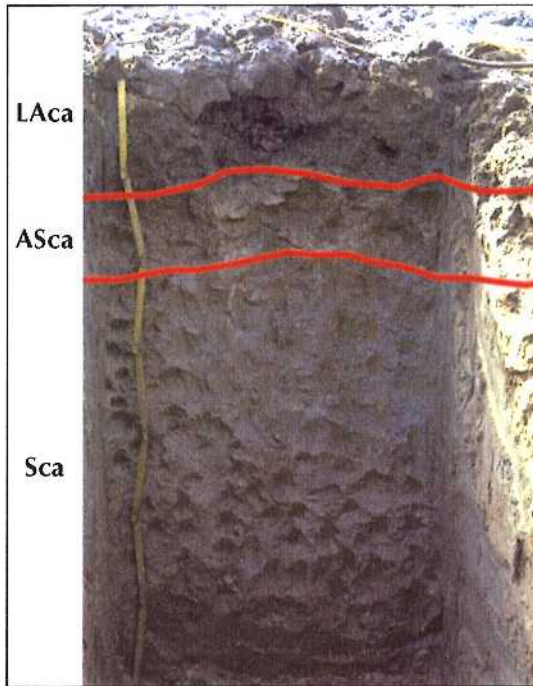
Sol limoneux, brun, calcaire, devenant beige jaunâtre à 40 cm, puis très limoneux jaunâtre clair en profondeur au-delà de 100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Parcelle en maïs

Koetzingue : X = 980,2 - Y = 2306,5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-25 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (20 mm) peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon ASca (25-40 cm) - Limon, beige clair (10 YR 54), calcaire, structure continue à éclats anguleux (50 mm), compact, non friable. Nombreuses racines.

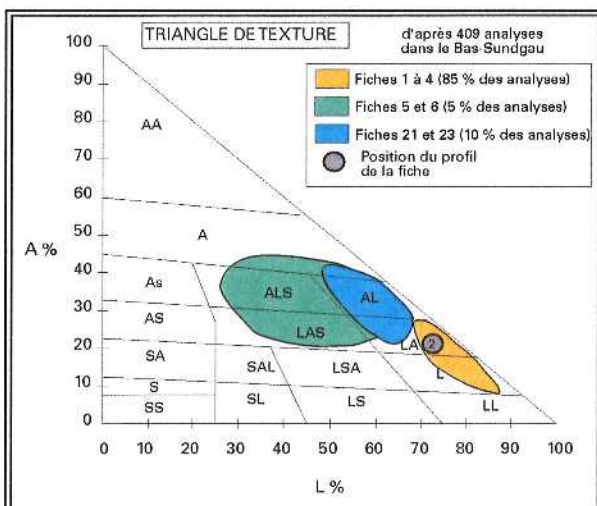
Horizon Sca (40-150 cm) - Limon, beige jaunâtre (2,5 Y 54), calcaire, structure continue à éclats anguleux (100 mm), compact. Peu de racines

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAca	1,2	2,1	41,1	31,1	22,5	2,0
25-40 cm	ASca	1,6	2,3	42,7	35,7	17,0	0,6
40-150 cm	Sca	1,9	2,3	48,6	37,0	9,8	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy, JH ppm	P205 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CeC	
7,8	9,4	1,6	410	168	7,90	7,4	36,8	1,24	1,23	0,03	10,5	sat
7,7	22,1	3,9	30	-	8,32	7,8	38,2	0,94	0,47	0,03	7,4	sat
-	32,0	4,8	10	-	8,59	8,2	35,3	0,69	0,11	0,03	4,6	sat

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Bas-Sundgau

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
 Limon, calcaire, profond, des collines loessiques

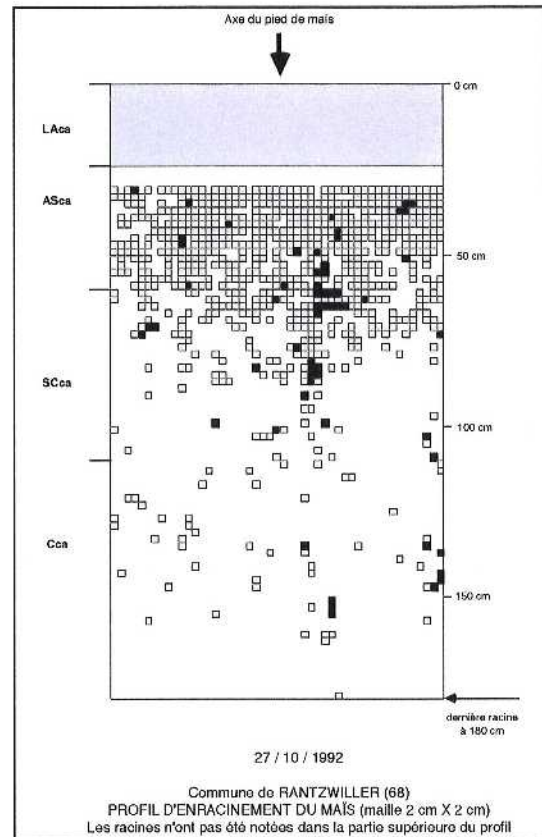
2

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

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol comparable du Bas-Sundgau

Pas de facteur limitant l'enracinement



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon sur tout le profil (20 à moins de 15 % d'argile), parfois limono-argileux en surface, éventuellement limon sableux (moins de 10 % d'argile) au delà de 1 m
- Indice de battance moyen ($1,6 < R < 1,8$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,2 à 1,4 (au niveau de Sca)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement à 80 - 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 10 à 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau ; risques de tassement en conditions non ressuyées
- Risques de tassement car le taux de matière organique s'abaisse parfois en dessous de 1,8 à 2,0 %
- Profondeur importante, substrat perméable, ressuyage et réchauffement rapides, mais forte sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

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

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

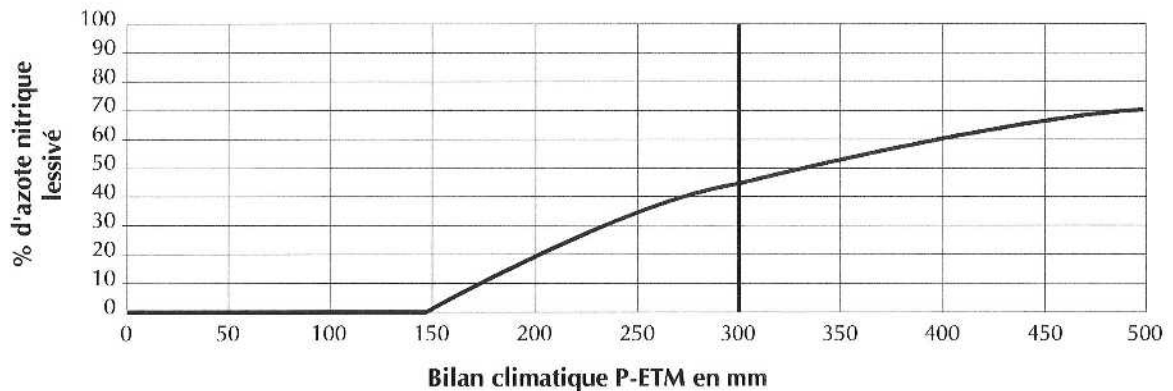
Fertilisation et entretien calcique

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

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant ; pas de contraintes majeures
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte

Sol limoneux, brun foncé, calcaire, devenant beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre à 70 cm, jaunâtre clair au-delà de 100-120 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.5

Classification CPCS : Sol brun calcaire colluvial sur loess- Classification RP : Calcisol colluvique issu de loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallons de la partie Est du Sundgau (Bas Sundgau). Il correspond à des dépôts limoneux loessiques issus du remplissage des fonds de vallons dits "secs", c'est-à-dire sans ruisseau les traversant.

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

Etendue estimée : environ 5 %



Ces sols collectent les apports d'eau de l'amont, de fertilisants et de matière organique, ce qui leur confère une réserve utile très élevée mais aussi une relative sensibilité à l'érosion

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines loessiques du Bas Sundgau

- Position topographique :

Bas de versant "sec"

- Matériau :

Matériau limoneux calcaire, beige à beige jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, battance

au toucher (surface) :



- Texture de surface limoneuse au toucher farineux

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°

3

Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques

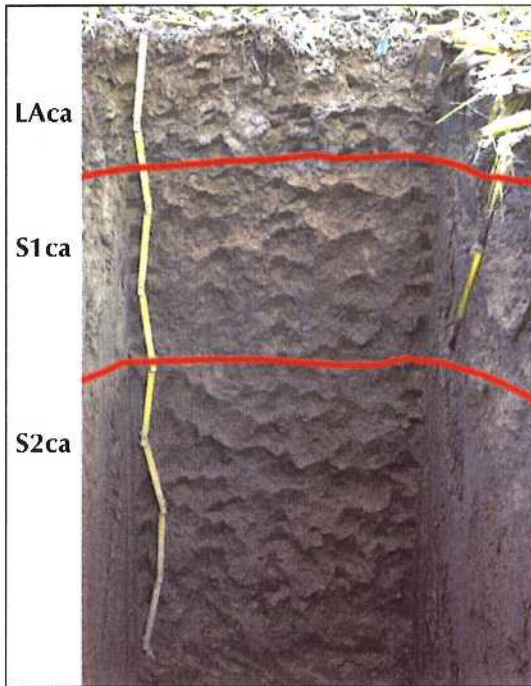
Sol limoneux, brun foncé, calcaire, devenant
beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre à 70 cm, jaunâtre clair au-delà de 100-120 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en maïs

Koetzingue : X = 980,4 - Y = 2307,7

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LAca (0-30 cm) - Limon, beige (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique subanguleuse (20 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon S1ca (30-70 cm) - Limon, beige clair (10 YR 44), calcaire, structure polyédrique (50 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

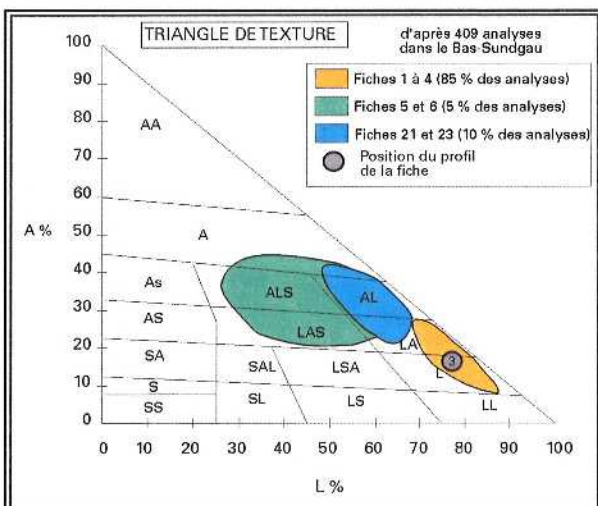
Horizon S2ca (70-180 cm) - Limon, beige jaunâtre (10 YR 53), calcaire, structure polyédrique (100 mm) peu compact, non friable. Peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LAca	1,2	3,2	49,7	27,1	17,1	1,7
30-70 cm	S1ca	1,0	3,3	49,1	28,0	18,0	0,7
70-180 cm	S2ca	0,1	2,3	50,5	27,9	19,2	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy, JH ppm	P205 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	7,3	1,3	240	63	8,20	7,6	35,6	0,74	0,68	0,03	9,8	sat
8,1	6,5	0,0	10	-	8,35	7,6	36,8	0,89	0,26	0,03	8,5	sat
-	-	-	-	-	8,21	7,2	14,3	0,94	0,21	0,03	8,8	sat

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Bas-Sundgau

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
 Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques

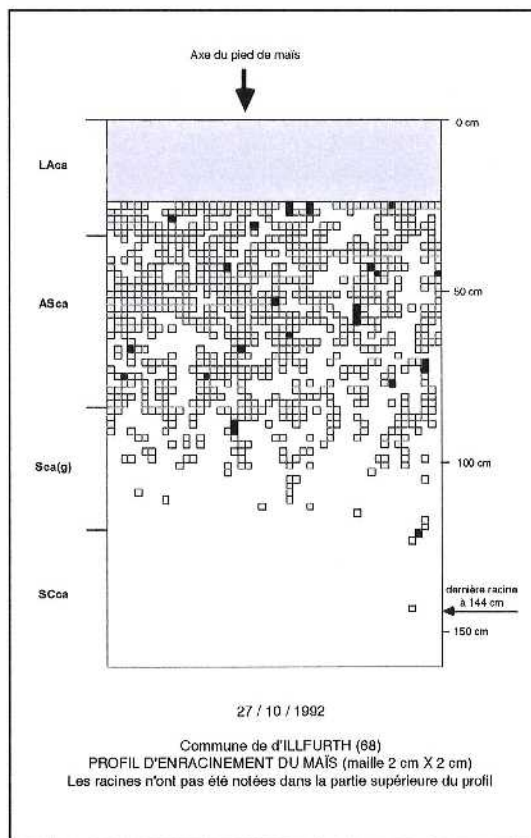
3

Sol limoneux, brun foncé, calcaire, devenant
 beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre à 70 cm, jaunâtre clair au-delà de 100-120 cm.

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement
 a été réalisée sur un type de sol
 comparable du Bas-Sundgau

Pas de facteur limitant l'enracinement



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon sur tout le profil (15 à 20 % d'argile), éventuellement limon sableux (moins de 10 % d'argile) au delà de 1 m
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de S)
- Réserve utile de 180 à 200 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 5 à 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

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

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°

3

Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques

Sol limoneux, brun foncé, calcaire, devenant
 beige à 30 cm, puis très limoneux et beige jaunâtre à 70 cm, jaunâtre clair au-delà de 100-120 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités très favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

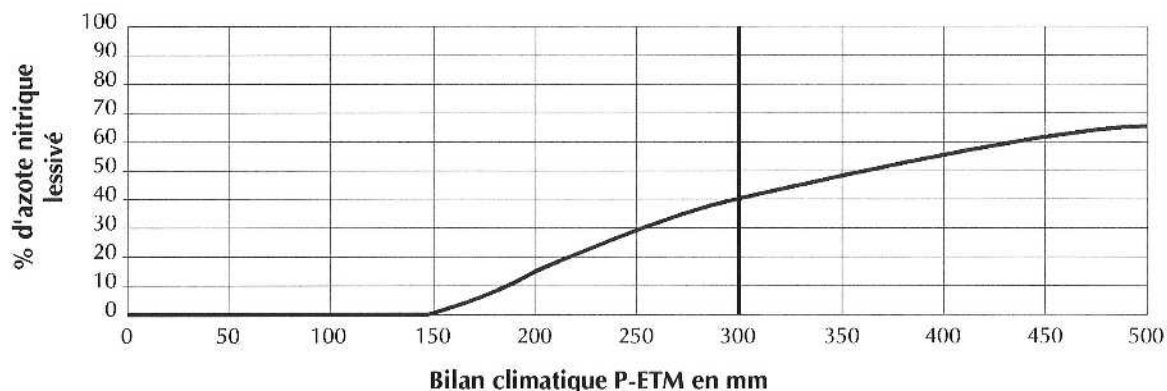
Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'amendement calcique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire à terme

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant à élevé ; pas de contraintes majeures
- Le risque de lessivage d'azote nitré en hiver doit être pris en compte

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
des vallons humides des collines loessiques**

4

Sol limono-argileux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille à 50 cm, devenant limoneux, à taches gris bleuâtre et plus faiblement calcaire vers 100 cm ; totalement grisâtre à 150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.6

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

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallons de la partie Est du Sundgau (Bas Sundgau). Il correspond à des dépôts limoneux loessiques issus du remplissage des fonds de vallons "humides", c'est-à-dire avec un ruisseau les traversant. Ils manifestent des excès d'eau parfois visibles en surface (stagnations).

Mise en valeur actuelle :

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

Etendue estimée : 5 à 10 %



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

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines loessiques du Bas Sundgau

- Position topographique :

Fond de vallon traversé par un ruisseau

- Matériau :

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

à l'oeil (surface) :



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

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide sur tout le profil

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
 des vallons humides des collines loessiques**

4

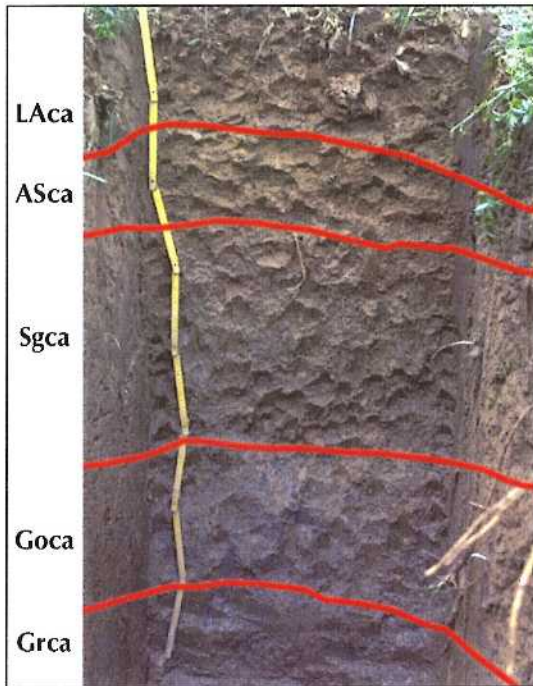
Sol limono-argileux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille à 50 cm, devenant limoneux, à taches gris bleuâtre et plus faiblement calcaire vers 100 cm ; totalement grisâtre à 150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Parcelle en maïs

Koetzingue : X = 979,8 - Y = 2306,1

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (50 mm) peu compact, non plastique. Très nombreuses racines.

Horizon ASca (30-50 cm) - Limon argileux, beige clair (10 YR 44), calcaire, structure polyédrique (100 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sgca (50-100 cm) - Limon argileux, beige orangé (2,5 Y 53), calcaire, structure polyédrique (50 mm) à prismatique (100 mm), peu compact, non plastique. Nombreuses racines. Taches gris-rouille assez nombreuses.

Horizon Goca (100-150 cm) - Limon, grisé (10 YR 63), faiblement calcaire, structure polyédrique (50 mm) à prismatique (100 mm), peu compact, non plastique. Peu de racines. Nombreuses plages de décoloration gris-bleu.

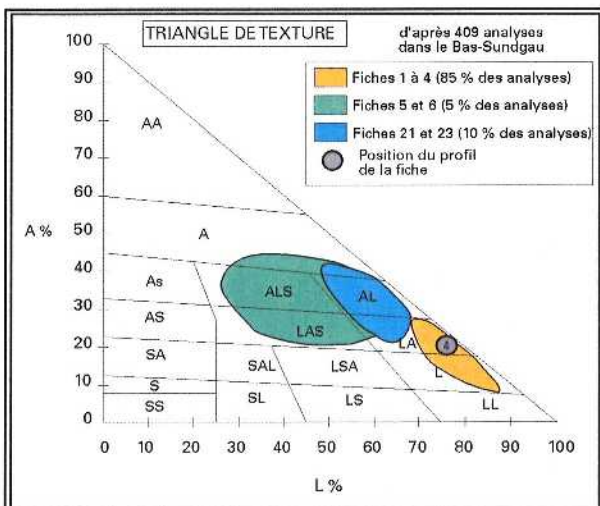
Horizon Grca (150-200 cm) - Limon, gris-jaunâtre (2,5 Y 61), calcaire, structure continue à éclats anguleux (100 mm), peu compact, non plastique. Très peu de racines. Couleur grisâtre bleutée généralisée.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LAca	0,6	1,9	40,4	32,7	21,7	2,7
30-50 cm	ASca	0,5	1,7	37,7	34,8	23,9	1,4
50-100 cm	Sgca	0,8	2,5	37,3	35,5	23,9	-
100-150 cm	Goca	0,0	2,1	53,0	29,5	15,4	-
150-200 cm	Grca	0,1	3,6	54,7	25,7	15,8	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/l en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,2	3,5	-	80	41	8,05	7,3	35,0	1,29	0,30	0,03	13,8	sat
7,6	4,1	-	10	-	8,33	7,5	38,9	1,34	0,23	0,03	12,4	sat
-	4,7	1,7	-	-	8,33	7,5	40,3	1,84	0,19	0,03	12,0	sat
-	0,2	0,0	-	-	8,22	7,1	11,0	1,39	0,13	0,03	7,6	sat
-	2,6	0,8	-	-	8,37	7,6	33,8	1,39	0,13	0,03	6,9	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Bas-Sundgau

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
4
 Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
 des vallons humides des collines loessiques

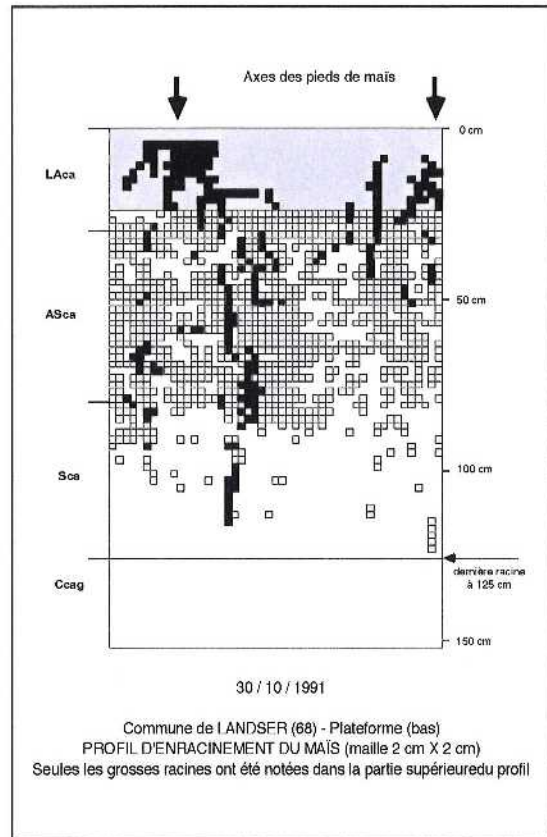
4

Sol limono-argileux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille à 50 cm, devenant limoneux, à taches gris bleuâtre et plus faiblement calcaire vers 100 cm ; totalement grisâtre à 150 cm.

Enracinement du maïs

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

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



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux (20 à 25 % d'argile), puis limon, éventuellement limon sableux (moins de 10 % d'argile) au delà de 1 m
- Indice de battance limité ($1,4 < R < 1,6$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sgca)
- Réserve utile de 200 à 240 mm pour un enracinement de 100 cm (jusqu'à 300 mm et plus pour 150 cm)
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 10 à plus de 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

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

Région naturelle N° 11
Bas-Sundgau

Fiche de sol n°
 Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
 des vallons humides des collines loessiques

4

Sol limono-argileux, brun puis beige, calcaire, puis limon argileux beige-orangé taché de rouille à 50 cm, devenant limoneux, à taches gris bleuâtre et plus faiblement calcaire vers 100 cm ; totalement grisâtre à 150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

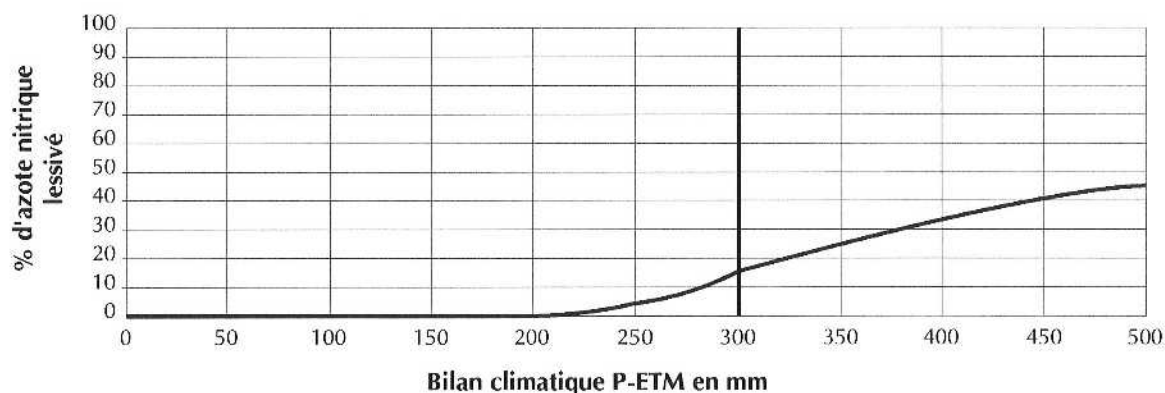
Fertilisation et entretien calcique

- Pas d'amendement calcique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Le contrôle du taux de matières organiques peut être utile

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque limité (à P-ETM = 300 mm), augmenté en cas de drainage à la parcelle

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant à élevé
- Légère contrainte liée à l'hydromorphie

Région naturelle N° 11

Bas-Sundgau (en limite avec le Moyen Sundgau)Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, sur argile, calcaire,
hydromorphe, des versants argileux**5**

Sol limono-argilo-sableux, brun foncé, décarbonaté à faiblement calcaire, devenant beige clair à 20 cm, taché de rouille au-delà de 40-50 cm, devenant argilo-limoneux, calcaire, gris jaunâtre à nombreuses taches rouille à 70 cm, puis argileux et calcaire à 140-150 cm. Quelques galets de quartz tout le long du profil.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcique à calcaire pélosolique issu de marnes - Classification RP : Calcisol pélosolique hydromorphe issu de marnes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à des affleurements où les limons ont été dégagés par érosion. C'est souvent le cas sur les ruptures de pente observées en haut de versant.

Dans ces situations, les sols sont sains la plupart du temps, calcaires et de couleur brun jaune-grisâtre. Ces sols sont cependant d'autant plus hydromorphes que le niveau imperméable sous-jacent est proche de la surface.

Mise en valeur actuelle :

versants mixtes de bois, prés vergers, maïs ou céréales à pailles

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines argileuses, herbagères, en limite du Bas et Moyen Sundgau

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse à argileuse, motteux, au toucher plastique à l'état humide

- Position topographique :

Hauts des versants des collines

à la pissette (HCl) :



- Faiblement à fortement effervescent à l'acide

- Matériau :

Matériau limono-argileux argilo-limoneux calcaire, beige à gris bleu jaunâtre en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture lourde, couleur gris bleu jaunâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (50 à 100 cm)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à argile limono-sableuse en surface (25 à 35 % d'argile), argile limoneuse à argile (35 à 45 % d'argile) au delà de 50 cm
- Indice de battance limité (R < 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 2
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de Ah à Sgca)
- Réserve utile de 120 à 130 mm pour un enracinement de 70 cm de sol, limité par un niveau argileux peu perméable
- Classe d'hydromorphie : H1 - H3
- pH compris entre 6,5-7,5 en surface et plus 8,0 en profondeur (> 50 cm)
- Calcaire total de 0 en surface à plus de 20-30 % en profondeur et complexe adsorbant saturé

Région naturelle N° 11

Bas-Sundgau (en limite avec le Moyen Sundgau)

Sol limono-argilo-sableux, brun foncé, décarbonaté à faiblement

calcaire, devenant beige clair à 20 cm, taché de rouille au-delà de 40-50 cm, devenant argilo-limoneux, calcaire, gris jaunâtre à nombreuses taches rouille à 70 cm, puis argileux et calcaire à 140-150 cm. Quelques galets de quartz tout le long du profil.

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, sur argile, calcaire,
hydromorphe, des versants argileux

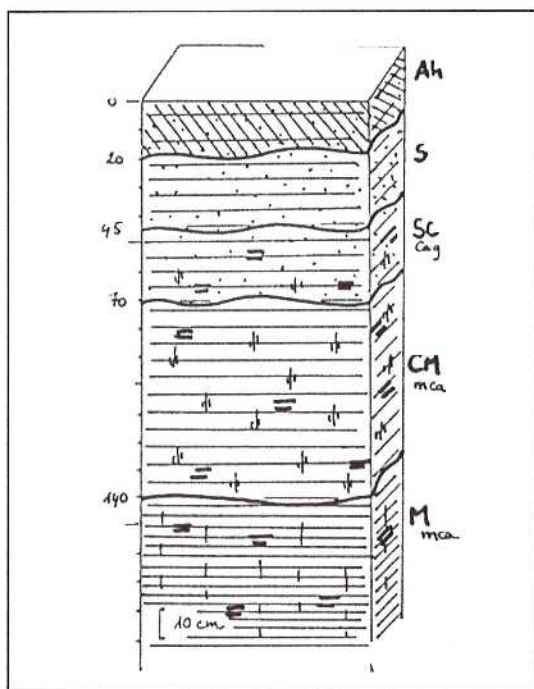
5

UN EXEMPLE DE PROFIL

Bettlach : X = 982,2 Y = 2290,5

Octobre 1999 - Parcelle en pré

Profil représentatif de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-20 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 42), structure polyédrique subangulaire (30 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon S (20-45 cm) - Argile limono-sableuse, beige orangé (10 YR 58), structure polyédrique (50 mm), compact, peu plastique. Racines peu nombreuses.

Horizon SCgca (45-70 cm) - Argile limono-sableuse, beige jaunâtre (2,5 Y 62), faiblement calcaire, structure polyédrique (100 mm), très compact. Pas de racines. Quelques taches rouille.

Horizon CMmca (70-140 cm) - Argile limoneuse, gris jaunâtre (2,5 Y 62), calcaire, structure polyédrique (200 mm), très compact. Pas de racines. Taches gris rouille assez nombreuses.

Horizon Mmca (140-200 cm) - Argile, gris bleuté (6/5G), calcaire, structure prismatique (500 mm), très compact. Pas de racines. Taches rouille assez nombreuses.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-20 cm	Ah	13,0	12,2	20,2	26,3	25,1	3,2
20-45 cm	S	14,8	10,3	12,5	23,0	38,6	0,7
45-70 cm	SCgca	4,9	21,1	14,7	26,2	33,0	-
70-140 cm	CMmca	7,6	7,9	8,3	37,5	38,8	-
140-200 cm	Mmca	1,0	2,2	6,1	45,3	45,4	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,4	0,0	0,0	50 Dy	15	6,70	5,8	18,0	1,64	0,34	0,03	17,2	sat
6,5	0,2	0,0	10 JH	-	7,24	5,8	24,1	2,03	0,38	0,06	21,3	sat
-	8,2	2,9	-	-	8,27	7,0	49,6	1,64	0,40	0,06	20,7	sat
-	23,9	11,8	-	-	8,35	7,3	48,9	2,13	0,45	0,03	19,4	sat
-	27,8	10,3	-	-	8,48	7,4	47,8	4,32	0,53	0,03	19,8	sat

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau plus ou moins marquée (hydromorphie à 50-60 cm de profondeur)
- Texture lourde, voire très lourde dans certains cas
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Bonne stabilité structurale
- Profondeur variable (30-50 cm à 100 cm), bonnes porosité et structure sur les 50 premiers cm, substrat plus ou moins perméable, ressuyage lent
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant, vérification de l'excès d'eau, le risque de lessivage d'azote nitrique doit être pris en compte

Région naturelle N° 11

Bas-Sundgau (en limite avec le Moyen Sundgau)Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, sur argile, décarbonaté,
hydromorphe, des versants argileux**6**

Sol limono-argilo-sableux, brun foncé, non à faiblement calcaire, devenant beige clair à 25-50 cm, taché de rouille jusqu'à 100-110 cm, devenant argileux, gris rosâtre sombre à nombreuses taches gris rouille (gley oxydé), et quelques galets de quartz à 110-150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcaire hydromorphe à pélosol issu de molasse - Classification RP : Pélosol calcisol hydromorphe issu de molasse

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Comme le précédent, ce type de sol correspond à des affleurements où les limons ont été dégagés par érosion. C'est souvent le cas sur les ruptures de pente observées en haut de versant. Ce sol est beaucoup plus localisé que celui de la fiche 5, généralement faiblement calcaire voire non calcaire sur tout le profil et présente une couleur brun gris rosâtre sombre.

Cependant, dans ces cas, ces sols qui se développent souvent sur une argile décarbonatée, présentent une structure continue et massive. De ce fait, ces sols sont susceptibles de présenter un excès d'eau marqué.

Mise en valeur actuelle :

versants mixtes de bois, prés vergers, maïs ou céréales à pailles

Etendue estimée : moins de 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines argileuses, herbagères, en limite du Bas et Moyen Sundgau

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse à argileuse, au toucher plastique à l'état humide

- Position topographique :

Hauts de versants des collines

à la pissette (HCl) :



- Faiblement effervescent à l'acide en profondeur

- Matériau :

Matériau limono-argileux à argilo-limoneux beige foncé à rosâtre en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture lourde, très argileuse, couleur gris rosâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (50 à 100 cm)

- Superposition des textures : limon argilo-sableux à argile limono-sableuse en surface (25 à 30 % d'argile), argile limoneuse à argile (30 à 45 % d'argile) au delà de 50 cm

- Indice de battance limité (R < 1,0)

- Classe de stabilité structurale : 2

- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de Ah à S)

- Réserve utile de 160 à 170 mm pour un enracinement de 90 cm, limité par un niveau argileux peu perméable

- Classe d'hydromorphie : H1 - H3

- pH compris entre 6,0-7,0 en surface et plus de 7,5 en profondeur (50-100 cm)

- Absence de calcaire total en surface, traces en profondeur et complexe adsorbant saturé

Région naturelle N° 11

Bas-Sundgau (en limite avec le Moyen Sundgau)

Sol limono-argilo-sableux, brun foncé, non à faible-

ment calcaire, devenant beige clair à 25-50 cm, taché de rouille jusqu'à 100-110 cm, devenant argileux, gris rosâtre à nombreuses taches gris rouille (gley oxydé), et quelques galets de quartz à 110-150 cm.

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, sur argile, décarbonaté,
hydromorphe, des versants argileux

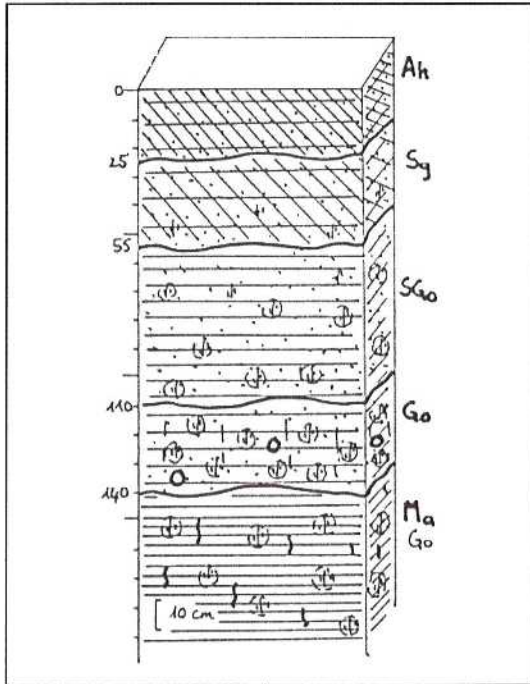
6

UN EXEMPLE DE PROFIL

Linsdorf : X = 981,5 - Y = 2291,3

Octobre 1999 - Parcelle en pré-verger

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 32), structure polyédrique subangulaire (30 mm), compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon Sg (25-55 cm) - Limon argilo-sableux, beige clair (10 YR 43), structure polyédrique (100 mm), compact, non friable. Racines peu nombreuses. Rares taches rouille.

Horizon SGo (55-110 cm) - Limon argilo-sableux, beige rosâtre (2,5 Y 43), structure continue à éclats anguleux, compact. Très peu de racines. Taches gris-rouille assez nombreuses.

Horizon Go (110-140 cm) - Argile limono-sableuse, gris rosâtre (2,5 Y 33), structure continue à éclats anguleux, très compact. Pas de racines. Quelques galets de quartz. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon MaGo (140-200 cm) - Argile, gris blanchâtre (2,5 Y 53), structure prismatique, très compact. 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.	
0-25 cm	Ah	17,3	15,5	17,4	23,7	23,0	3,1
25-55 cm	Sg	15,6	16,1	15,2	23,2	28,6	1,2
55-110 cm	SGo	18,3	21,8	10,2	19,2	30,4	-
100-140 cm	Go	9,6	16,5	12,0	22,9	39,0	-
140-200 cm	MaGo	9,3	15,2	10,8	22,3	42,4	-

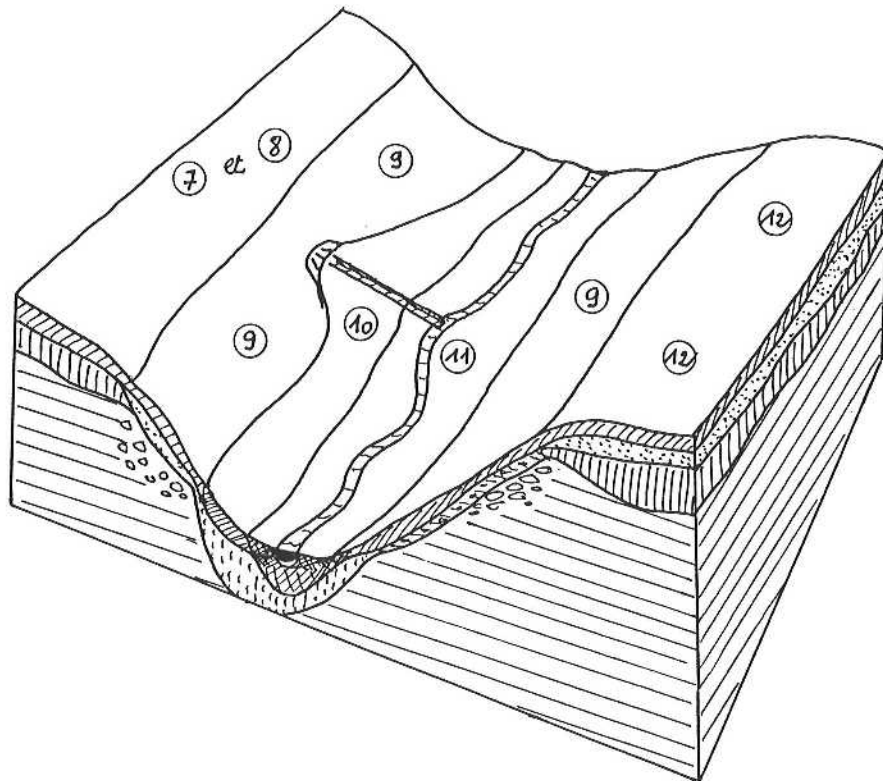
PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,3	0,0	-	130	25	6,22	5,2	15,7	1,84	0,30	0,06	17,0	sat
7,9	0,0	-	40	-	6,47	5,0	17,5	1,64	0,34	0,06	17,7	sat
-	0,0	-	-	-	7,0	5,7	19,5	1,44	0,34	0,06	18,3	sat
-	0,2	-	-	-	7,41	6,0	23,3	1,88	0,49	0,06	21,6	sat
-	0,2	-	-	-	7,64	6,2	25,2	2,18	0,55	0,06	23,0	sat

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau plus ou moins marquée (hydromorphie à 40-60 cm de profondeur)
- Texture lourde, voire très lourde dans certains cas
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Bonne stabilité structurale
- Profondeur variable (30-50 cm à près de 100 cm le plus souvent), bonnes porosité et structure sur les 50 premiers cm, substrat plus ou moins perméable, ressuyage lent
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant : vérification de l'excès d'eau, contrôle du pH, le risque de lessivage de l'azote nitrique doit être pris en compte

REPARTITION SCHEMATIQUE DES FICHES DE SOLS 7 A 11 DANS LE MOYEN-SUNDGAU



Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon argileux, décarbonaté, profond,
des collines de lehm-loess

7

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70 cm, reposant à 150 cm sur une argile limoneuse orangé non calcaire.

Typologie des sols d'Alsace : code 21.4

Classification CPCS : Sol brun faiblement lessivé sur lehm-loess - Classification RP : Brunisol luviqne issu de lehm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe plutôt dans la partie Centrale du Sundgau, en limite du Bas et du Moyen Sundgau. Il correspond à des dépôts loessiques de plusieurs mètres d'épaisseur, situés en haut des collines sur des surfaces planes dont la partie superficielle est décarbonatée. Par ailleurs, ces sols présentent un début d'entraînement des argiles en profondeur. Les traces d'excès d'eau sont rarement visibles dans ce sol et le niveau calcaire du loess apparaît avant 1 m de profondeur.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs,
secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : moins de 5 %



Du fait d'un taux d'argile encore élevé (environ 25 %), la surface de ces sols présente une certaine rugosité et une légère fissuration qui limitent le ruissellement

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines loessiques du Moyen Sundgau

- Position topographique :

Hauts de versants à pente faible

- Matériau :

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

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre de surface, battance

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide en surface, niveau calcaire en profondeur (< 1 m)

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon argileux, décarbonaté, profond,
des collines de lehm-loess

7

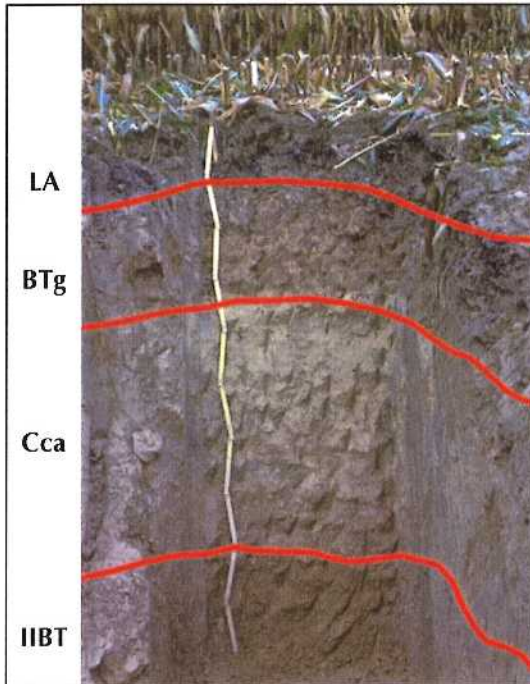
Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70 cm, reposant à 150 cm sur une argile limoneuse orangé non calcaire.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Bettendorf : X = 972,8 - Y = 2298,9

Octobre 1999 - Parcelle en maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), structure polyédrique subanguleuse (10 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon BTg (35-70 cm) - Argile limoneuse, beige rougâtre (10 YR 56), structure polyédrique (50 mm), compact, non friable. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille.

Horizon Cca (70-150 cm) - Limon, jaunâtre (2,5 Y 46), calcaire, structure continue à éclats anguleux (100 mm), peu compact, peu friable. Pas de racines.

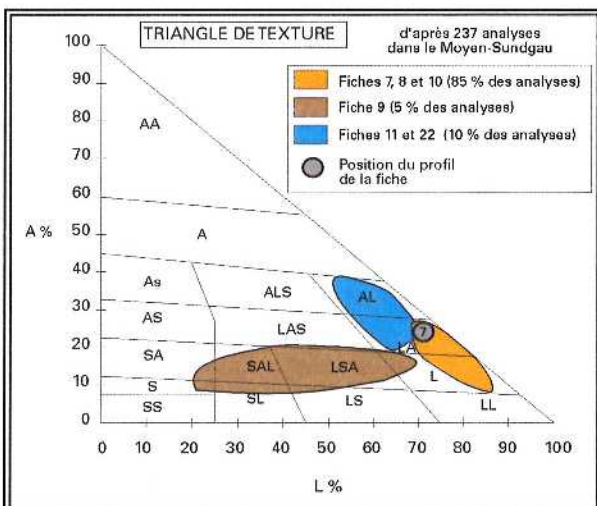
Horizon IIBT (150-200 cm) - Argile limoneuse, orangé (10 YR 54), structure polyédrique (50 mm), peu compact, non friable. Pas de racines. Non calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	0,6	1,4	35,1	35,7	24,6	2,5
35-70 cm	BTg	0,4	1,0	31,7	36,0	30,3	0,6
70-150 cm	Cca	2,1	2,1	40,4	43,5	11,8	-
150-200 cm	IIBT	0,9	1,3	30,4	37,5	29,9	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
1,1	0,4	0,0	200	158	7,68	6,7	16,9	0,99	0,51	0,03	14,3	sat
6,2	0,3	0,0	20	-	7,70	6,3	15,5	1,54	0,30	0,16	14,2	sat
-	25,7	3,6	-	-	8,47	7,6	36,4	0,89	0,09	0,10	5,3	sat
-	0,9	0,0	-	-	8,24	7,0	24,1	1,98	0,19	0,13	10,6	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Moyen-Sundgau

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
**Limon argileux, décarbonaté, profond,
 des collines de lehm-loess**

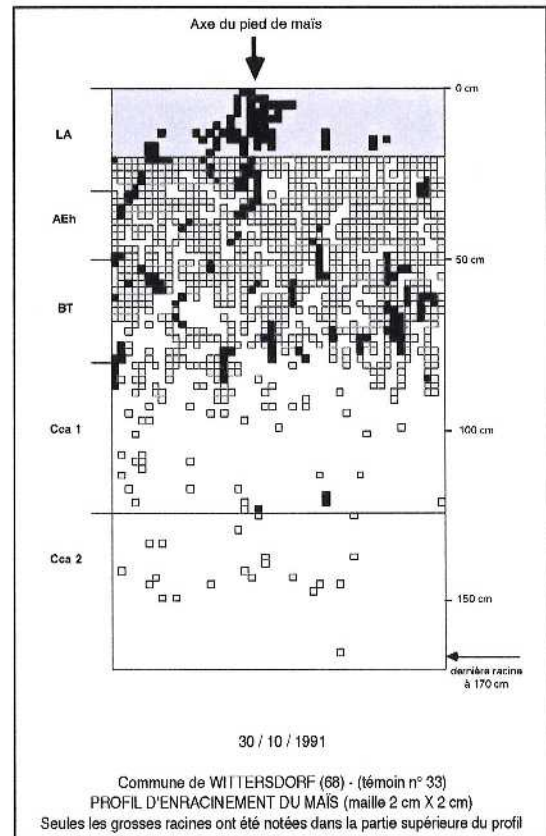
7

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70 cm, reposant à 150 cm sur une argile limoneuse orangé non calcaire.

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol comparable du Moyen-Sundgau

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



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm au plus), mais localement limité par des tassements à 40-60 cm
- Superposition des textures : limon argileux à argile limoneuse (de 25 à 30 % d'argile), puis limon à limon sableux (10-12 % d'argile) au delà de 80-100 cm
- Indice de battance limité ($1,4 < R < 1,6$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,6 (au niveau de BTg)
- Réserve utile de 150 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H1 - H2
- pH compris entre 7,0 et 8,0 en surface, puis supérieur à 8,0 au delà de 80-100 cm
- Calcaire total de 0 en surface à plus de 20 % en profondeur et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Légère contrainte d'excès d'eau (quelques tâches rouille entre 40 et 80 cm)
- Sols à réserve utile légèrement déficiente du fait d'un enracinement souvent observé à 80-100 cm au niveau du substrat
- Risques de tassement en conditions non ressuyées car le taux de matière organique s'abaisse parfois en dessous de 1,8-2,0 %
- Profondeur moyenne, substrat perméable, ressuyage et réchauffement relativement rapides, mais forte sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limono-argileux, brun, décarbonaté, puis argile limoneuse beige-orangé à 35 cm, puis limon, jaunâtre et calcaire vers 70 cm, reposant à 150 cm sur une argile limoneuse orangé non calcaire.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

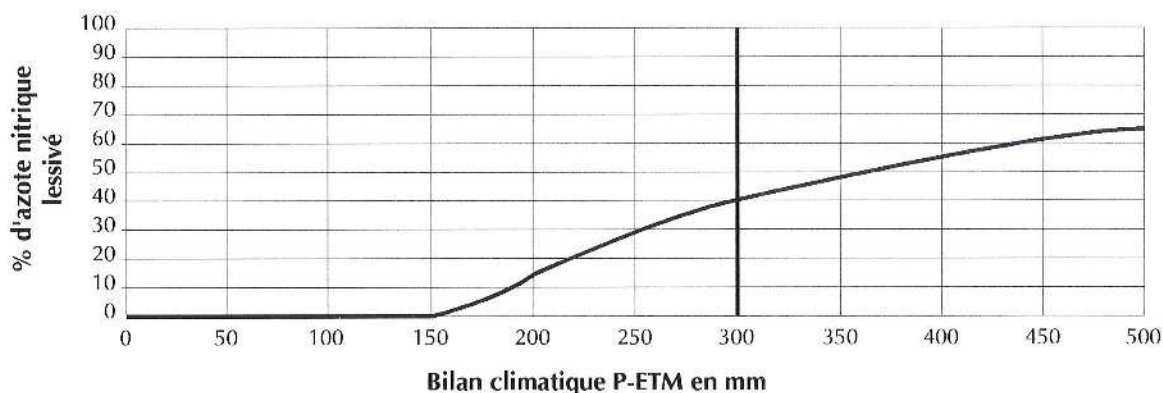
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcique ; amendement calcique éventuel après mesure du pH
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant ; contrainte liée au risque potentiel d'érosion
- Le risque de lessivage d'azote nitrrique en hiver doit être pris en compte
- La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile
- Le contrôle du pH est nécessaire

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond,
des collines de lehm-loess

8

Sol limoneux brun, décarbonaté, puis limon argileux beige-orangé à 30 cm, avec taches gris-rouille à partir de 80 cm, reposant à 160 cm sur un limon jaunâtre calcaire.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.2

Classification CPCS : Sol brun lessivé faiblement hydromorphe sur lehm-loess - Classification RP : Luvisol issu de lohm-loess

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe plutôt dans la partie centrale du Sundgau (Moyen Sundgau). Il correspond à des dépôts loessiques de plusieurs mètres d'épaisseur, dont la partie sommitale a été décarbonatée. De ce fait, le pH de ces sols s'est abaissé en dessous de 7,0. Ils sont situés en haut des collines sur des surfaces planes permettant l'entraînement des argiles en profondeur. Les traces d'excès d'eau y sont manifestes seulement au delà de 80 cm de profondeur et le niveau calcaire du loess apparaît à plus de 1 m de profondeur (1,5 m en général).

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs,
très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : 2 à 3 %



Ces sols peuvent présenter facilement des états de surface très battus

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehms du Moyen Sundgau

- Position topographique :

Hauts de versants à pente faible

- Matériau :

Matériau limoneux décarbonaté sur toute sa profondeur, beige-orangé à jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur beige à brun de la terre de surface, battance

- Texture de surface limoneuse

- Pas d'effervescence à l'acide en surface, calcaire en profondeur (> 1,5 m)

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

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond,
des collines de lehm-loess

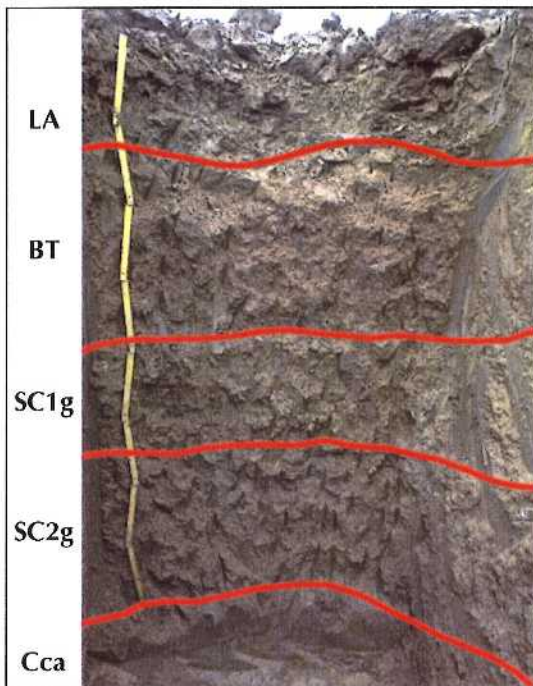
8

Sol limoneux brun, décarbonaté, puis limon argileux
beige-orangé à 30 cm, avec taches gris-rouille à partir de 80 cm, reposant à 160 cm sur un limon jaunâtre calcaire.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 1999 - Parcelle en maïs

Spechbach le Haut : X = 965,4 - Y = 2309,4 Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

Horizon BT (30-80 cm) - Limon argileux, beige rougeâtre (7,5 YR 44), structure polyédrique (50 mm) à prismatique (100 mm), compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon SC1g (80-120 cm) - Limon argileux, beige orangé (10YR 44), structure polyédrique (100 mm), peu compact. Nombreuses racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon SC2g (120-160 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 54), structure polyédrique (100 mm), peu compact, non friable. Peu de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

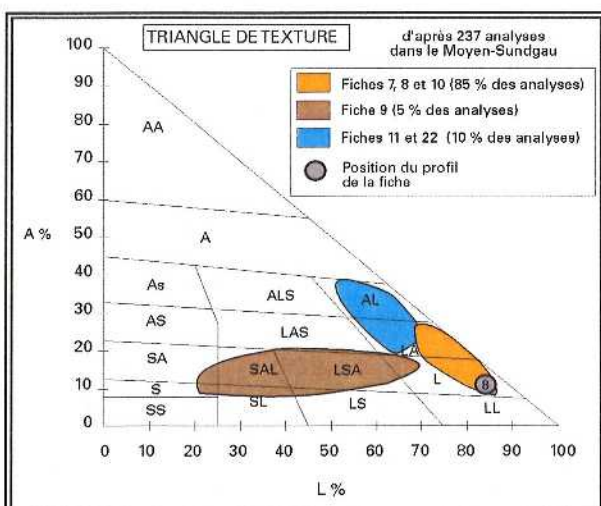
Horizon Cca (160-200 cm) - Limon, jaunâtre (2,5 Y 64), calcaire, structure continue à éclats émoussés, peu compact, peu friable. Très peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	0,8	1,8	47,5	36,3	12,2	1,4
30-80 cm	BT	0,2	1,2	38,1	35,9	24,2	0,4
80-120 cm	SC1g	0,1	1,4	35,7	35,1	27,4	0,3
120-160 cm	SC2g	0,0	1,2	41,5	36,4	20,6	0,3
160-200 cm	Cca	0,3	0,9	47,5	37,9	13,3	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mg/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	1,2	0,0	400 JH	49	8,05	7,6	28,1	0,74	0,55	0,03	6,7	sat
5,7	0,0	0,0	330 Dy	-	6,63	5,3	8,5	1,44	0,23	0,06	9,4	sat
-	0,0	0,0	530 Dy	-	6,41	5,1	11,9	1,98	0,28	0,03	11,8	sat
-	0,0	0,0	580 Dy	-	6,38	5,1	10,7	1,69	0,19	0,03	9,7	sat
-	12,3	0,0	10 JH	-	8,11	7,7	36,4	1,29	0,13	0,03	6,8	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Moyen-Sundgau

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
**Limons sur limon argileux, décarbonaté, profond,
 des collines de lehm-loess**

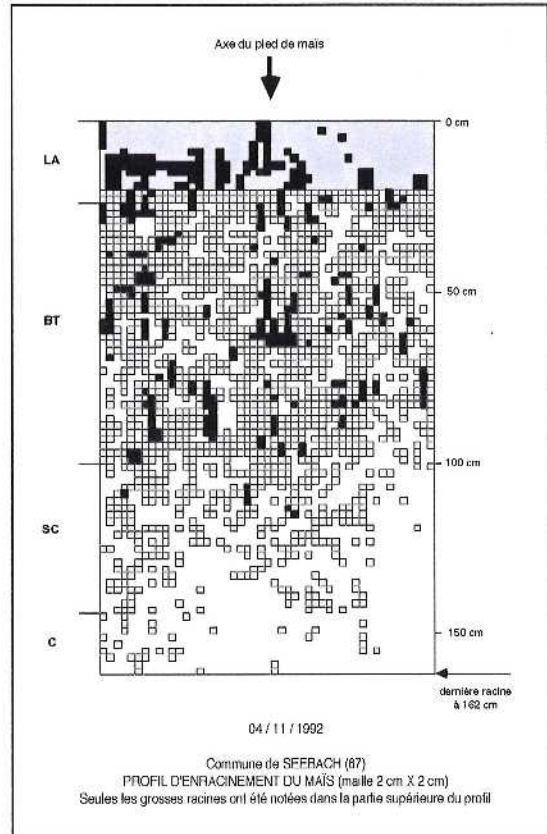
8

**Sol limoneux brun, décarbonaté, puis limon argileux
 beige-orangé à 30 cm, avec taches gris-rouille à partir de 80 cm, reposant à 160 cm sur un limon jaunâtre calcaire.**

Enracinement du maïs

Cette cartographie d'enracinement a été réalisée sur un type de sol comparable en Alsace (région de l'Outre Forêt)

Enracinement homogène souvent généralisé jusqu'à 1,2-1,5 m de profondeur



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon puis limon argileux sur tout le profil (moins de 15 à 25 % d'argile), éventuellement limon sableux (moins de 10-12 % d'argile) au delà de 1 m
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,3 à 1,5-1,6 (au niveau de BT)
- Réserve utile de 200 à 240 mm pour un enracinement de 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H1 - H2
- pH compris entre 6,0 et 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total jusqu'à 120-150 cm (10 % au delà) ; complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau légère (faible hydromorphie)
- Risques de tassement en conditions non ressuyées, car le taux de matière organique s'abaisse souvent en dessous de 1,8 à 2,0 %
- Profondeur importante, substrat plus ou moins perméable, forte sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
**Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond,
 des collines de lehm-loess**

8

Sol limoneux brun, décarbonaté, puis limon argileux
 beige-orangé à 30 cm, avec taches gris-rouille à partir de 80 cm, reposant à 160 cm sur un limon jaunâtre calcaire.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

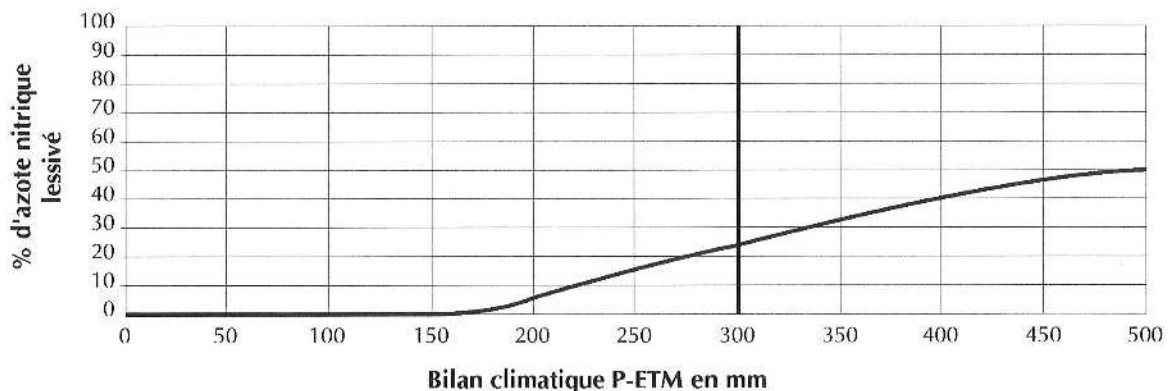
Fertilisation et entretien calcique

- Sol décarbonaté à pH > 6 ; amendement calcique après mesure du pH
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Contrôle du taux de matières organiques nécessaire à terme

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque moyen (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant, pas de contraintes majeures
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte
- La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile
- Le contrôle du pH est nécessaire.

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, décarbonaté,
sur cailloutis des collines de lehm-loess

9

Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argileux beige-jaunâtre tacheté de rouille à 35 cm, devenant beige orangé à nombreux galets vers 80-90 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun limoneux hydromorphe sur cailloutis - Classification RP : Brunisol rédoxique issu de lehm-loess sur cailloutis

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à des affleurements où les limons ont été dégagés par érosion et sont d'une épaisseur moindre. C'est souvent le cas sur les ruptures de pente observées dans le haut ou dans le bas des versants. Dans les bas de versants, ce sol à forte charge de galets siliceux présente souvent une matrice très limoneuse, voire limono-argileuse (profil présenté dans cette fiche). Dans le haut des versants, la matrice est plutôt limono-sablo-argileuse et se limite à 30 ou 60 cm au plus, puis fait place à un sable argileux et fortement caillouteux (profil présenté dans la fiche n° 15). C'est le cailloutis du Sundgau. Dans les 2 situations, ces sols sont hydromorphes du fait d'un niveau imperméable sous-jacent proche de la surface. Ils sont souvent le lieu de mouillères et de sources.

Mise en valeur actuelle : bordure des champs de maïs vers les bois en amont des collines, prairies de fauches, jachères et cultures fourragères en bas de pentes

Etendue estimée : moins de 2 %



Ces formations de cailloutis sont le lieu de nombreuses sources et mouillères

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehm du Moyen Sundgau

- Position topographique :

Ruptures de pente sur les versants

- Matériau :

Matériau limoneux décarbonaté sur toute sa profondeur, beige-orangé en profondeur

à l'oeil (surface) :



au toucher (surface) :



à la pissette (HCl) :



à la tarière :



- Couleur beige à brun, quelques galets

- Texture de surface limoneuse à limono-argilo-sableuse

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

- Sol moyennement profond (60 cm) ; texture limoneuse puis limono-argileuse, selon l'importance des lehms en amont; cailloutis de galets, couleur jaunâtre rouille en profondeur

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon à limon argileux, décarbonaté,
sur cailloutis des collines de lehm-loess

9

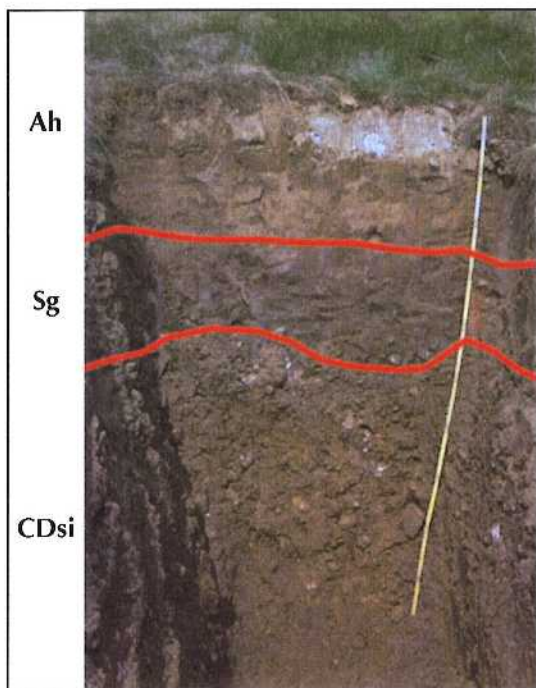
Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argileux beige-jaunâtre tacheté de rouille à 35 cm, devenant beige orangé à nombreux galets vers 80-90 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Bettendorf : X = 971,4 - Y = 2299,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-35 cm) - Limon, beige jaunâtre (2,5 Y 54), structure polyédrique subanguleuse (30 mm), peu compact. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon Sg (35-85 cm) - Limon argileux, beige jaunâtre clair (2,5 Y 44), structure prismatique (100 mm), peu compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Taches rouille assez nombreuses. 15 % de galets.

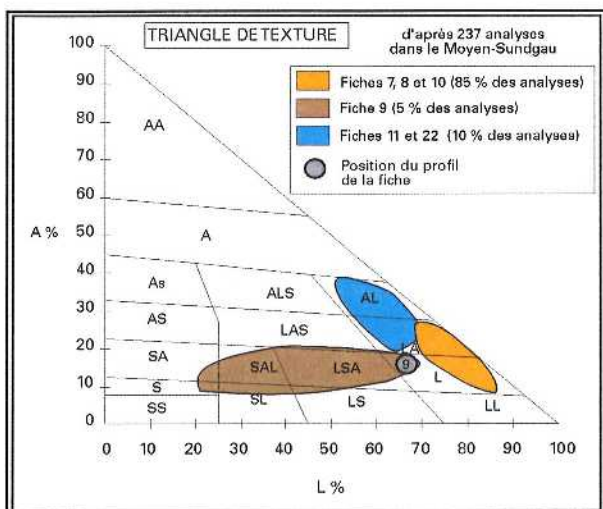
Horizon CDsi (85-150 cm) - Limon argileux, beige orangé (10 YR 56), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), peu compact. Pas de racines. Quelques taches rouille. Très nombreux galets (60 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	Ah	2,5	3,0	40,7	35,8	16,2	1,8
35-85 cm	Sg	7,4	4,5	29,8	32,0	25,3	1,1
85-150 cm	CDsi	12,6	5,2	34,2	27,9	20,1	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂₀₅ Dy, JH ppm	P ₂₀₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0,2	-	60	50	7,07	6,1	10,1	0,74	0,19	0,03	9,3	sat
8,0	0,2	-	10	-	7,26	5,9	13,4	1,39	0,21	0,03	12,3	sat
-	0,0	-	-	-	7,31	5,9	11,3	1,34	0,15	0,03	9,6	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Moyen-Sundgau

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
 Limon à limon argileux, décarbonaté,
 sur cailloutis des collines de lehm-loess

9

Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argileux beige-jaunâtre tacheté de rouille à 35 cm, devenant beige orangé à nombreux galets vers 80-90 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité au niveau d'apparition du cailloutis (de 30 à 80 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu à moyennement profond (30 à 80 cm au plus)
- Superposition des textures : limon à limon argileux sur tout le profil (15 à 25 % d'argile), reposant sur un limon sablo-caillouteux
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (au niveau de S)
- Réserve utile de 120 à 140 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 - H2
- pH supérieur à 6,0 à 7,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau aux sorties de sources (hydromorphie à 30-40 cm), ressuyage rapide ailleurs
- Risques de tassement en conditions non ressuyées si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 %
- Profondeur moyenne, substrat perméable (hors mouillères) pouvant être localement colmaté, sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Sol limoneux à limono-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argileux beige-jaunâtre tacheté de rouille à 35 cm, devenant beige orangé à nombreux galets vers 80-90 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités limitées en cultures non irriguées du fait de sa juxtaposition avec les séries de sols 8, 10 et parfois 12. Le captage des mouillères peut être nécessaire.
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

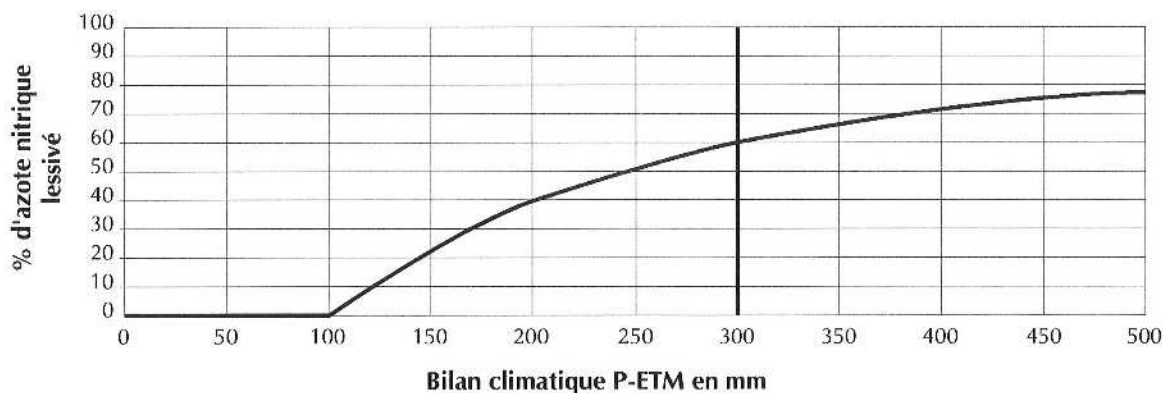
Fertilisation et entretien calcique

- Amendement calcique après mesure du pH
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionnement des apports azotés en 2 fois
- Le contrôle du taux de matières organiques peut être utile

Estimation du risque de lessivage de l'azote

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

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre à cause de la faible RU et du risque quasi-certain de lessivage de l'azote nitrique.
- Le contrôle du pH reste nécessaire.

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
 Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe,
 de bas de versants des collines de lehm-loess

10

Sol limoneux, brun, décarbonaté, puis limono-argileux beige, puis beige-grisé à 60 cm, devenant gris jaunâtre à nombreuses taches, puis trainées gris-rouille à partir de 140-160 cm. Quelques galets en surface.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.5

Classification CPCS : Sol colluvio-alluvial hydromorphe - Classification RP : Colluviosol fluviatique rédoxique issu de lehm colluvionné

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les bas de versants en bordure des vallons de la partie centrale du Sundgau (Moyen Sundgau). Il correspond à des dépôts limoneux issus de l'entraînement progressif par gravité des matériaux limoneux du haut vers le bas des pentes. De ce fait, ces bas de versants peuvent aussi présenter en surface quelques galets siliceux issus du cailloutis du Sundgau présent sur les pentes. Enfin, ces sols étant situés à proximité de vallons humides, présentent presque toujours une hydromorphie apparaissant à partir de 40 à 80 cm de profondeur.

Mise en valeur actuelle :

maïs, secondairement prés de fauche et pâtures

Etendue estimée : 2 à 3 %



Oltre la culture du maïs, ces sols supportent des prés mixtes de fauche et de pâture

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Collines loessiques du Moyen Sundgau

- **Position topographique :**
 Bas de versants

- **Matériau :**
 Matériau limono-argileux, décarbonaté, beige à gris rouille en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, quelques galets

au toucher (surface) :



- Texture de surface limoneuse

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide tout le long du profil de sol

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse ; couleur beige à gris rouille en profondeur

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe,
de bas de versants des collines de lehm-loess

10

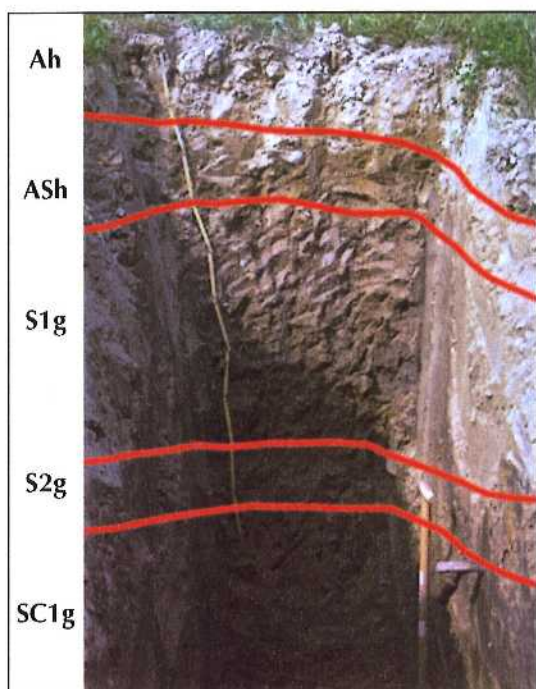
Sol limoneux, brun, décarbonaté, puis limono-argileux beige, puis beige-grisé à 60 cm, devenant gris jaunâtre à nombreuses taches, puis trainées gris-rouille à partir de 140-160 cm. Quelques galets en surface.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Bettendorf : X = 972,4 - Y = 2299,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon A (0-30 cm) - Limon, beige (10 YR 43), structure polyédrique subanguleuse (15 mm), compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques galets.

Horizon AS (30-60 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 42), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Quelques taches rouille.

Horizon S1g (60-140 cm) - Limon argileux, beige grisé (2,5 Y 52), structure polyédrique (50 mm), très compact. Peu de racines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon S2g (140-160 cm) - Limon argileux, jaunâtre (10 YR 66), structure prismatique (100 mm), très compact. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon SC1g (160-240 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 64), structure prismatique (500 mm), compact. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille.

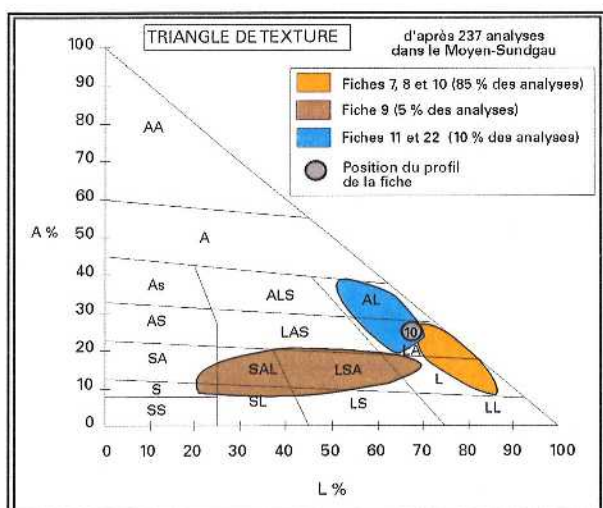
Horizon SC2g (240 cm et +) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 63), structure prismatique (500 mm), compact. Pas de racines. Nombreuses trainées gris-rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	A	6,2	4,9	37,6	33,7	15,9	1,8
30-60 cm	AS	4,7	3,8	37,6	33,3	19,8	0,8
60-140 cm	S1g	2,5	2,7	38,6	36,0	20,3	-
140-160 cm	S2g	0,4	1,4	36,3	34,7	27,2	-
160-240 cm	SC1g	0,3	1,4	37,5	34,1	26,6	-
> 240 cm	SC2g	0,5	2,1	40,4	35,1	22,0	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P205 Dy, JH ppm	P205 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables mg/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	0,0	-	640	146	6,28	5,1	7,0	0,69	0,55	0,03	8,9	9,3
8,1	0,0	-	110	-	6,93	5,3	9,6	1,29	0,23	0,03	9,3	sat
-	0,0	-	-	-	7,17	5,8	9,5	1,19	0,15	0,03	8,6	sat
-	0,0	-	-	-	7,05	5,4	12,5	1,69	0,23	0,06	11,3	sat
-	0,0	-	-	-	7,61	6,5	13,2	1,74	0,26	0,06	11,4	sat
-	0,0	-	-	-	7,62	6,0	12,7	1,64	0,23	0,03	10,0	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Moyen-Sundgau

Région naturelle N° 11
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
 Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe,
 de bas de versants des collines de lehm-loess

10

Sol limoneux, brun, décarbonaté, puis limono-argileux beige, puis beige-grisé à 60 cm, devenant gris jaunâtre à nombreuses taches, puis trainées gris-rouille à partir de 140-160 cm. Quelques galets en surface.

Enracinement du maïs

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

Enracinement potentiel profond
 (de 100 à 150 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon puis limon argileux sur toute la profondeur (15 à 25 % d'argile), apparition d'un gley profond en bas de pente
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,5 à 1,65 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 180 à 240 mm pour un enracinement de 80-100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H1 - H2
- pH compris entre 6,0 et 7,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (hydromorphie au delà de 60 cm de profondeur)
- Risques de tassement en conditions non ressuyées si le taux de matière organique est inférieur à 1,8 à 2,0 % (rare)
- Profondeur importante, substrat moyennement à peu perméable, ressuyage et réchauffement lents
- Sensibilité à la battance ; apports de sédiments par ruissellement en nappe
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limoneux, brun, décarbonaté, puis limono-argileux beige, puis beige-grisé à 60 cm, devenant gris jaunâtre à nombreuses taches, puis trainées gris-rouille à partir de 140-160 cm. Quelques galets en surface.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Eviter le drainage de ces sols utiles pour la protection de la qualité des eaux superficielles
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

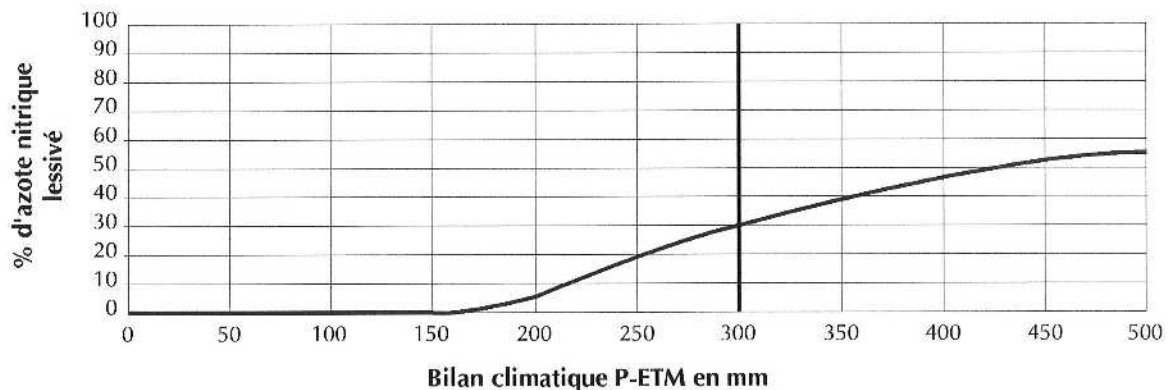
Fertilisation et entretien calcique

- Sol décarbonaté ; amendement calcique éventuel après mesure du pH
- 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 moyen (à P-ETM = 300 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 nécessaire ainsi que le contrôle du pH
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.

Région naturelle N° 6
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
des vallons des collines de lehm-loess

11

Sol limono-argileux, brun, faiblement calcaire, puis limono-argileux beige-jaunâtre à 40-70 cm, à nombreuses taches rouille, devenant gris rouille, puis gris bleuté ou blanchâtre en profondeur vers 100-140 cm. Gley non calcaire au-delà de 250 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini - Classification CPCS : Sol alluvio-colluvial à gley non calcaire
Classification RP : Fluviosol colluvique réductique calcique issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallons de la partie centrale du Sundgau (Moyen Sundgau). Il correspond à des alluvionnements limoneux issus du transport des limons des collines dans les fonds de vallons " humides ". Ces sols sont presque toujours engorgés et présentent une nappe souterraine apparaissant à une profondeur variable (20 cm à 1,5 m environ). Cette nappe présente par ailleurs un fort battement potentiel. Des excès d'eau sont souvent visibles en surface (stagnations), et un gley réduit (de couleur gris-bleu) apparaît presque toujours en profondeur.

Mise en valeur actuelle :

maïs, secondairement prés de fauche, jachères et peupleraies

Etendue estimée : 2 à 3 %



Ces sols peuvent être le lieu d'une érosion hydrique importante lors des crues des cours d'eau

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines loessiques du Moyen Sundgau

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun de la terre, avec stagnation d'eau en surface au printemps

- Position topographique :

Fonds de vallons

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide en surface, absence en profondeur

- Matériau :

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

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse sur tout le profil ; couleur gris rouille à gris bleuté en profondeur

Région naturelle N° 6
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
 des vallons des collines de lehm-loess**

11

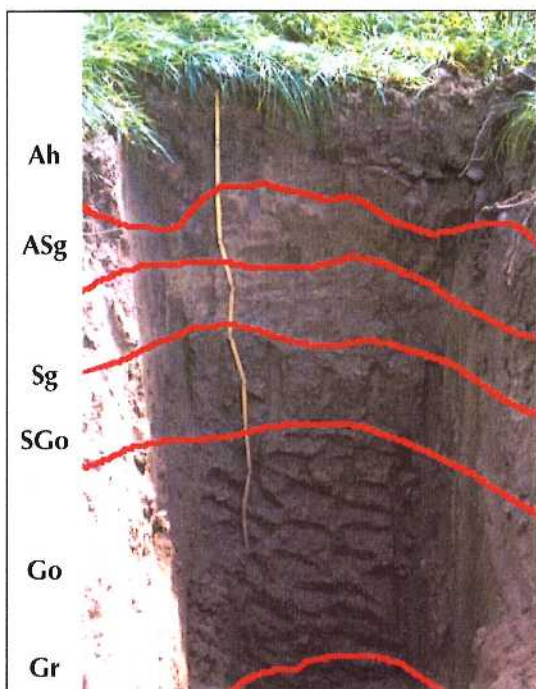
Sol limono-argileux, brun, faiblement calcaire, puis limono-argileux beige-jaunâtre à 40-70 cm, à nombreuses taches rouille, devenant gris rouille, puis gris bleuté ou blanchâtre en profondeur vers 100-140 cm. Gley non calcaire au-delà de 250 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Bettendorf : X = 972,4 - Y = 2299,6

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-40 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), faiblement calcaire, structure polyédrique (10 mm), très compact. Nombreuses racines.

Horizon ASg (40-70 cm) - Limon argileux, beige jaunâtre clair (2,5 Y 62), faiblement calcaire, structure polyédrique (30 mm), compact, non friable. Peu de racines. Nombreuses taches rouille.

Horizon Sg (70-100 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 54), traces de calcaire, structure prismatique (100 mm), compact. Peu de racines. Nombreuses taches rouille et concrétions noires.

Horizon SGo (100-140 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 64), faiblement calcaire, structure prismatique (100 mm), peu compact. Peu de racines. Très nombreuses taches rouille et concrétions noires.

Horizon Go (140-250 cm) - Limon argileux, gris jaunâtre (5 Y 53), faiblement calcaire, structure prismatique (500 mm), peu compact. Pas de racines. Très nombreuses taches trainées gris-rouille.

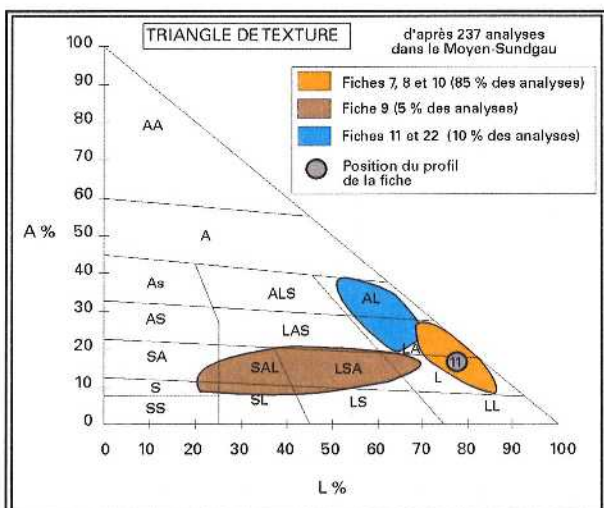
Horizon Gr (250 cm et +) - Limon argileux, gris blanchâtre (10 Y 4), non calcaire, structure continue, peu compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-40 cm	Ah	1,1	1,5	26,2	43,8	25,3	2,0
40-70 cm	ASg	0,2	0,5	26,4	48,0	23,7	1,2
70-100 cm	Sg	0,2	0,8	36,8	45,4	16,9	-
100-140 cm	SGo	0,4	1,1	28,8	47,6	22,1	-
140-250 cm	Go	0,0	1,0	34,6	43,1	21,3	-
250 cm	Gr	0,1	1,1	37,5	41,9	19,3	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P205 Dy, JH ppm	P205 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,5	2,9	-	10	10	8,17	7,1	40,7	1,19	0,15	0,03	13,9	sat
7,7	1,0	-	10	-	8,28	7,1	27,6	1,39	0,13	0,03	11,6	sat
-	0,8	-	-	-	8,33	7,2	21,3	1,04	0,09	0,03	7,7	sat
-	2,8	-	-	-	8,33	7,3	38,6	1,54	0,13	0,03	9,8	sat
-	1,8	-	-	-	8,34	7,3	33,0	1,54	0,13	0,03	9,1	sat
-	0,2	-	-	-	6,91	5,7	9,4	1,09	0,09	0,03	10,0	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Moyen-Sundgau

Région naturelle N° 6
Moyen Sundgau

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe,
 des vallons des collines de lehm-loess**

11

Sol limono-argileux, brun, faiblement calcaire, puis limono-argileux beige-jaunâtre à 40-70 cm, à nombreuses taches rouille, devenant gris rouille, puis gris bleuté ou blanchâtre en profondeur vers 100-140 cm. Gley non calcaire au-delà de 250 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement potentiel profond (de 100 à 150 cm), limité par les niveaux de battement de la nappe

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux sur toute la profondeur (20 à 25 % d'argile), apparition d'un gley profond, nappe à 150 cm
- Indice de battance moyen ($1,6 < R < 1,8$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 180 à 240 mm pour un enracinement de 80 à 100 cm (jusqu'à 300 mm pour 150 cm)
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total en traces (2-3 % au plus) et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (hydromorphie à 40-60 cm de profondeur). Nappe observée à 150 cm.
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Profondeur importante, substrat moyennement à peu perméable, ressuyage et réchauffement lents
- Sensibilité à la battance ; apports de sédiments par ruissellement en nappe et risques de cisaillement par les courants des crues
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur suffisant

Sol limono-argileux, brun, faiblement calcaire, puis limono-argileux beige-jaunâtre à 40-70 cm, à nombreuses taches rouille, devenant gris rouille, puis gris bleuté ou blanchâtre en profondeur vers 100-140 cm. Gley non calcaire au-delà de 250 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Eviter le drainage de ces sols utiles pour la protection de la qualité des eaux superficielles
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et d'embourbement

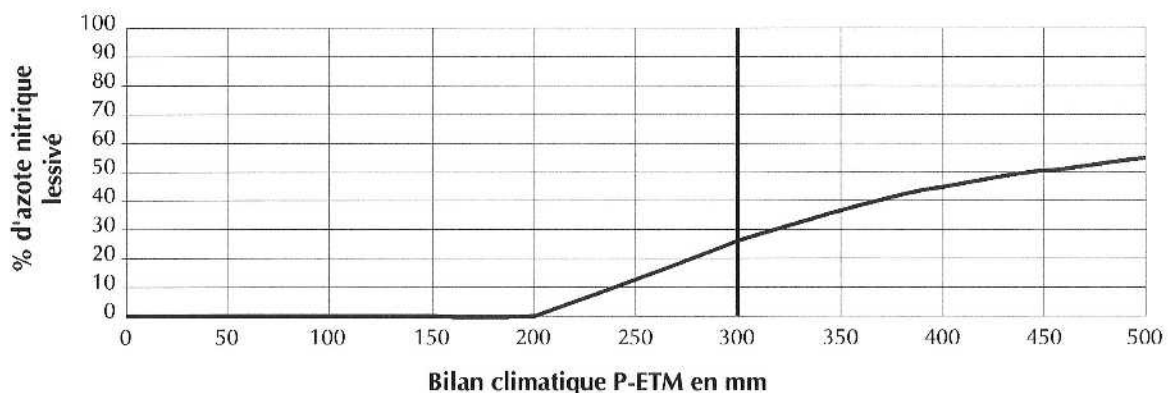
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcique à calcaire ; pas d'amendement calcique à prévoir
- 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 moyen (à P-ETM = 300 mm)

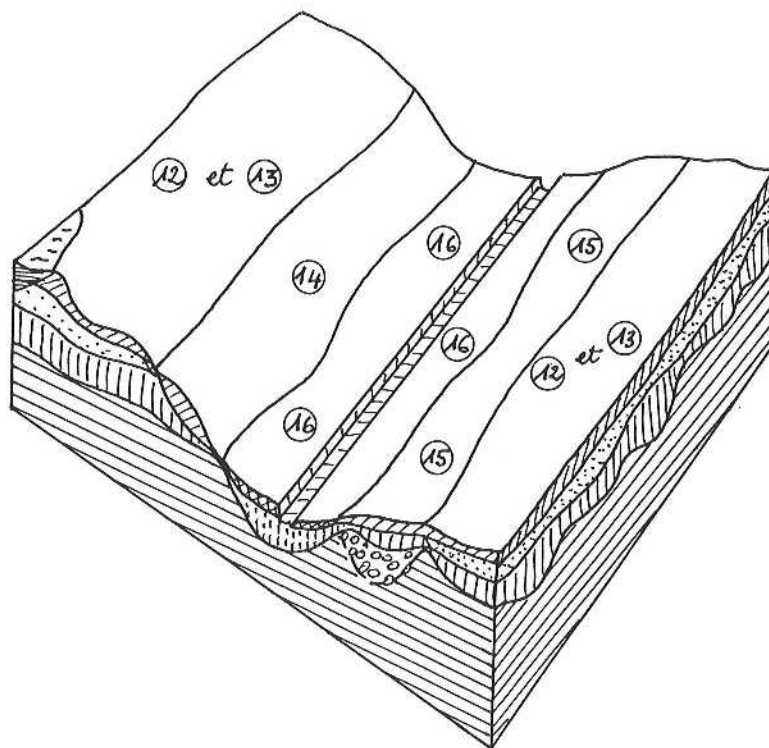
Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Contrainte liée à l'hydromorphie
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.

REPARTITION SCHEMATIQUE DES FICHES DE SOLS 12 A 16 DANS LE HAUT-SUNDGAU



Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau (en limite avec le **Moyen Sundgau**)

Fiche de sol n°
 Limon argileux sur argile limoneuse, acide,
 profond, des collines de lehm

12

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

Typologie des sols d'Alsace : code 22.0 (var. Hy 2)

Classification CPCS : Sol brun lessivé hydromorphe légèrement érodé sur lehm

Classification RP : Luvisol hydromorphe érodé issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à la limite de la partie centrale (Moyen Sundgau) et dans la partie Ouest du Sundgau (Haut Sundgau). Il correspond à des dépôts de lehm de plusieurs mètres d'épaisseur, situés en haut des collines sur des surfaces planes permettant l'entraînement des argiles en profondeur. Toutefois, le vallonnement de ces "plateaux" entraîne des transports locaux de limons qui rapprochent les niveaux argileux profonds de la surface en particulier sur les pentes.

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

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs,

très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : 5 à 10 %



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

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehm du Haut-Sundgau, en limite avec le Moyen Sundgau

- Position topographique :

Hauts de versants

- Matériau :

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

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun, battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



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

Région naturelle N° 6
Haut-Sundgau (en limite avec le Moyen Sundgau)

Fiche de sol n°
 Limon argileux sur argile limoneuse, acide,
 profond, des collines de lehm

12

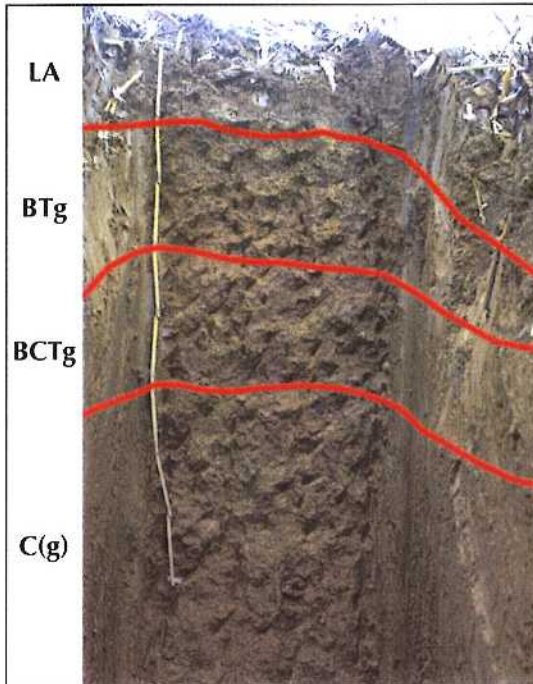
Sol limono-argileux, brun, acide, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant jaunâtre orangé, à nombreuses taches rouille et concrétions noires entre 65 et 115 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Bettendorf : X = 970,0 - Y = 2297,8

Octobre 1999 - Parcelle en maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

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

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

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

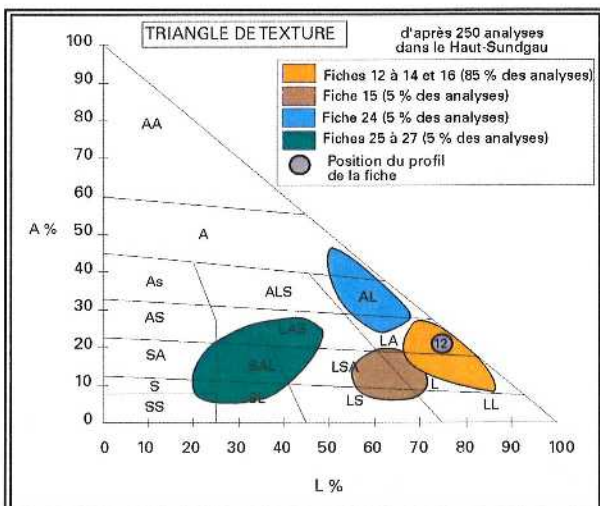
Horizon C(g) (115-200 cm) - Argile limoneuse, jaunâtre orangé (10 YR 56), structure continue à éclats anguleux (100 mm), peu compact. Pas de racines. Quelques concrétions noires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	1,4	1,7	35,3	37,8	21,5	2,2
30-65 cm	BTg	0,2	0,8	26,3	36,1	36,4	0,4
65-115 cm	BCTg	0,2	0,5	28,2	37,2	33,8	0,1
115-200 cm	C(g)	0,8	0,9	31,4	38,1	28,7	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,6	-	-	70	15	6,02	5,0	9,6	0,94	0,32	0,03	11,8	92
4,4	-	-	0	-	6,07	4,8	14,3	2,43	0,30	0,10	15,8	sat
2,6	-	-	20	-	5,20	3,8	8,9	2,93	0,19	0,10	14,7	83
-	-	-	-	-	5,21	3,8	7,5	2,58	0,15	0,10	12,5	83



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Haut-Sundgau

Région naturelle N° 6
Haut-Sundgau (en limite avec le Moyen Sundgau)

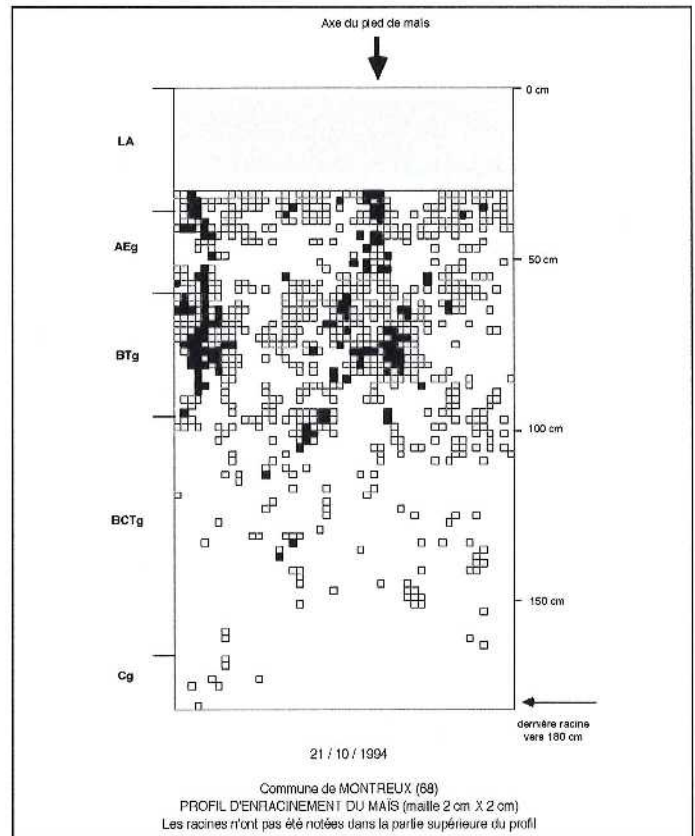
Fiche de sol n°
 Limon argileux sur argile limoneuse, acide,
 profond, des collines de lehm

12

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

Enracinement du maïs

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



CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus), mais parfois limité par des tassements à 40-60 cm
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (de 20 % d'argile en surface à 35 % en profondeur)
- Indice de battance élevé ($1,8 < R < 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,50 à 1,65 (au niveau de BTg)
- Réserve utile de 160 à 240 mm pour un enracinement de 80 à 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH compris entre 5,5 et 6,0 en surface parfois voisin de 6,0-6,5 en profondeur
- Calcaire total de 0 sur tout le profil et complexe adsorbant légèrement désaturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

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

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

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été, sous réserve d'une amélioration de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère 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 nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

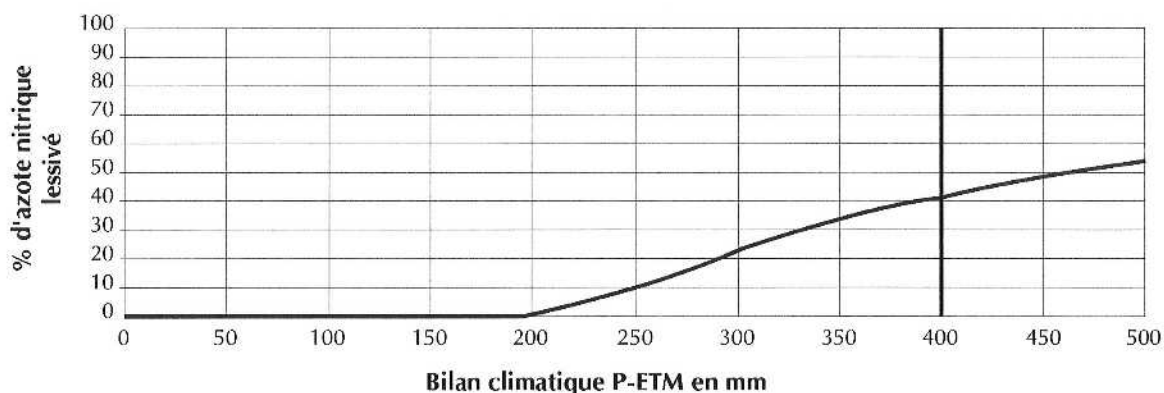
Fertilisation et entretien calcique

- Sol acide ; amendement calcique indispensable
- Contrôle et entretien du taux de matière organique
- 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 = 400 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant à cause de l'acidité naturelle limite (le contrôle du pH est nécessaire), du risque élevé de lessivage des nitrates
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable
- Contrainte liée au risque potentiel d'érosion.

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

13

Sol limono-argileux, brun, acide, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant grisâtre orangé, à nombreuses taches gris rouille dès 30 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.0 (var. Hy 3+)
Classification CPCS : Sol lessivé hydromorphe sur lehm
Classification RP : Luvisol rédoxisol issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol caractérise la partie Ouest du Sundgau (Haut Sundgau). Il correspond à des dépôts de lehm de plusieurs mètres d'épaisseur, situés en haut des collines sur des surfaces planes permettant un entraînement prononcé des argiles en profondeur notamment du fait d'une pluviométrie élevée (> 1 000 mm). Ainsi, dans ces sols, les traces d'excès d'eau sont toujours manifestes à partir de 30 à 40 cm de profondeur et parfois dès la surface (présence de concrétions ferro-manganiques noires rappelant des "plombs de fusil de chasse"). Ces limons sont "blanchis" en surface, mais à la différence de ceux du Bas Sundgau (fiche n° 1), l'appauvrissement en matière organique est ici lié à l'acidification (pH compris entre 5 et 6) et au lessivage prononcés de ces sols.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs,
très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : 5 à 10 %



La sensibilité de ces sols au tassement conduit à une structure constituée de mottes "delta" non utilisables par le système racinaire et à un lissage de la base du labour

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehm du Haut-Sundgau

- Position topographique :

Haut de versants à pente faible

- Matériau :

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

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun grisé de la terre de surface, battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11

Haut-Sundgau

Sol limono-argileux, brun, acide, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant grisâtre orangé, à nombreuses taches gris rouille dès 30 cm.

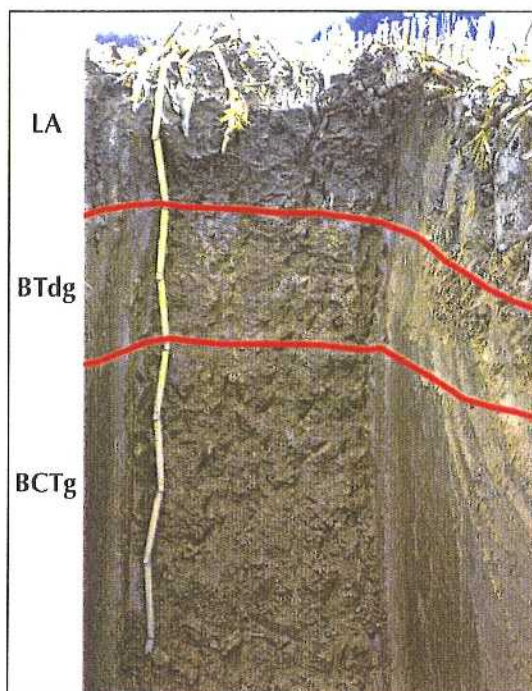
Fiche de sol n°
Limon argileux sur argile limoneuse, acide,
hydromorphe, des collines de lehm

13**UN EXEMPLE DE PROFIL**

Novembre 1999 - Parcelle en maïs

Friesen : X = 961,2 - Y = 2295,1

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0-30 cm) - Limon, beige grisé (10 YR 54), structure polyédrique à cubique (30 mm), peu compact, peu friable. Racines peu nombreuses.

Horizon BTdg (30-75 cm) - Argile limoneuse, beige orangé (7,5 YR 56), structure prismatique (80 mm), compact, non friable. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches gris-rouille.

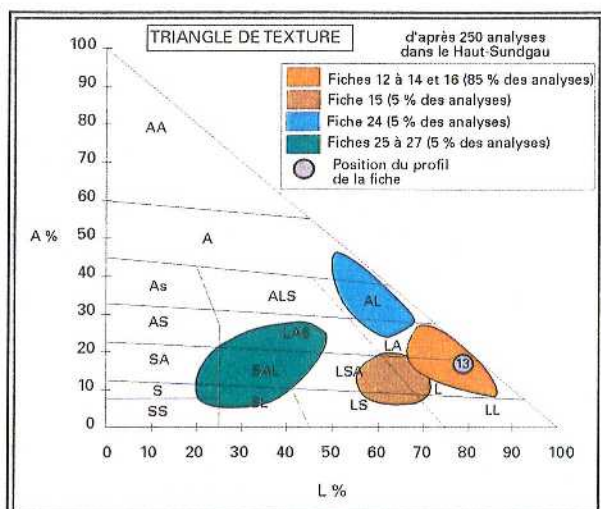
Horizon BCTg (75-160 cm) - Argile limoneuse, beige orangé (10 YR 56), structure continue à éclats anguleux (100 mm), très compact. Pas de racines. Très nombreuses taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	1,7	1,6	34,7	43,5	16,9	1,6
30-75 cm	BTdg	1,3	1,4	29,7	37,8	29,4	0,3
75-160 cm	BCTg	0,3	0,7	27,5	39,7	31,6	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,3	-	-	130	63	5,94	4,8	5,0	1,09	0,47	0,03	9,0	74
4,2	-	-	10	-	5,63	4,3	7,7	1,88	0,23	0,03	11,3	87
2,9	-	-	10	-	5,02	3,6	6,3	3,08	0,15	0,06	14,2	67

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Haut-Sundgau

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

13

Sol limono-argileux, brun, acide, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant grisâtre orangé, à nombreuses taches gris rouille dès 30 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité par l'intensité d'apparition de l'hydromorphie et le plancher argileux (de 40 à 80 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond (100 cm environ)
- Superposition des textures : limon argileux sur argile limoneuse (de 15 à plus de 30 % d'argile)
- Indice de battance très élevé ($R < 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,3 à 1,5-1,7 (au niveau de BTdg)
- Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement limité à 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3(+)
- pH compris entre 5,0 et 6,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total ; complexe adsorbant nettement désaturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

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

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

13

Sol limono-argileux, brun, acide, puis argile limoneuse beige-orangé à 30 cm, devenant grisâtre orangé, à nombreuses taches gris rouille dès 30 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été sous réserve d'améliorations impératives : évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

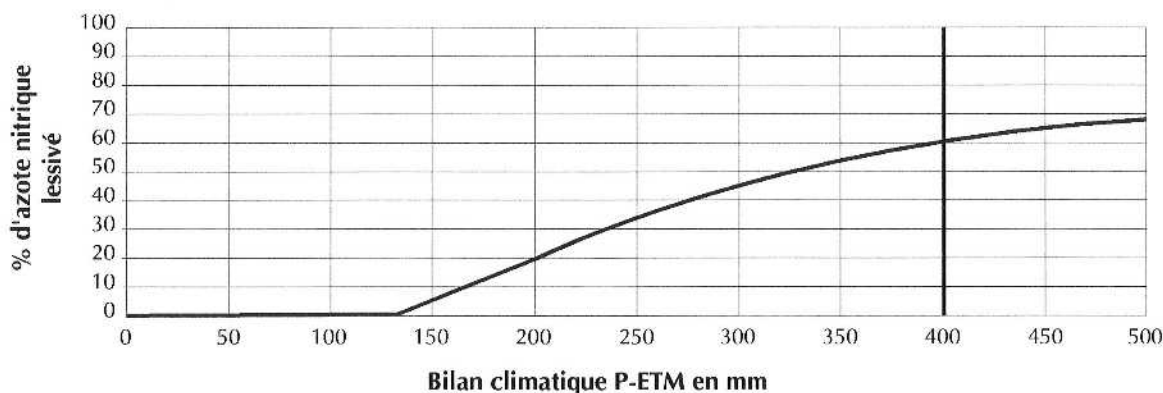
Fertilisation et entretien calcique

- Sol acide à pH compris entre 5,0 et 6,0 ; amendement calcique indispensable
- Entretien du taux de matière organique
- 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 très élevé (à P-ETM = 400 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'acidité naturelle, de l'hydromorphie de ces sols et du risque très élevé de lessivage des nitrates.

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

14

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun, acide, puis limon argileux orangé à 30 cm à nombreuses glosses gris-rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires au-delà de 90-100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.6

Classification CPCS : Sol lessivé hydromorphe érodé sur lehm

Classification RP : Luvisol rédoxisol tronqué issu de lehm

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

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

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

Etendue estimée : moins de 2 %



Sur ces sols, le labour amène en surface par place une terre argileuse ôcre orangé

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- localisation géographique :

Collines de lehm du Haut-Sundgau

- Position topographique :

Haut de versants à pente forte

- Matériau :

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

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre de surface, battance

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



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

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

14

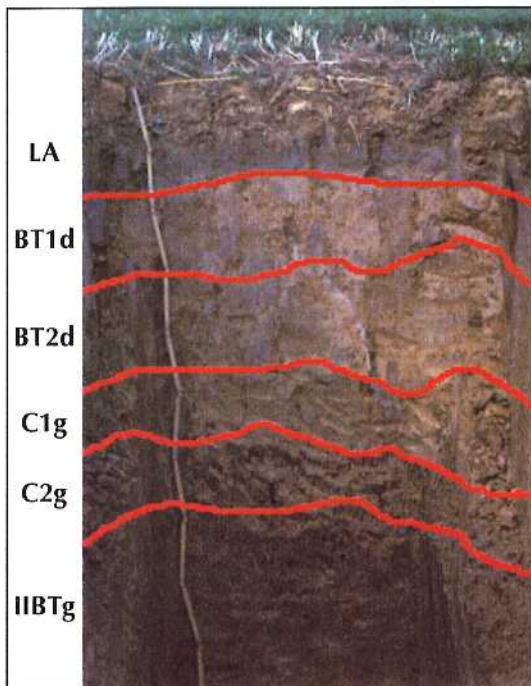
Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun, acide, puis limon argileux orangé à 30 cm à nombreuses glosses gris-rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires au-delà de 90-100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Bettendorf : X = 971,3 - Y = 2291,3

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA(BT) (0-30 cm) - Limon argileux (à argile limoneuse), beige (10 YR 42), structure polyédrique subanguleuse (15 mm), compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon BT1d (30-60 cm) - Limon argileux, beige orangé (10 YR 56), structure polyédrique (30 mm), compact, non friable. Racines peu nombreuses. Trainées gris-rouille en glosses.

Horizon BT2d (60-90 cm) - Limon argileux, orangé (10 YR 56), structure polyédrique (50 mm), compact, non friable. Très peu de racines. Trainées gris-rouille en glosses.

Horizon C1g (90-120 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 66), structure polyédrique (50 mm), peu compact, non friable. Pas de racines. Concrétions noires assez nombreuses.

Horizon C2g (120-140 cm) - Limon argileux, jaunâtre (2,5 Y 66), structure polyédrique (50 mm), compact, non friable. Pas de racines. Concrétions noires assez nombreuses.

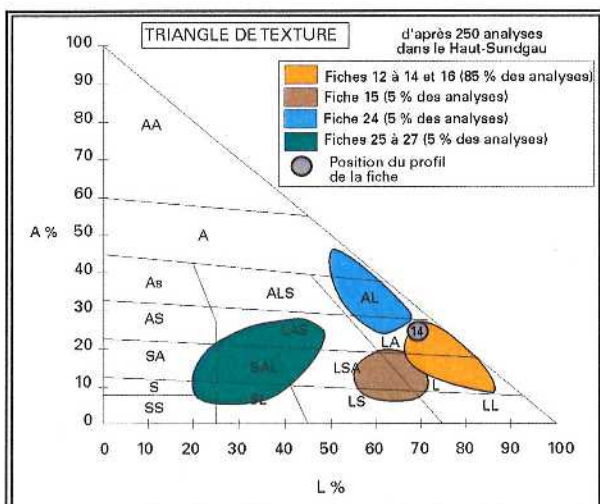
Horizon IIBTg (140-200 cm) - Argile limoneuse, orangé (10 YR 56), structure polyédrique (50 mm), très compact. Pas de racines. Très nombreuses taches gris-rouille et concrétions noires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	1,2	1,8	28,5	39,5	26,2	2,8
30-60 cm	BT1d	0,3	1,0	27,2	47,0	24,1	0,4
60-90 cm	BT2d	0,5	1,3	28,4	47,6	22,3	-
90-120 cm	C1g	1,1	1,5	32,2	42,4	22,8	-
120-140 cm	C2g	5,4	2,3	32,4	40,8	19,2	-
140-200 cm	IIBTg	1,5	2,7	27,5	35,1	33,2	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFE	
8,1	0,0	-	430 Dy	129	6,81	5,7	12,9	1,59	0,68	0,06	14,3	sat
5,8	0,2	-	10 JH	-	7,59	6,2	14,6	1,54	0,15	0,10	6,9	sat
-	0,2	-	-	-	7,57	6,1	12,8	1,98	0,11	0,10	10,1	sat
-	0,0	-	-	-	7,20	5,6	8,1	2,28	0,09	0,03	7,2	sat
-	0,0	-	-	-	6,82	5,4	7,6	2,48	0,09	0,03	9,1	sat
-	0,0	-	-	-	5,86	4,6	12,0	3,57	0,17	0,06	13,6	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Haut-Sundgau

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

14

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun, acide, puis limon argileux orangé à 30 cm à nombreuses glosses gris-rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires au-delà de 90-100 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité par la profondeur d'apparition d'un niveau argileux érodé (de 30 à 40 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond (80-100 cm au plus)
- Superposition des textures : limon argileux (25 à 30 % d'argile) puis argile limoneuse en profondeur
- Indice de battance limité ($1,4 < R < 1,6$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,5 à 1,75 (au niveau de BTd)
- Réserve utile de 150 à 180 mm pour un enracinement de 80 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3
- pH supérieur à 6,0 à 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

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

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

14

Sol limono-argileux à argilo-limoneux, brun, acide, puis limon argileux orangé à 30 cm à nombreuses glosses gris-rouille, devenant jaunâtre à concrétions noires au-delà de 90-100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités limitées pour l'éventail de cultures non irriguées que ce sol supporte du fait de sa juxtaposition avec les séries de sols 12 et surtout 13 et 16.
- Evacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.
- Une sensibilité potentielle au ruissellement nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

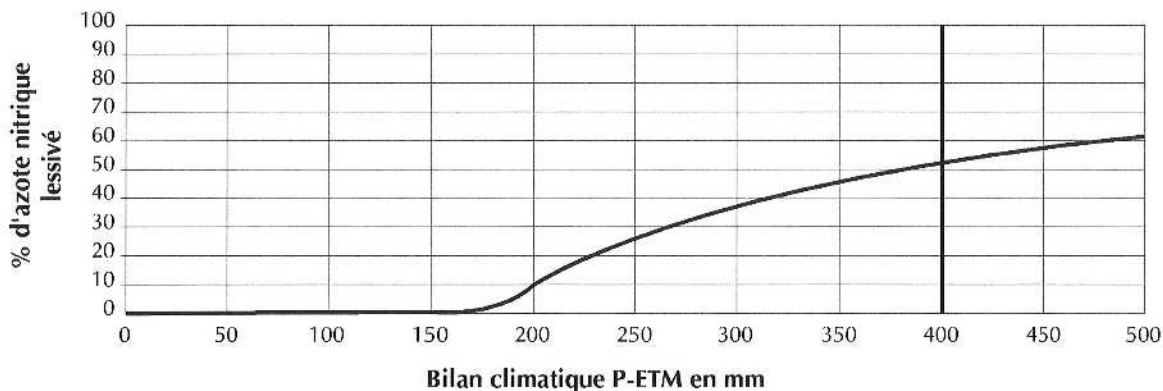
Fertilisation et entretien calcique

- Sol légèrement acide ; amendement calcique éventuel après mesure du pH
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque élevé (à P-ETM = 400 mm)

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



Pouvoir épurateur

- A peine suffisant, voire insuffisant si association avec les sols 13 et 16 sur la même parcelle.
- Attention au risque de ruissellement en nappe.
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
- La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
- Le contrôle du pH est indispensable.

Région naturelle N° 11

Haut-Sundgau

Sol limoneux à limono-sablo-argileux, brun, puis limon argileux beige-jaunâtre à 30 cm, à nombreuses taches gris rouille, devenant sablo-argileux beige orangé à nombreux galets vers 100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPC5 : Sol brun limoneux hydromorphe sur cailloutis

Classification RP : Brunisol rédoxisol issu de lehm sur cailloutis

Fiche de sol n°
Limon à limon sablo-argileux, acide,
hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis**15****GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE**

Ce type de sol correspond à des affleurements où les limons ont été dégagés par érosion et sont d'une épaisseur moindre. C'est souvent le cas sur les ruptures de pente observées dans le haut ou dans le bas des versants. Dans les bas de versants, ce sol à forte charge de galets siliceux présente souvent une matrice très limoneuse, voire limono-argileuse (profil présenté dans la fiche n° 9). Dans le haut des versants, la matrice est plutôt limono-sablo-argileuse et se limite à 30 ou 60 cm au plus, puis fait place à un sable argileux et fortement caillouteux (profil présenté dans cette fiche). C'est le cailloutis du Sundgau. Dans les 2 situations, ces sols sont hydromorphes du fait d'un niveau imperméable sous-jacent proche de la surface. Ils sont souvent le lieu de mouillères et de sources.

Mise en valeur actuelle :

bordure des champs de maïs vers les bois en amont des collines, prairies de fauches, jachères et cultures fourragères en bas de pentes

Etendue estimée : 2 à 3 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE**- Localisation géographique :**

Collines de lehm du Haut Sundgau

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre de surface, nombreux galets

- Position topographique :

Haut de versants à pente forte

au toucher (surface) :



- Texture de surface limoneuse à sablo-argileuse

- Matériau :

Matériau limoneux non calcaire sur toute sa profondeur, beige-orangé en profondeur

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



- Sol moyennement profond (60 cm) ; texture limoneuse puis sablo-argileuse, couleur jaunâtre rouille en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu à moyennement profond (40 à 80 cm)
- Superposition des textures : limon à limon sablo-argileux sur tout le profil (15 à 20 % d'argile), reposant sur un sable argilo-caillouteux
- Indice de battance très élevé ($R > 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 120 à 140 mm pour 70 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H1 - H2 - parfois H3
- pH compris entre 6,0 à 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant légèrement désaturé

Région naturelle N° 11

Haut-Sundgau

Sol limoneux à limono-sablo-argileux, brun, puis limon argileux beige-jaunâtre à 30 cm, à nombreuses taches gris rouille, devenant sablo-argileux beige orangé à nombreux galets vers 100 cm.

Fiche de sol n°

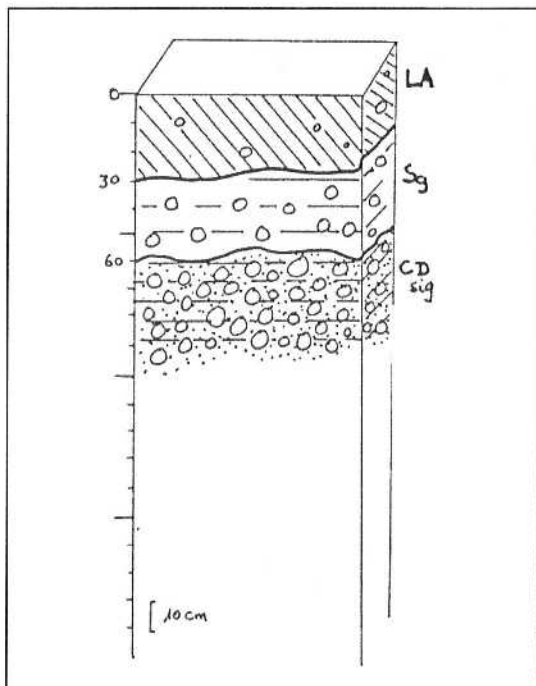
Limons à limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis

15**UN EXEMPLE DE PROFIL**

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Bettendorf : X = 962,9 - Y = 2295,9

Profil typique de l'unité

**DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE**

Horizon LA (0-30 cm) - Limon, beige grisé (10 YR 53), structure polyédrique subanguleuse (10 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques taches rouille. Quelques galets (10 %).

Horizon Sg (30-60 cm) - Limon argileux, beige jaune clair (10 YR 64), structure polyédrique (30 mm), compact, peu friable. Nombreuses racines. Nombreuses taches gris-rouille. Nombreux galets (30 %).

Horizon CDsig (60-100 cm) - Sable argileux, beige orangé (10 YR 56), structure particulière, très compact. Peu de racines. Nombreuses taches rouille. Très nombreux galets (60 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LA	8,8	5,8	32,7	35,6	15,3	1,9
30-60 cm	Sg	14,4	7,9	24,8	32,2	20,2	0,7
60-100 cm	CDsig	37,7	28,1	7,4	12,3	14,4	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, Jlt ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
9,6	-	-	470	125	6,13	5,0	5,4	0,40	0,62	0,03	7,8	83
6,7	-	-	80	-	6,62	5,2	5,4	0,64	0,40	0,03	7,4	87
-	-	-	-	-	6,59	5,3	5,3	0,64	0,13	0,03	5,8	sat

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau aux sorties de sources (hydromorphie à 30-40 cm), absence ailleurs
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Indice de battance très élevé (> 2,0)
- Stabilité structurale faible à très faible
- Profondeur moyenne (30 à 80 cm au plus), substrat perméable pouvant être localement colmaté, sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause du pH bas, de la faible RU et du risque quasi-certain de lessivage de l'azote.

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

16

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

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

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

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol, comme ceux des fiches 13 et 14 auxquels il est lié, est une caractéristique de la partie Ouest du Sundgau (Haut Sundgau). Il correspond à des dépôts successifs de lehm dans le fond des vallons. Ces sols, très limoneux en surface (12 à 15 % d'argile) présentent un entraînement prononcé des argiles en profondeur (le taux d'argile y est multiplié par plus de 2).

Ainsi, dans ces sols, les traces d'excès d'eau sont souvent manifestes dès la surface et ceux-ci sont fréquemment engorgés. Comme pour les sols de la fiche 13, ces limons sont "blanchis" en surface et les concrétions ferro-manganiques ("plombs de chasse"), peuvent apparaître en quantités importantes. Enfin, il faut noter qu'il existe sur les versants toute une série de sols intermédiaires entre ceux des fiches 13 et 16, respectivement situés en position haute et basse de ces versants.

Mise en valeur actuelle :

essentiellement maïs,
très secondairement céréales à paille ou cultures fourragères

Etendue estimée : environ 5 %



La position topographique laisse une humidité persistante à la surface de ces sols et conduit souvent à l'aménagement de petits étangs pour la pêche de la carpe

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines de lehm du Haut-Sundgau

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun grisé de la terre, battance, nombreuses concrétions noires

- Position topographique :

Fonds de vallons

au toucher (surface) :



- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse

- Matériau :

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

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence en surface et en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) engorgé ; texture limono-argileuse puis argileuse, rougeâtre en profondeur

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

16

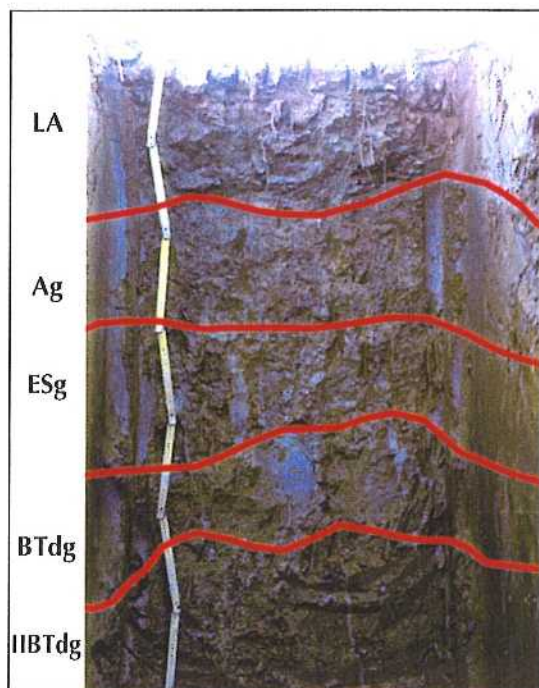
Sol limoneux, brun, acide, puis limon argileux beige grisé, puis orangé à 40-60 cm, devenant orangé à trainées grisâtres et nombreuses taches gris rouille jusqu'à 90-120 cm. Argile orangé rougeâtre au-delà.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Friesen : X = 961,2 - Y = 2294,9

Novembre 1999 - Parcelle en maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-40 cm) - Limon, beige (10 YR 43), structure polyédrique (30 mm) peu compact, peu friable. Nombreuses racines.

Horizon Ag (40-60 cm) - Limon argileux, beige grisé (10 YR 53), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Taches gris rouille assez nombreuses.

Horizon ESg (60-90 cm) - Limon argileux, beige orangé (10 YR 54/56), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), compact. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches gris rouille.

Horizon BTdg (90-120 cm) - Limon argileux, orangé (10 YR 56), structure prismatique (150 mm), compact. Pas de racines. Quelques trainées gris rouille en glosses.

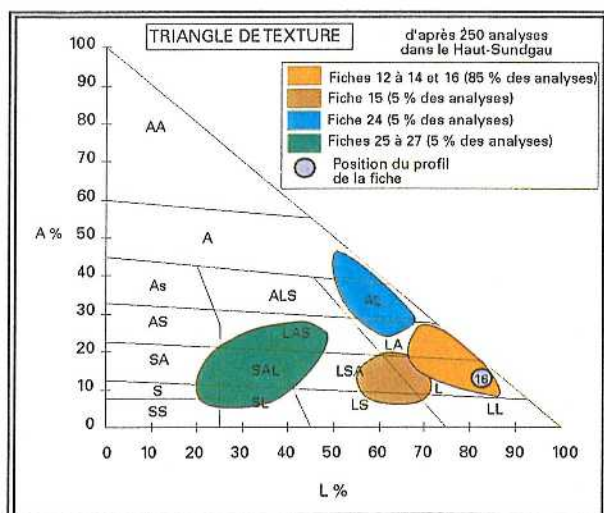
Horizon IIBTdg (120-150 cm) - Argile, orangé rougeâtre (7,5 YR 56), structure polyédrique subanguleuse (100 mm), non plastique. Pas de racines. Trainées gris rouille assez nombreuses (glosses).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-40 cm	LA	1,6	1,8	38,1	41,6	15,2	1,8
40-60 cm	Ag	1,3	1,9	33,6	38,9	23,9	0,5
60-90 cm	ESg	0,7	1,2	33,5	44,3	20,1	0,3
90-120 cm	BTdg	0,2	0,6	29,7	43,1	26,2	0,2
120-150 cm	IIBTdg	1,9	1,2	25,1	32,8	38,9	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	-	-	130	46	5,84	4,7	5,0	0,84	0,34	0,03	8,6	73
6,2	-	-	50	-	5,92	4,7	8,7	1,59	0,26	0,03	11,9	89
5,2	-	-	40	-	5,90	4,7	7,6	1,49	0,17	0,03	10,2	91
3,9	-	-	210	-	5,71	4,2	8,8	2,18	0,15	0,06	9,0	sat
-	-	-	-	-	5,90	4,3	11,2	3,27	0,17	0,10	13,4	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Haut-Sundgau

Région naturelle N° 11
Haut-Sundgau

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

16

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

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité par l'apparition de l'hydromorphie et le plancher argileux (de 40-60 à 80-100 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus)
- Superposition des textures : limon sur limon argileux puis argile (de 15 à plus de 30 % d'argile)
- Indice de battance très élevé ($R < 2,0$)
- Classe de stabilité structurale : 5
- Densité apparente de 1,3 à 1,5-1,75 (au niveau de BTdg)
- Réserve utile de 180 à 240 mm pour un enracinement de 80 à 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3 - H3+
- pH compris entre 5,0 et 6,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total ; complexe adsorbant nettement désaturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

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

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

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été
- Améliorations possibles par drainage ; le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.
- Une sensibilité potentielle au ruissellement élevée nécessite la mise en place de mesures adaptées de lutte contre le ruissellement (gestion de l'état de surface du sol et, ou aménagement).

Praticabilité et travail du sol

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

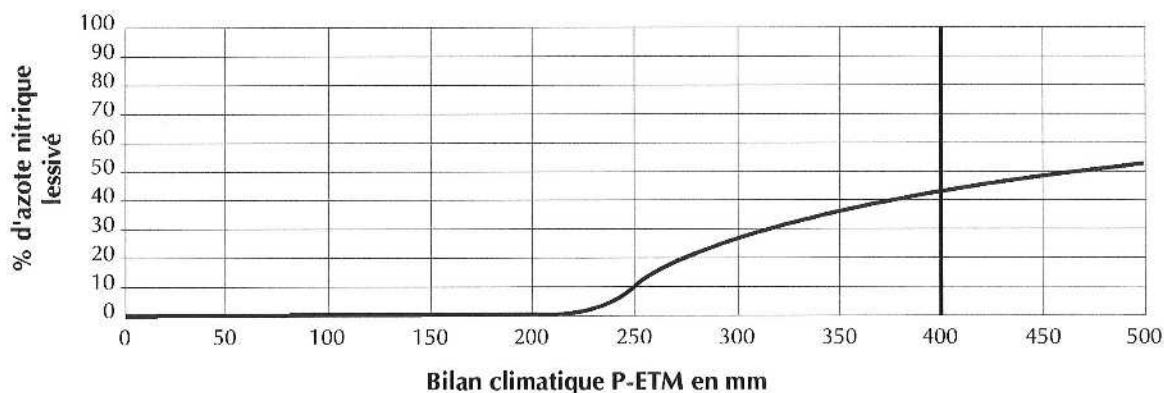
Fertilisation et entretien calcique

- Sol acide à pH compris entre 5,0 et 6,0 ; amendement calcique indispensable
- Contrôle et entretien du taux de matière organique
- 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 = 400 mm)

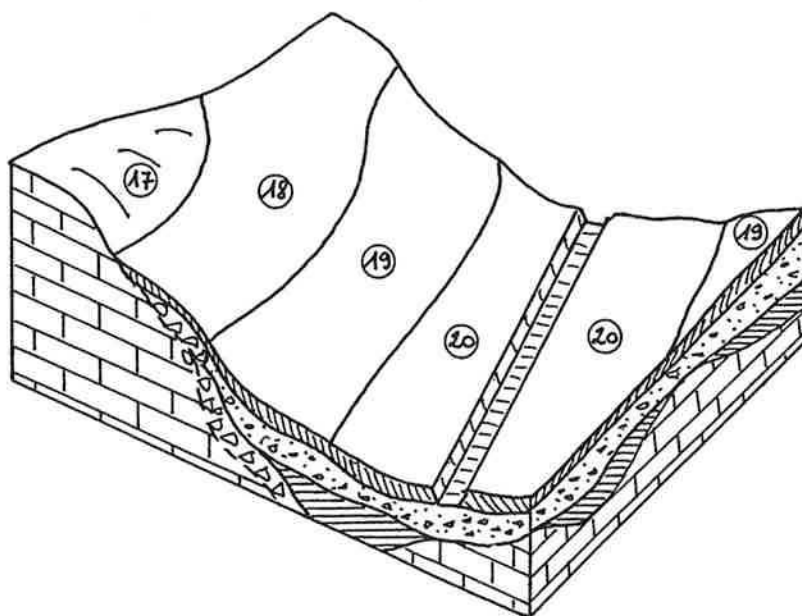
Lessivage hivernal des nitrates
avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
(modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'acidité naturelle, du risque élevé de lessivage des nitrates et de l'hydromorphie de ces sols.

REPARTITION SCHEMATIQUE DES FICHES DE SOLS 17 A 20 DANS LE JURA ALSACIEN



Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, sur calcaire peu profond
des buttes calcaires

17

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse, jaunâtre, calcaire et caillouteuse, puis roche calcaire entre 40 et 60 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Rendzine à sol brun calcaire issu de calcaire dur

Classification RP : Rendosol et calcosol issu de calcaire dur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à l'affleurement des calcaires durs qui forment l'assise de base du Sundgau (ils apparaissent localement sur certaines pentes fortes du Bas Sundgau) et qui caractérisent le Jura Alsacien. Ils forment des croupes rocheuses laissant souvent apparaître la roche nue.

Dans ces situations, les sols, lorsqu'ils peuvent se développer, sont superficiels (moins de 30 à 40 cm), très calcaires et caillouteux. Ils sont valorisés en agriculture essentiellement sous forme de pâture exploitées au début du printemps. A défaut, ils supportent principalement des bois de feuillus.

Mise en valeur actuelle :

versants mixtes de bois et de prés vergers

Etendue estimée : environ 5 %



Le calcaire dur sous-jacent affleure souvent en surface

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Versants calcaires des collines du Jura alsacien

- Position topographique :

Sommet des collines, haut des versants

- Matériau :

Matériau argilo-limoneux à limono-argilo-sableux, calcaire, caillouteux, beige jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre, cailloux et affleurements rocheux
- Texture argilo-limono-sableuse, au toucher plastique à l'état humide

au toucher (surface) :



- Faiblement à fortement effervescent à l'acide

à la pissette (HCl) :



- Texture lourde, couleur brun, jaunâtre en profondeur, tarière bloquée sur dalle caillouteuse à 30-50 cm.

à la tarière :



Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
**Argile limono-sableuse, sur calcaire peu profond
des buttes calcaires**

17

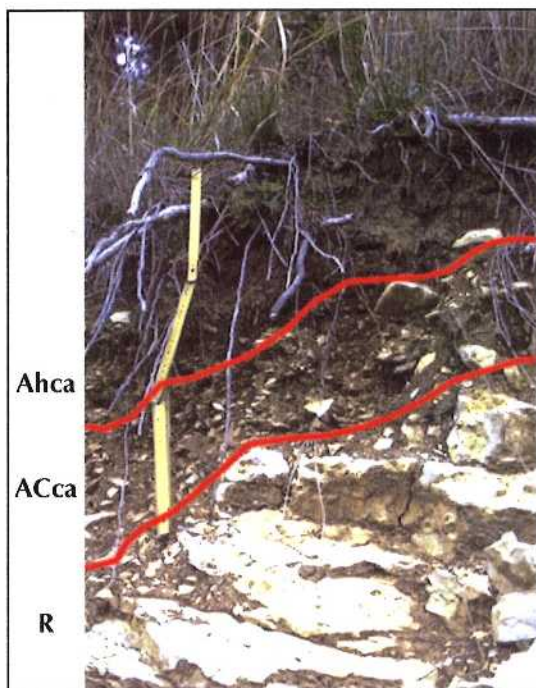
**Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis
argile limono-sableuse, jaunâtre, calcaire et caillouteuse, puis roche calcaire entre 40 et 60 cm.**

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Winkel : X = 971,7 - Y = 2285,8

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ahca (0-25 cm) - Argile limoneuse, beige (10 YR 32), calcaire, structure polyédrique subanguleuse (10 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques cailloux calcaires (10 à 20 %).

Horizon ACca (25-60 cm) - Argile limono-sableuse, calcaire, beige jaunâtre (2,5 Y 66), structure polyédrique (5 mm), peu compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Nombreux cailloux calcaires (30 à 40 %).

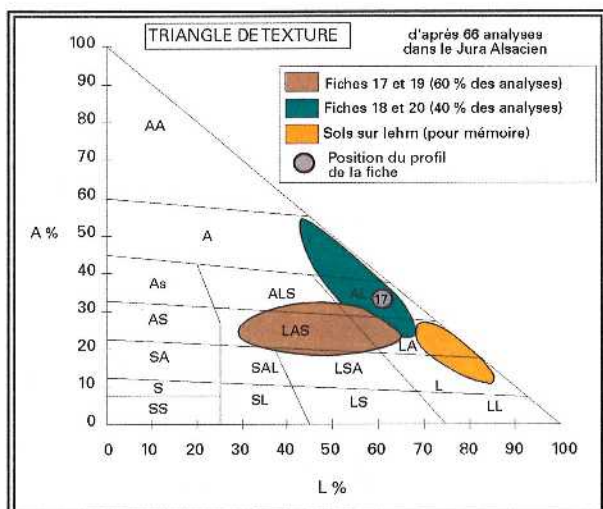
Horizon R (60 cm et +) - Roche calcaire dure.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	Ahca	1,6	2,5	36,3	23,6	32,7	3,1
25-60 cm	ACca	12,0	4,3	23,1	26,2	31,5	3,0
> 60 cm	R	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/l en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
14,2	1,8	-	10	10	7,90	7,0	41,8	0,55	0,34	0,06	23,5	sat
9,9	30,0	9,3	10	-	8,32	7,6	50,0	0,25	0,30	0,03	19,4	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Jura alsacien

Région naturelle N° 11

Jura alsacien**Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse, jaunâtre, calcaire et caillouteuse, puis roche calcaire entre 40 et 60 cm.**Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, sur calcaire peu profond
des buttes calcaires**17****Enracinement du maïs**

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

Enracinement limité par l'apparition du substrat rocheux (de 20 à 50 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol superficiel (20 à 50 cm), avec affleurements rocheux calcaires
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à argile limono-sableuse (30-35 % d'argile), avec nombreux cailloux calcaires
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 2
- Densité apparente de 1,1 à 1,3
- Réserve utile de 40 à 60 mm pour un enracinement limité à 30-40 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 7,5-8,0 sur tout le profil
- Calcaire total jusqu'à 30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau (pas d'hydromorphie)
- Sols à réserve utile très déficiente du fait d'une faible profondeur et d'une charge très élevée en éléments grossiers
- Profondeur faible à très faible, substrat perméable, ressuyage et réchauffement rapides et forte perméabilité
- Pas de risque de ruissellement
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant ; roches karstiques, risque élevé vis-à-vis de la qualité de l'eau.

Région naturelle N° 11

Jura alsacien

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limono-sableuse, jaunâtre, calcaire et caillouteuse, puis roche calcaire entre 40 et 60 cm.

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse, sur calcaire peu profond
des buttes calcaires**17****COMMENTAIRES AGRONOMIQUES****Potentialités et aménagement foncier éventuel**

- Potentialités défavorables à toutes cultures
- Pâtures de début printemps, sèches en fin de printemps

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques limités par la faible profondeur et la charge en cailloux

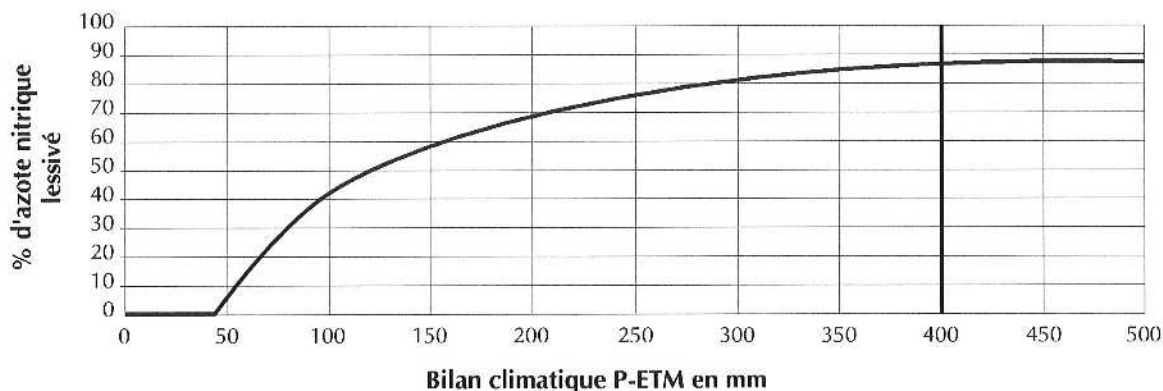
Fertilisation et entretien calcique

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

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 400 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 très faible réserve utile
- Roches karstiques, risque élevé vis-à-vis de la qualité de l'eau

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires

18

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, caillouteux, puis limon argilo-sableux à 25 cm, orangé, calcaire et caillouteux, puis argile rougeâtre faiblement calcaire très caillouteuse à 70 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcaire issu de calcaire dur

Classification RP : Calcosol caillouteux issu de calcaire dur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à des sols calcaires peu profonds issus de l'altération de calcaires durs et tendres sur les hauts de pentes herbagères des collines du Jura Alsacien. Ils se situent immédiatement à l'aval des sols précédents de la fiche n° 17.

Dans ces situations, les sols qui se développent sont peu à moyennement profonds (30 à 70 cm) et caillouteux. Ils sont valorisés en agriculture soit sous forme de pâture, soit en céréales à paille.

Mise en valeur actuelle :

versants mixtes de bois, de prés vergers et localement céréales à paille

Etendue estimée : environ 3 %



La présence forte de cailloux et pierres calcaires est un obstacle important au travail du sol

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Versants calcaires des collines du Jura alsacien

- Position topographique :

Haut de versants

- Matériau :

Matériau argilo-limoneux à limono-argilo-sableux, calcaire, caillouteux, beige jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre, cailloux et pierres

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limono-sableuse, au toucher plastique à l'état humide

à la pissette (HCl) :



- Faiblement à fortement effervescent à l'acide

à la tarière :



- Sol peu profond ; texture argilo-limoneuse puis limono-argilo-sableuse, couleur brun jaunâtre à orangé rougeâtre en profondeur

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires

18

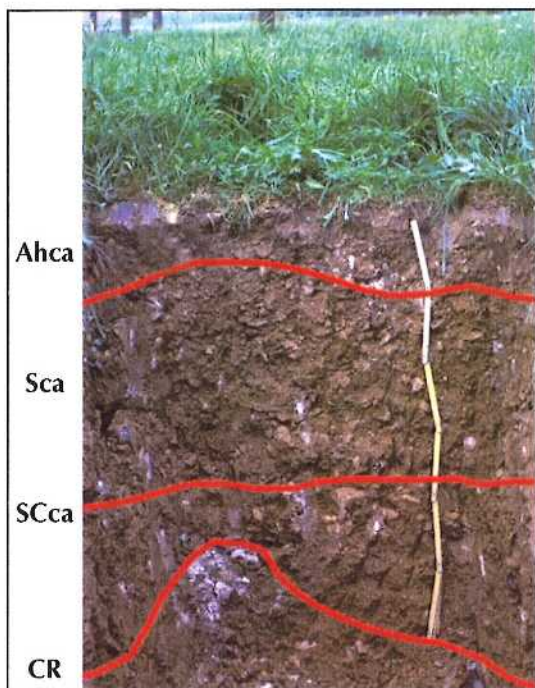
Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, caillouteux, puis limon argilo-sableux à 25 cm, orangé, calcaire et caillouteux, puis argile rougeâtre faiblement calcaire très caillouteuse à 70 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Koestlach : X = 972,4 - Y = 2290,2

Octobre 1999 - Parcelle en pré

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ahca (0-25 cm) - Argile limono-sableuse, beige (10 YR 44), calcaire, structure polyédrique (20 mm), compact, peu plastique. Nombreuses racines. Quelques cailloux calcaires et quartziques (5%).

Horizon Sca (25-70 cm) - Limon argilo-sableux, orangé (10 YR 56), calcaire, structure polyédrique (20 mm), compact, non plastique. Racines peu nombreuses. Nombreux cailloux calcaires (20 à 30 %).

Horizon SCca (70-115 cm) - Argile, orangé rougeâtre (10 YR 58), structure polyédrique (50 mm), compact, plastique. Pas de racines. Nombreux cailloux calcaires (20 à 30 %).

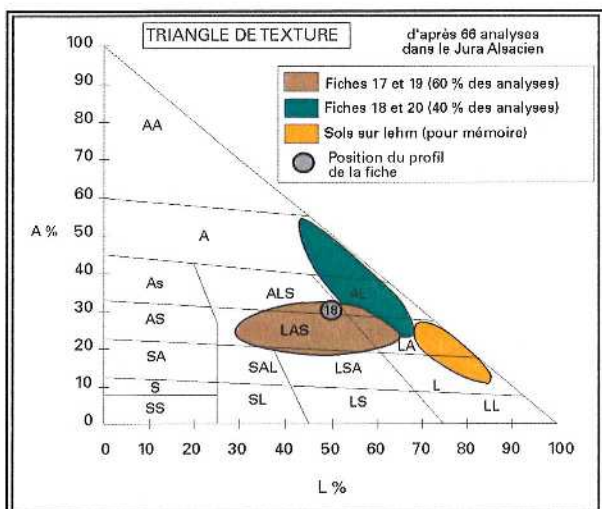
Horizon CR (115 cm et +) - Argile, rougeâtre (7,5 YR 58), structure continue à éclats anguleux (50 mm), compact, plastique. Pas de racines. Très nombreux blocs calcaires (40 à 60 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	Ahca	4,9	9,1	22,5	26,8	31,3	5,3
25-70 cm	Sca	10,8	14,7	22,0	26,7	25,2	-
70-115 cm	SCca	5,4	11,1	16,2	23,7	43,5	-
> 115 cm	CR	2,6	8,0	13,1	20,8	55,5	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JII ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					sT en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	3,3	0,0	30	78	7,68	6,9	37,5	0,60	0,45	0,03	19,5	sat
-	11,4	1,6	10	-	8,26	7,3	39,3	0,25	0,21	0,03	9,7	sat
-	1,6	0,0	-	-	8,16	7,0	30,5	0,30	0,32	0,03	16,1	sat
-	1,7	0,0	-	-	8,13	6,9	35,1	0,45	0,36	0,03	19,5	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Jura alsacien

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
 Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires

18

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, caillouteux, puis limon argilo-sableux à 25 cm, orangé, calcaire et caillouteux, puis argile rougeâtre faiblement calcaire très caillouteuse à 70 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité par l'apparition du substrat rocheux (de 50 à 70-80 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond (50 à 70-80 cm), avec blocs et cailloux calcaires (5 à 20 %)
- Superposition des textures : argile limono-sableuse puis limon argilo-sableux (25-35 % d'argile) sur argile (45-60 % d'argile), avec nombreux cailloux calcaires
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 2
- Densité apparente de 1,1 à 1,3
- Réserve utile de 60 à 80 mm pour un enracinement limité à 40 à 50 cm
- Classe d'hydromorphie : H1
- pH compris entre 7,5 et 8,5 sur tout le profil
- Calcaire total jusqu'à 10-20 % et complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau peu marquée (faible d'hydromorphie localisée)
- Sols à réserve utile déficiente du fait d'une profondeur limitée et d'une charge élevée en éléments grossiers
- Pas de risque de ruissellement
- Profondeur faible à moyenne, ressuyage et réchauffement rapides et forte perméabilité
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
 Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires

18

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, caillouteux, puis limon argilo-sableux à 25 cm, orangé, calcaire et caillouteux, puis argile rougeâtre faiblement calcaire très caillouteuse à 70 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités peu favorables aux cultures sauf céréales à paille
- Pâtures de printemps, un peu plus résistantes à la sécheresse que les pâtures sur les sols de la fiche n° 17

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques limités par la faible profondeur et la charge en cailloux ; forts risques d'usage rapide et de casse des outils de travail du sol

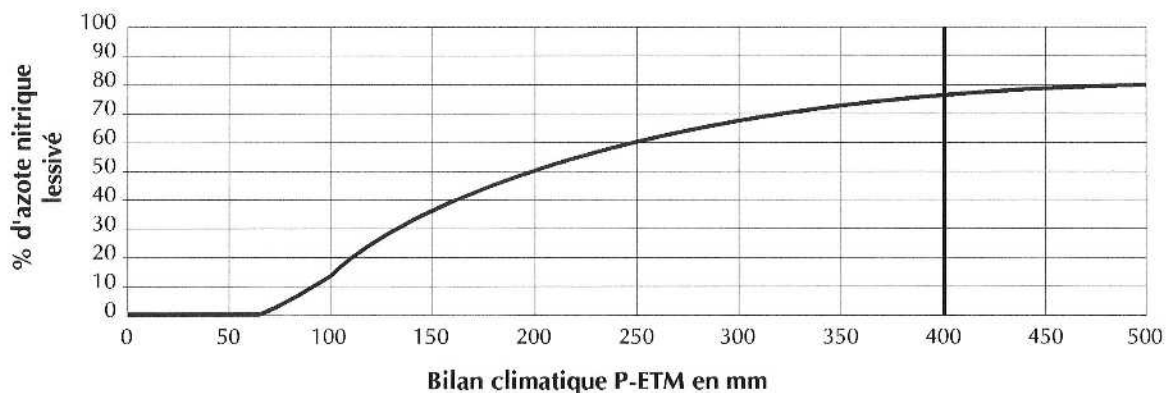
Fertilisation et entretien calcique

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

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 400 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 réserve utile

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
**Limon argileux sur argile limoneuse puis argile,
 des bas de versants calcaires**

19

Sol limono-argileux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 25-60 cm, devenant limoneux et très calcaire vers 60 cm. Argile calcaire jaune olive plastique à 90-100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcaire colluvial hydromorphe sur marnes

Classification RP : Calcosol colluvique faiblement rédoxique issu de marnes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à des sols calcaires profonds issus de l'accumulation de limons argileux calcaires dans le bas des versants des collines du Jura Alsacien. Ils se situent en contrebas des sols précédents des fiches n° 17 et 18.

Dans ces situations, les sols qui se développent sont généralement profonds (80 à 100 cm et plus) et faiblement caillouteux sauf particularité locale. A proximité du fond de vallon, les marnes sous-jacentes, lorsqu'elles sont plastiques et imperméables, induisent une hydromorphie avérée vers 60 cm de profondeur. Cette caractéristique conduit localement à l'aménagement d'étangs. Ces sols sont valorisés en agriculture soit en prés de fauche, soit en cultures de céréales à paille ou de maïs.

Mise en valeur actuelle :

Cultures de céréales à paille et de maïs,
 secondairement prés de fauche

Etendue estimée : environ 2 %



La succession de l'occupation du sol bois-prés-cultures est typique des bassins versants constitués des 3 types de sols décrits dans les fiches 17, 18 et 19.

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Versants calcaires des collines du Jura Alsacien

- Position topographique :

Bas de versants

- Matériau :

Matériau limono-argileux à argilo-limoneux, calcaire, peu caillouteux, beige jaune olive en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, peu ou pas de cailloux en surface

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argileuse à argilo-limoneuse

à la pissette (HCl) :



- Faiblement à fortement effervescent à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (80-100 cm) ; texture argileuse en profondeur, couleur brun jaune olive en profondeur

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
Limon argileux sur argile limoneuse puis argile,
des bas de versants calcaires

19

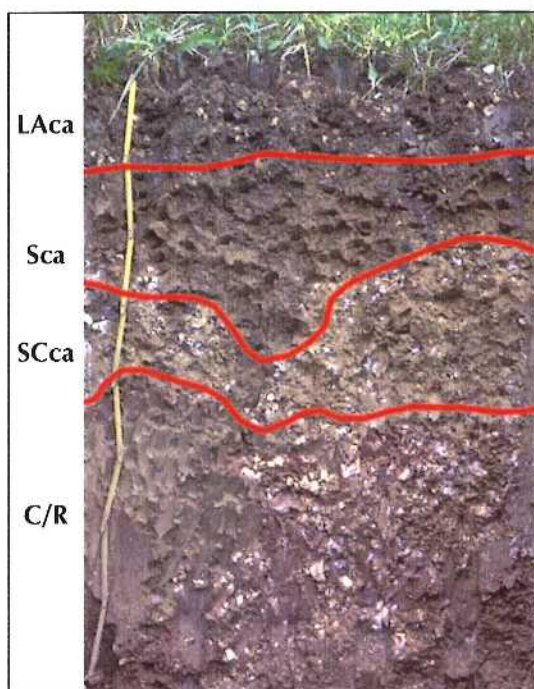
Sol limono-argileux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 25-60 cm, devenant limoneux et très calcaire vers 60 cm. Argile calcaire jaune olive plastique à 90-100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Winkel : X = 970,7 - Y = 2285,8

Octobre 1999 - Parcelle en blé

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0-25 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique subanguleuse (10 mm), peu compact, peu plastique. Nombreuses racines. Quelques cailloux calcaires (10 %).

Horizon Sca (25-60 cm) - Argile limoneuse, beige clair (10 YR 44), faiblement calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu plastique. Racines peu nombreuses. Quelques cailloux calcaires (10 à 20 %).

Horizon SCca (60-90 cm) - Limon, beige orangé (10 YR 56), calcaire, structure polyédrique (30 mm), compact, peu plastique. Très peu de racines. Nombreux cailloux calcaires (30 %).

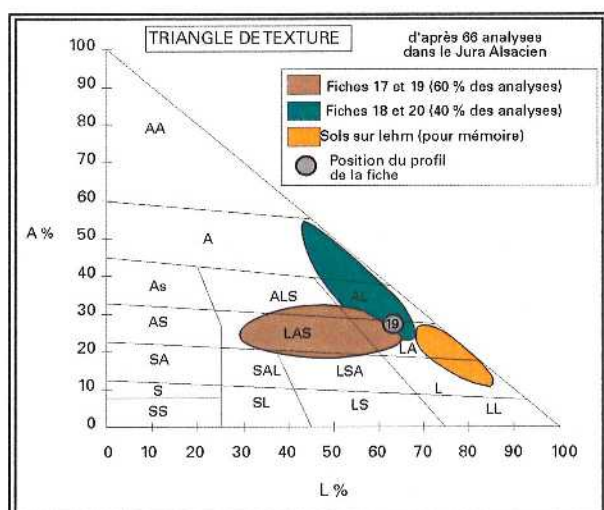
Horizon C/R (90-160 cm) - Argile, jaune olive (2,5 Y 56), calcaire, structure continue à éclats anguleux (500 mm), très compact. Pas de racines. Cailloux calcaires épars (5 à 10 %). Quelques taches rouille.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAcA	3,6	4,0	27,8	33,7	27,7	3,3
25-60 cm	Sca	0,6	1,4	24,3	36,0	36,5	1,2
60-90 cm	SCca	8,7	3,0	26,6	46,0	15,6	-
90-160 cm	C/R	1,4	4,7	13,0	37,9	43,0	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,3	5,4	2,0	190	87	8,03	7,3	38,2	0,45	0,96	0,03	16,5	sat
6,5	0,9	-	10	-	8,12	7,1	28,5	0,60	0,55	0,03	17,2	sat
-	34,8	5,1	-	-	8,47	7,7	39,3	0,35	0,19	0,03	7,0	sat
-	13,6	5,7	-	-	8,47	7,4	51,1	0,79	0,51	0,03	20,4	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Jura alsacien

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
**Limon argileux sur argile limoneuse puis argile,
 des bas de versants calcaires**

19

Sol limono-argileux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 25-60 cm, devenant limoneux et très calcaire vers 60 cm. Argile calcaire jaune olive plastique à 90-100 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité par la profondeur d'apparition du substrat marneux (80 à 100 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80 à 100 cm), avec quelques cailloux calcaires
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (25-35 % d'argile) sur argile (45-60 % d'argile), avec quelques cailloux calcaires
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 2-4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5
- Réserve utile de 110 à 130 mm pour un enracinement de 70 cm
- Classe d'hydromorphie : H2
- pH compris entre 8,0 et 8,5 sur tout le profil
- Calcaire total jusqu'à 15-30 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau peu marquée (faible hydromorphie localisée)
- Sols à réserve utile limitée par la profondeur d'apparition des marnes
- Profondeur moyenne, substrat imperméable vers 100 cm, réchauffement assez rapide et assez forte perméabilité, ressuyage rapide avec risque de tassement localisé
- Pas de risques de ruissellement
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
Limon argileux sur argile limoneuse puis argile,
des bas de versants calcaires

19

Sol limono-argileux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 25-60 cm, devenant limoneux et très calcaire vers 60 cm. Argile calcaire jaune olive plastique à 90-100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables aux cultures (maïs, céréales à paille)
- Bonne résistance à la sécheresse relative de fin de printemps du Jura alsacien

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement localisés
- Risques d'usure rapide des outils de travail du sol

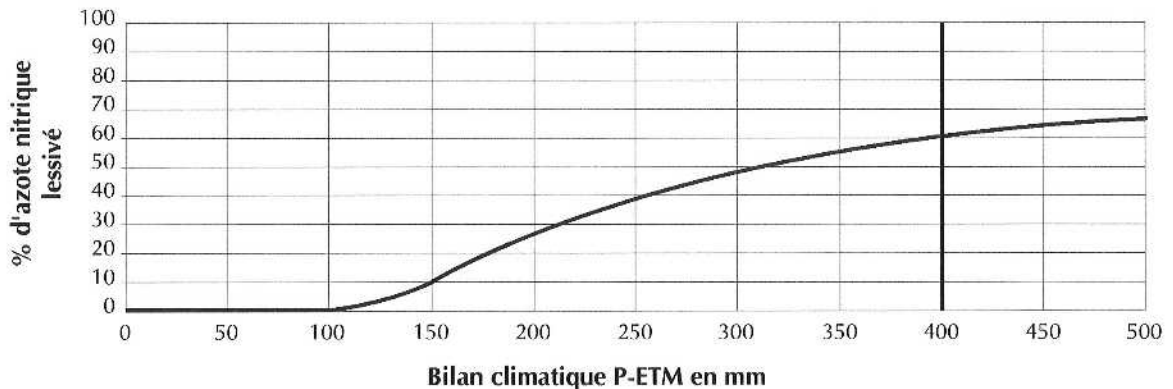
Fertilisation et entretien calcique

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

Estimation du risque de lessivage de l'azote

- Risque très élevé (à P-ETM = 400 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Le risque de lessivage d'azote nitré en hiver doit être impérativement pris en compte.

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse
 caillouteuse, des vallons calcaires

20

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 30-70 cm, devenant beige jaunâtre à nombreux cailloux calcaires vers 70-80 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol brun calcaire colluvial sur calcaire dur

Classification RP : Calcosol colluvique issu de calcaire dur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond à des sols calcaires profonds issus de l'accumulation de limons argileux calcaires dans le fond des vallons secs des collines du Jura Alsacien. Il se situe dans le prolongement des sols précédents des fiches n° 17 à 19.

Dans ces situations, les sols qui se développent sont généralement profonds (80 à 100 cm et plus) et leur pierrosité augmente progressivement avec la profondeur. La perméabilité du calcaire sous-jacent favorise l'infiltration et ces sols ne présentent que rarement des signes d'excès d'eau. Ils sont la plupart du temps utilisés en agriculture pour la pâture des bovins.

Mise en valeur actuelle :

Prés de fauche et pâtures

Etendue estimée : environ 2 %



Les fonds de vallons occupés par ces sols sont souvent traversés de fossés

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Collines du Jura alsacien

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, peu ou pas de cailloux en surface

- Position topographique :

Fonds de vallons

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argilo-sableuse puis argilo-limoneuse

- Matériau :

Matériau limono-argilo-sableux à argilo-limoneux, calcaire, caillouteux en profondeur

à la pissette (HCl) :



- Faiblement à fortement effervescent

à la tarière :



- Sol profond (80-100 cm) ; texture argileuse en profondeur, consistance plastique à l'état humide, couleur beige orangé en profondeur

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse
caillouteuse, des vallons calcaires

20

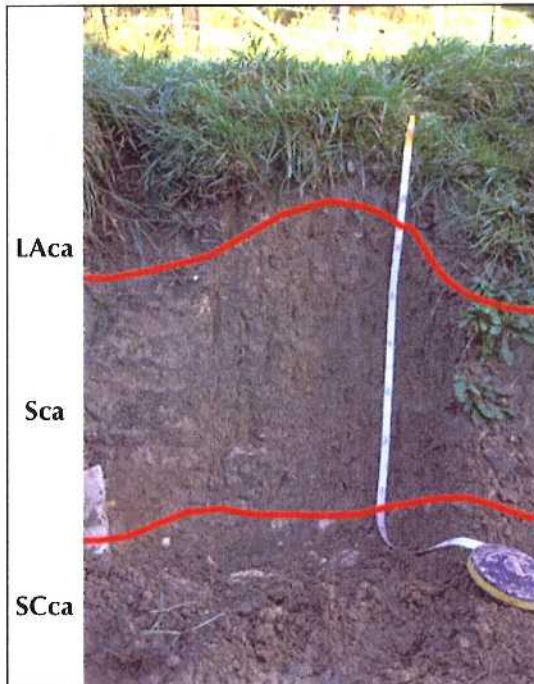
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 30-70 cm, devenant beige jaunâtre à nombreux cailloux calcaires vers 70-80 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Winkel : X = 971,7 - Y = 2285,7

Octobre 1999 - Parcelle en pré

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Limon argilo-sableux, beige (2,5 Y 43), calcaire, structure polyédrique (30 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques cailloux calcaires (5 à 10 %).

Horizon Sca (30-70 cm) - Argile limoneuse, beige clair (2,5 Y 53), calcaire, structure polyédrique (50 mm), compact, peu friable. Racines peu nombreuses. Rares cailloux calcaires (< 5 %).

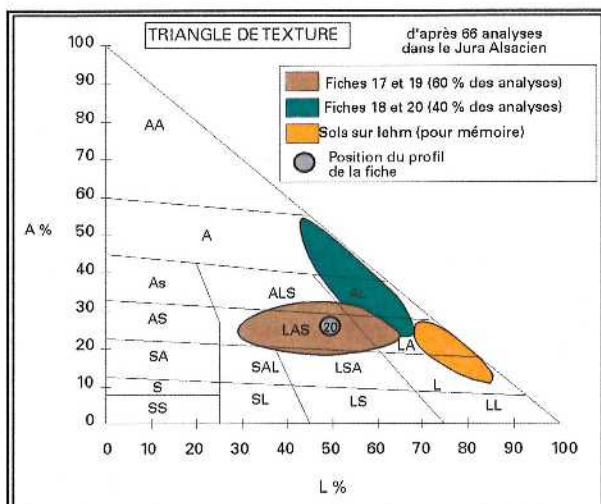
Horizon SCca (70-120 cm) - Argile limoneuse, jaune orangé (2,5 Y 54), calcaire, structure polyédrique subanguleuse (20 mm), compact. Très peu de racines. Nombreuses pierres calcaires (30 à 40 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LAca	13,5	6,2	19,4	30,7	26,7	3,5
30-70 cm	Sca	2,7	4,7	25,2	34,4	30,6	2,4
70-120 cm	SCca	4,1	5,1	25,4	33,7	29,8	1,9

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,7	21,8	7,2	20	19	8,01	7,3	44,6	0,40	0,32	0,03	15,2	sat
7,7	4,3	0,0	10	-	8,02	7,3	43,2	0,35	0,32	0,03	16,2	sat
-	6,9	2,2	10	-	7,99	7,3	42,5	0,40	0,32	0,03	15,1	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols du Jura alsacien

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse
 caillouteuse, des vallons calcaires

20

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 30-70 cm, devenant beige jaunâtre à nombreux cailloux calcaires vers 70-80 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement limité par la profondeur d'apparition du substrat calcaire (70 à 100 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80 à 100 cm), avec cailloux calcaires
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (25-35 % d'argile), avec nombreux cailloux calcaires en profondeur
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 2-4
- Densité apparente de 1,3 à 1,6
- Réserve utile de 140 à 160 mm pour un enracinement de 80 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 - H2
- pH compris entre 8,0 et 8,5 sur tout le profil
- Calcaire total jusqu'à 10-20 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau peu apparente (faibles manifestations d'hydromorphie)
- Sols à réserve utile relativement importante à charge en éléments grossiers
- Profondeur assez importante, substrat très perméable vers 100 cm, ressuyage et réchauffement assez rapides et assez forte perméabilité
- Pas de risques de ruissellement
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur suffisant

Région naturelle N° 11
Jura alsacien

Fiche de sol n°
 Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse
 caillouteuse, des vallons calcaires

20

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, puis argile limoneuse beige à 30-70 cm, devenant beige jaunâtre à nombreux cailloux calcaires vers 70-80 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités herbagères du fait d'engorgements généralisés lors d'évènements pluvieux longs ou importants ; secteurs herbagers verts toute l'année

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques pour la mise en culture nécessitant l'évacuation des eaux en excès par fossés

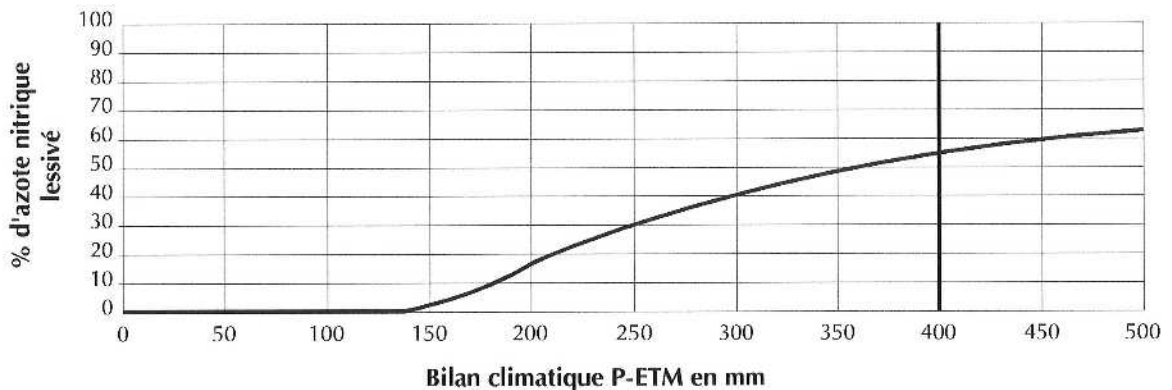
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcaire ; pas d'amendement calcique à prévoir
- 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 = 400 mm)

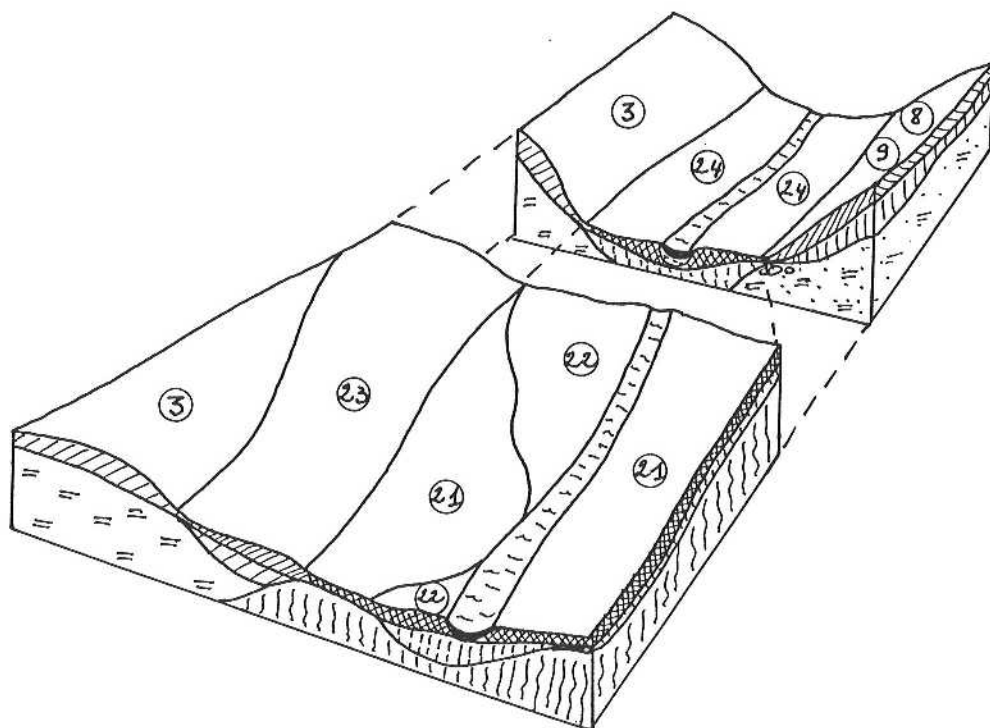
Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- Suffisant
- Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être impérativement pris en compte.

REPARTITION SCHEMATIQUE DES FICHES DE SOLS 21 A 24 DANS LES VALLEES DE L'ILL ET DE LA LARGUE



Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, sur argile limoneuse, calcaire,
 hydromorphe, profond, des vallées larges

21

Sol limono-argileux, brun, calcaire, taché de rouille, puis argilo-limoneux gris jaunâtre à 30 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-70 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini (proche de 13.4)

Classification CPCS : Sol alluvial à gley réduit, calcique à calcaire

Classification RP : Fluviosol réductisol calcique à calcaire issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallées de l'Ill et de la Largue à l'aval de Dannemarie et d'Altkirch. Il correspond à des alluvionnements argileux et limoneux issus du transport par les cours d'eau des particules les plus fines des collines limoneuses dans ces vallées "humides".

Ces sols sont presque toujours engorgés et présentent une nappe souterraine apparaissant à une profondeur de 1 m à 1,5 m environ. Cette nappe présente par ailleurs un battement potentiel supérieur à 1 m, et ces vallées font l'objet d'inondations périodiques. Des excès d'eau sont localement visibles en surface (stagnations), et un gley réduit (de couleur gris-bleu), le plus souvent décarbonaté, apparaît presque toujours en profondeur. Le pH reste cependant supérieur à 7,0.

Mise en valeur actuelle : prés de fauche et maïs

Etendue estimée : 1 à 2 %



La faible perméabilité de ces sols conduit à des engorgements importants perceptibles dès la surface

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Aval des vallées de l'Ill et de la Largue

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, avec stagnation d'eau en surface

- Position topographique :

Plaine

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argileuse

- Matériau :

Matériau limono-argileux, calcaire, puis décarbonaté, beige gris rouille à gris bleuté en

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide en surface, absence en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse puis argileuse ; couleur gris rouille à gris bleuté en profondeur

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
Limon argileux, sur argile limoneuse, calcaire,
hydromorphe, profond, des vallées larges

21

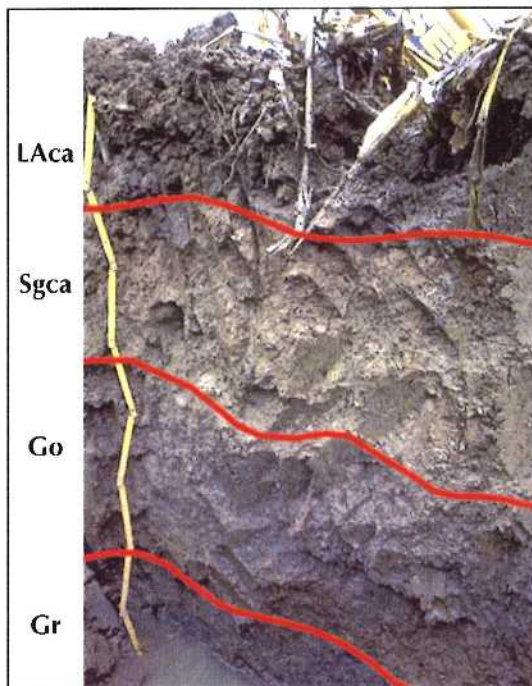
Sol limono-argileux, brun, calcaire, taché de rouille, puis argilo-limoneux gris jaunâtre à 30 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-70 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Novembre 1999 - Parcelle en maïs

Hochstatt : X = 971,3 - Y = 2311,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 32), faiblement calcaire, structure polyédrique subanguleuse (50 mm), peu compact, peu plastique. Nombreuses racines. Quelques taches rouille.

Horizon Sgca (30-65 cm) - Argile limoneuse, gris jaunâtre (2,5 Y 54), calcaire, structure polyédrique (100 mm), peu plastique. Nombreuses racines. Taches gris rouille assez nombreuses.

Horizon Go (65-125 cm) - Argile limoneuse, gris rouille (5 Y 51), décarbonaté, structure prismatique (200 mm), compact, peu plastique. Racines très peu nombreuses. Nombreuses taches rouille sur trainées grises.

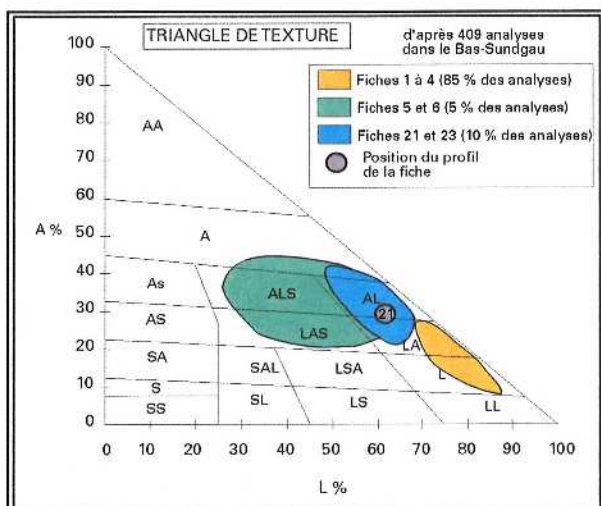
Horizon Gr (125-160 cm) - Argile, gris bleuté (10 GY 4), décarbonaté, structure prismatique (500 mm), compact, très plastique. Pas de racines. Taches de réduction gris bleu généralisées.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.f.	L.G.	L.F.	A.	
0-30 cm	LAca	1,0	1,0	21,2	42,8	28,6	5,3
30-65 cm	Sgca	0,6	1,2	17,8	43,3	35,2	1,7
65-125 cm	Go	0,7	2,6	24,6	35,4	35,9	1,0
125-160 cm	Gr	0,8	2,9	21,1	35,1	40,0	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O ₅ Dy, JH ppm	P2O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,3	1,4	0,0	220	123	7,80	7,1	37,5	1,69	0,34	0,06	21,6	sat
7,7	6,0	5,4	10	-	8,19	7,4	51,4	1,79	0,17	0,13	17,1	sat
-	0,4	0,0	10	-	7,88	6,8	27,6	2,13	0,30	0,16	19,4	sat
-	0,5	0,0	-	-	7,23	6,2	25,3	2,68	0,34	0,16	21,1	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols des vallées du Sundgau

Région naturelle N° 11

Vallées de l'Ill et de la LargueFiche de sol n°
Limon argileux, sur argile limoneuse, calcaire,
hydromorphe, profond, des vallées larges**21****Sol limono-argileux, brun, calcaire, taché de rouille, puis argilo-limoneux gris jaunâtre à 30 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-70 cm.****Enracinement du maïs**

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

Enracinement potentiel limité par l'hydromorphie et le niveau de la nappe alluviale (de 80 à 100 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (25 à 35 % d'argile), apparition d'un gley profond argileux (40 % d'argile)
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (au niveau de Sgca)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2 - H4
- pH compris entre 7,5 et 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total en traces (2-3 % au plus) en surface et complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau dès la surface, nappe observée à 100-120 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées, si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 % (rare) ;
- Profondeur importante, substrat moyennement à peu perméable ; ressuyage et réchauffement lents
- Sensibilité aux apports de sédiments par ruissellement en nappe et aux risques de cisaillement du sol par les courants d'eau lors des crues
- Risque de lessivage des nitrates moyen
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, sur argile limoneuse, calcaire,
 hydromorphe, profond, des vallées larges

21

Sol limono-argileux, brun, calcaire, taché de rouille, puis argilo-limoneux gris jaunâtre à 30 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-70 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables aux cultures non irriguées en été
- Drainage à minimiser vis-à-vis de la préservation de la qualité de l'eau

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et d'embourbement

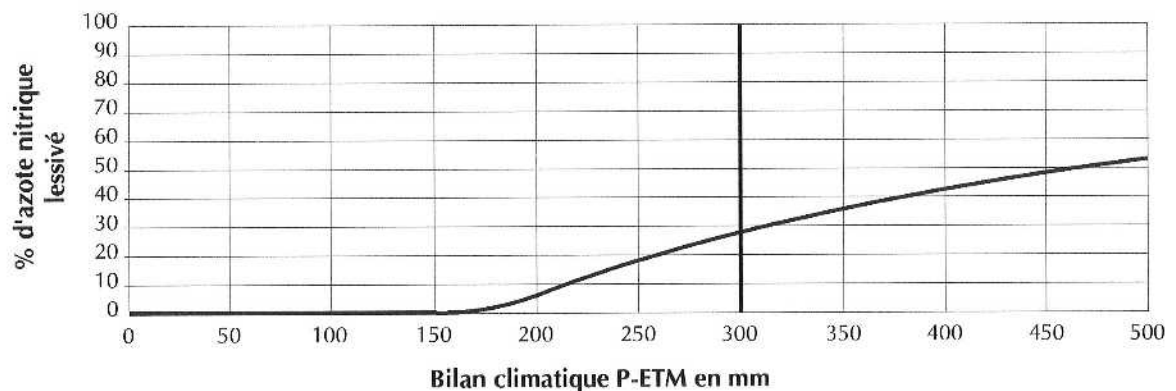
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcique à calcaire ; pas d'entretien calcique à prévoir
- 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 moyen (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et des inondations potentielles ; forte contrainte liée à l'hydromorphie.

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, sur argile limoneuse
 hydromorphe, profond, des vallées larges

22

Sol limono-argileux, brun, non calcaire, puis limon argileux gris jaunâtre à 20 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-80 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini (proche de 13.4)

Classification CPCS : Sol alluvial à gley réduit non calcaire

Classification RP : Fluviosol réductisol issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Comme le précédent (fiche n° 21), ce type de sol se situe dans les vallées de l'Ill et de la Largue à l'aval de Dannemarie et d'Altkirch. Il correspond à des alluvionnements argileux et limoneux issus du transport des particules les plus fines des collines limoneuses dans ces vallées " humides ", qui présentent une nappe souterraine apparaissant à une profondeur de 1 m à 1,5 m environ.

Des excès d'eau sont souvent visibles en surface (stagnations). Comme le sol précédent, un gley réduit (de couleur gris-bleu) décarbonaté apparaît en profondeur, mais dans ce cas, le sol est décarbonaté sur tout le profil. Le pH reste dans ce cas inférieur à 7,0.

Mise en valeur actuelle :

prés de fauche et pâtures (maïs très accessoirement)

Etendue estimée : environ 2 %



Du fait des risques d'érosion hydrique importants lors des crues, la maîtrise foncière des terrains par les collectivités communales permet de maintenir d'importantes surfaces en herbe

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Aval des vallées de l'Ill et la Largue

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, avec stagnation d'eau en surface

- Position topographique :

Plaine

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argileuse

- Matériau :

Matériau limono-argileux, décarbonaté, beige gris rouille à gris bleuté en profondeur

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse ; couleur gris rouille à gris bleuté en profondeur

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, sur argile limoneuse
 hydromorphe, profond, des vallées larges

22

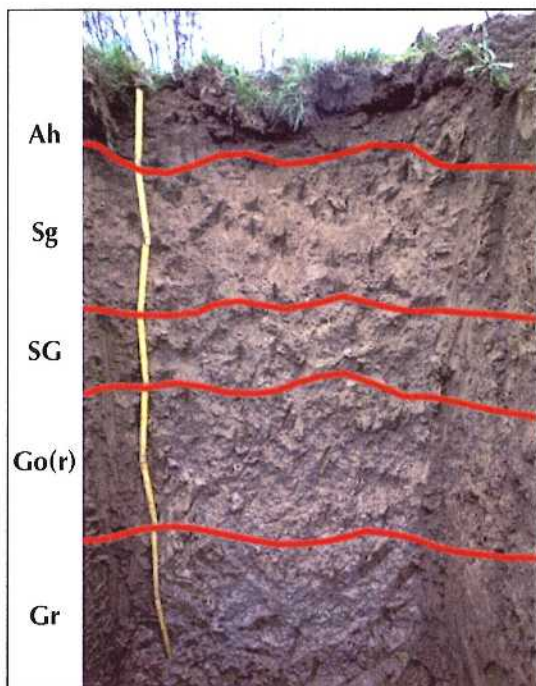
Sol limono-argileux, brun, non calcaire, puis limon argileux gris jaunâtre à 20 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-80 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

St Bernard : X = 965,2 - Y = 2307,6

Septembre 1999 - Parcelle en pré

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-20 cm) - Limon argileux, brun (2,5 Y 43), structure polyédrique subanguleuse (5 mm), peu compact, non plastique. Très nombreuses racines.

Horizon Sg (20-60 cm) - Limon argileux, gris jaunâtre (2,5 Y 53), structure polyédrique subanguleuse (50 mm), peu compact, peu plastique. Nombreuses racines. Taches rouille peu nombreuses.

Horizon SG (60-85 cm) - Argile limoneuse, gris blanchâtre (5 Y 71), structure polyédrique (50 mm), peu plastique. Racines peu nombreuses. Nombreuses taches gris rouille.

Horizon Go(r) (85-125 cm) - Argile limoneuse, gris rouille (2,5 Y 63), structure polyédrique (50 mm), compact, plastique. Racines très peu nombreuses. Nombreuses taches rouille sur trainées grises.

Horizon Gr (125-160 cm) - Argile, gris bleuté (10 YR 71), structure polyédrique (50 mm), compact, très plastique. Très peu de racines. Taches de réduction gris bleu généralisées.

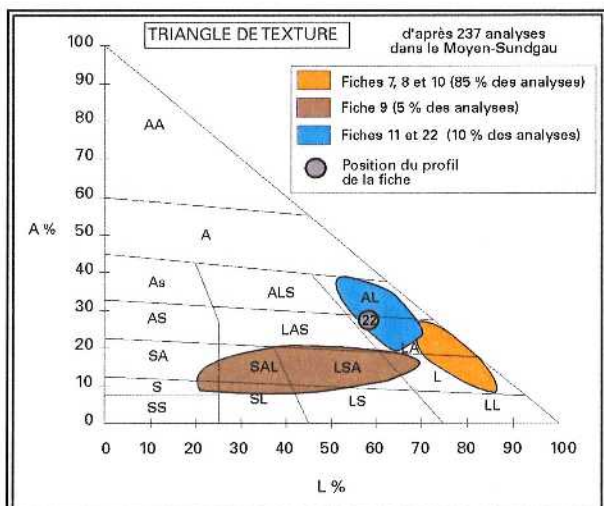
Horizon G0 (160 cm et +) - Argile limoneuse, gris rouille (10 YR 71), structure continue à éclats anguleux, compact, peu plastique. Pas de racines. Nombreuses taches rouille sur trainées grises.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20 cm	Ah	1,0	4,1	24,5	35,4	27,5	7,5
20-60 cm	Sg	1,9	3,9	28,5	37,9	25,9	1,9
60-85 cm	SG	2,5	5,0	17,2	35,8	38,5	0,9
85-125 cm	Go-r	4,2	5,0	20,5	38,4	30,7	1,2
125-160 cm	Gr	1,2	4,2	14,6	30,8	48,9	0,3
> 160 cm	G0	3,6	7,7	25,0	28,8	34,5	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,8	0,0	0,0	430	75	6,48	5,7	23,6	1,93	0,32	0,13	23,2	sat
7,8	0,0	0,0	20	-	6,62	5,5	17,2	0,45	0,17	0,03	14,7	sat
-	0,6	0,0	10	-	7,16	5,9	25,7	1,44	0,28	0,06	19,9	sat
-	0,0	0,0	10	-	6,79	5,3	19,3	0,69	0,19	0,03	16,7	sat
-	0,4	0,0	10	-	7,00	5,5	33,2	2,63	0,36	0,10	24,6	sat
-	0,4	0,0	10	-	7,01	5,6	26,5	2,03	0,28	0,06	18,5	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols des vallées du Sundgau

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, sur argile limoneuse
 hydromorphe, profond, des vallées larges

22

Sol limono-argileux, brun, non calcaire, puis limon argileux gris jaunâtre à 20 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-80 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement potentiel limité par l'hydromorphie et le niveau de la nappe alluviale (de 80 à 120 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux puis argile limoneuse (25 à 35 % d'argile), apparition d'un gley profond argileux (35-45 % d'argile)
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 200 à 220 mm pour un enracinement de 100-120 cm
- Classe d'hydromorphie : H3 - H4
- pH compris entre 6,0 et 7,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau marquée dès la surface, nappe observée à 100-120 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées si le taux de matière organique s'abaisse en dessous de 1,8 à 2,0 % (rare) ;
- Profondeur importante, substrat moyennement à peu perméable ; ressuyage et réchauffement lents
- Sensibilité aux apports de sédiments par ruissellement en nappe et risques de cisaillement du sol par les courants d'eau lors des crues
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol limono-argileux, brun, non calcaire, puis limon argileux gris jaunâtre à 20 cm, devenant argilo-limoneux à argileux, gris rouille à gris bleuté au-delà de 60-80 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables aux cultures non irriguées en été
- Drainage à minimiser vis-à-vis de la préservation de la qualité de l'eau

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et d'embourbement

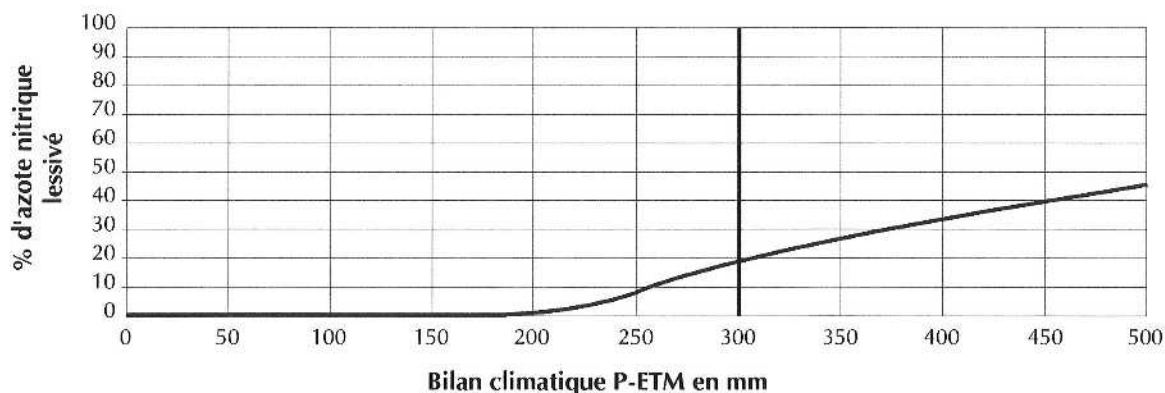
Fertilisation et entretien calcique

- Sol décarbonaté à acide ; amendement calcique indispensable
- 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 limité (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et des inondations potentielles ; forte contrainte liée à l'hydromorphie.

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, calcaire, profond,
 des marges des vallées

23

Sol limono-argilo-sableux, brun puis beige, calcaire, puis limon beige jaunâtre à 60 cm, reposant à 130-150 cm sur une argile limoneuse gris-jaunâtre-rouille décarbonatée.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol colluvio-alluvial calcique sur loess remanié

Classification RP : Colluviosol fluvique calcique issu de loess remanié

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe sur les marges de la vallée de l'Ill à l'aval d'Altkirch principalement. Il correspond à des apports limoneux loessiques issus des collines situées à l'amont de la vallée. Ces matériaux n'ont été que légèrement repris par alluvionnement et présentent une composition granulométrique très voisine de celle des loess. Ils ne manifestent pas d'excès d'eau jusqu'à 1,20 m de profondeur, les traces d'hydromorphie n'apparaissant qu'aux alentours de 1,50 m à l'approche du niveau de la nappe.

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

Etendue estimée : environ 2 %



Ces sols présentent des potentialités culturelles élevées du fait d'un taux de matière organique encore important en profondeur

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
Marge des vallées de l'Ill et de la Largue
- **Matériau :**
Matériau limoneux calcaire, beige à beige jaunâtre en profondeur

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, battance

au toucher (surface) :



- Texture de surface limoneuse à limono-argileuse

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide faible puis forte

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limoneuse, couleur beige jusqu'à 1 m et plus, grisé vers 2 m

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
Limon argileux, calcaire, profond,
des marges des vallées

23

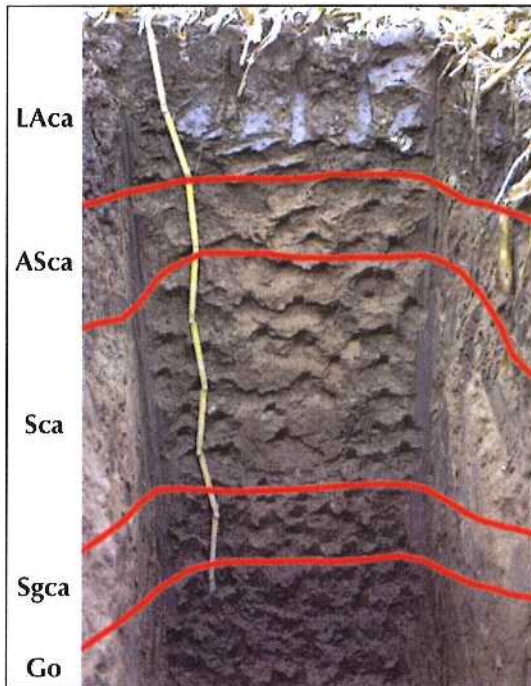
Sol limono-argilo-sableux, brun puis beige, calcaire, puis limon beige jaunâtre à 60 cm, reposant à 130-150 cm sur une argile limoneuse gris-jaunâtre-rouille décarbonatée.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Brunstatt : X = 972,9 - Y = 2312,9

Octobre 1999 - Parcelle en maïs

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0-35 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 42), faiblement calcaire, structure polyédrique subanguleuse (30 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon ASca (35-60 cm) - Limon argileux, beige clair (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique (50 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines.

Horizon Sca (60-130 cm) - Limon, beige jaunâtre (10 YR 44), calcaire, structure polyédrique (50 mm), meuble. Nombreuses racines.

Horizon Sgca (130-150 cm) - Limon argileux, beige grisé (10 YR 42), calcaire, structure polyédrique à prismatique (100 mm), peu compact. Peu de racines. Quelques taches gris-rouille.

Horizon Go (150-200 cm) - Argile limoneuse, gris jaunâtre (2,5 Y 42), non calcaire, structure prismatique (100 mm), peu compact. Pas de racines. Taches gris rouille assez nombreuses.

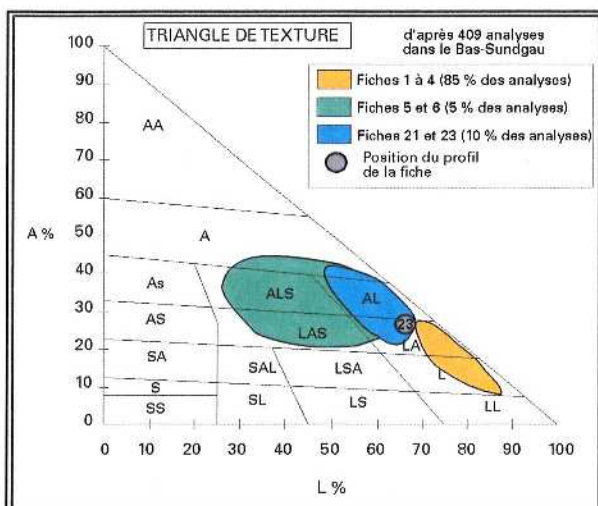
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LAcA	0,4	1,9	31,1	38,6	25,8	2,3
35-60 cm	ASca	0,4	4,0	41,9	33,0	19,6	1,1
60-130 cm	Sca	0,1	3,6	46,1	33,4	16,8	-
130-150 cm	Sgca	-	-	-	-	-	-
150-200 cm	Go	0,9	2,5	23,1	39,6	34,0	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	Cl+C	
8,1	0,5	-	260	138	7,97	7,1	20,3	1,24	0,45	0,03	15,6	sat
8,0	6,0	1,7	20	-	8,35	7,5	38,6	0,89	0,13	0,03	9,7	sat
-	6,5	1,9	-	-	8,37	7,6	38,2	0,84	0,13	0,03	7,7	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	4,0	0,1	-	-	8,14	7,1	27,5	1,79	0,23	0,03	18,7	sat

Sgca correspond à un horizon de transition non prélevé



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols des vallées du Sundgau

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, calcaire, profond,
 des marges des vallées

23

Sol limono-argilo-sableux, brun puis beige, calcaire, puis limon beige jaunâtre à 60 cm, reposant à 130-150 cm sur une argile limoneuse gris-jaunâtre-rouille décarbonatée.

Enracinement du maïs

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

Enracinement potentiel profond jusqu'à la nappe alluviale (150 à 200 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux sur tout le profil (20 à 25 % d'argile), gley argilo-limoneux profond (35 % d'argile)
- Indice de battance limité ($1,4 < R < 1,6$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de Sca)
- Réserve utile de 260 à 340 mm pour un enracinement de 120 à 150 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 - H1
- pH supérieur à 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total de 10 à 20 % et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Aucune contrainte d'excès d'eau (peu ou pas d'hydromorphie sur 1 m)
- Risques de tassement limités en conditions non ressuyées
- Profondeur importante, substrat perméable ; ressuyage et réchauffement rapides
- Sensibilité à la battance et au ruissellement en nappe généralisé (zones de dépôts)
- Risque de lessivage des nitrates limité
- Pouvoir épurateur élevé

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, calcaire, profond,
 des marges des vallées

23

Sol limono-argilo-sableux, brun puis beige, calcaire, puis limon beige jaunâtre à 60 cm, reposant à 130-150 cm sur une argile limoneuse gris-jaunâtre-rouille décarbonatée.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

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

Praticabilité et travail du sol

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

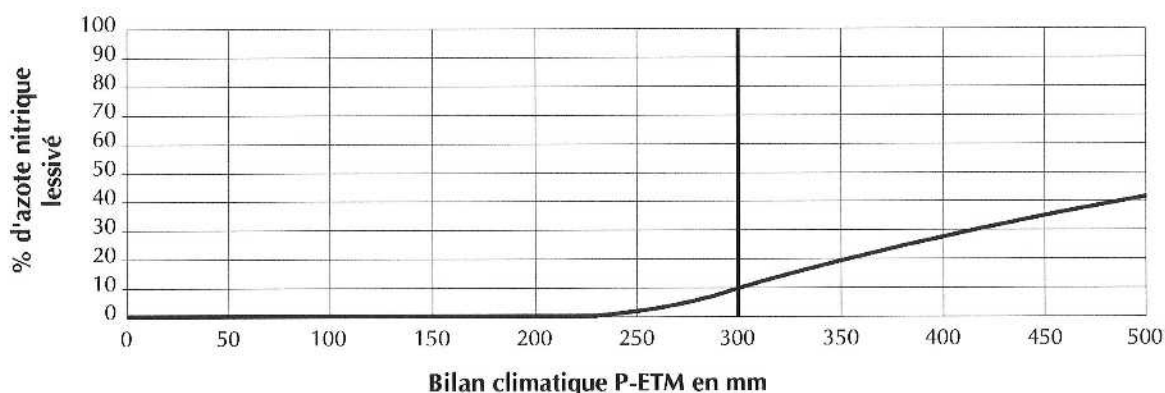
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcaire ; pas d'amendement calcique à prévoir
- 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 limité (à P-ETM = 300 mm)

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



Pouvoir épurateur

- Elevé ; pas de contraintes majeures

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, profond, hydromorphe,
 des vallées

24

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant jaunâtre-orangé, décarbonaté à 20-30 cm, puis gris beige vers 130 cm, à traînées gris rouille, reposant sur une argile limoneuse gris-bleuté au-delà de 150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code non défini

Classification CPCS : Sol alluvio-colluvial calcique à gley réduit

Classification RP : Fluviosol colluvique réductique calcique issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans les vallées amont de l'Ill, de la Largue et du Thalbach. Il correspond à des alluvionnements limoneux issus du transport des limons des collines dans les fonds de vallons " humides ". Ces sols sont presque toujours engorgés et présentent une nappe souterraine apparaissant à une profondeur située entre 1 m et 1,5 m environ. Cette nappe présente par ailleurs un fort battement potentiel. Des excès d'eau sont parfois visibles en surface (stagnations), et un gley réduit (de couleur gris-bleu) apparaît presque toujours en profondeur.

Mise en valeur actuelle :

maïs, céréales à paille, prés de fauche, jachères et peupleraies

Etendue estimée : 1 à 2 %



Ces sols bien alimentés en eau sont occupés par le maïs jusqu'aux berges des rivières

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Amont des vallées de l'Ill,
de la Largue et du Thalbach

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun foncé de la terre de surface, avec stagnation d'eau en surface

- Position topographique :

Plaine

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-argileuse

- Matériau :

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

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide en surface, absence en profondeur

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture limono-argileuse ; couleur gris rouille à gris bleuté en profondeur

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, profond, hydromorphe,
 des vallées

24

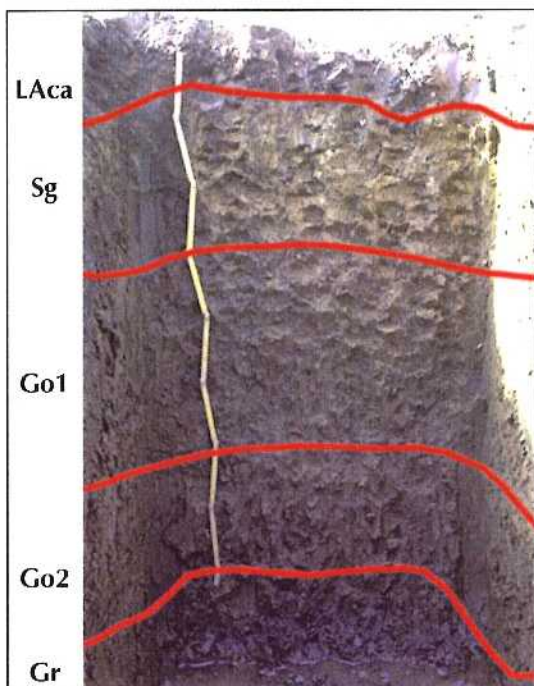
Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant jaunâtre-orangé, décarbonaté à 20-30 cm, puis gris beige vers 130 cm, à traînées gris rouille, reposant sur une argile limoneuse gris-bleuté au-delà de 150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 1999 - Parcelle en orge

Oltingue : X = 981,2 - Y = 2290,0

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAcA (0-25 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique subanguleuse (20 mm), non plastique. Nombreuses racines.

Horizon Sg (25-60 cm) - Limon argileux, jaunâtre clair (2,5 Y 54), structure polyédrique (50 mm), peu compact, non plastique. Racines peu nombreuses. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon Go1 (60-130 cm) - Limon argileux, beige orangé (10 YR 54), structure polyédrique (100 mm), peu plastique. Très peu de racines. Nombreuses taches gris rouille.

Horizon Go2 (130-170 cm) - Limon argileux, gris beige (10 YR 51), structure prismatique (500 mm), plastique. Pas de racines. Nombreuses traînées gris-rouille.

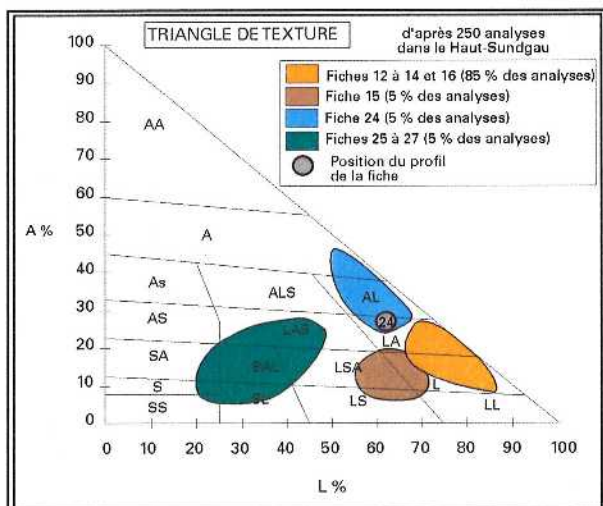
Horizon Gr (170-200 cm) - Argile limoneuse, gris jaunâtre (2,5 Y 41), structure continue à éclats anguleux, peu plastique. Pas de racines. Traînées grises généralisées.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25 cm	LAcA	2,9	2,8	25,9	39,3	24,1	5,0
25-60 cm	Sg	4,3	3,5	31,4	38,2	21,5	1,1
60-130 cm	Go1	0,9	1,4	28,4	41,6	27,7	-
130-170 cm	Go2	2,1	3,3	30,1	37,5	27,1	-
170-200 cm	Gr	5,6	6,8	24,2	29,7	33,8	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,8	4,4	-	330	163	7,92	7,4	40,7	0,84	0,57	0,03	19,0	sat
7,2	0,2	-	10	-	8,07	7,0	15,4	0,74	0,23	0,03	11,1	sat
-	0,2	-	-	-	8,03	6,8	16,4	1,14	0,38	0,16	13,2	sat
-	0,2	-	-	-	7,98	6,6	15,8	1,24	0,38	0,19	13,7	sat
-	0,2	-	-	-	8,02	6,9	22,9	1,69	0,43	0,23	17,8	sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols des vallées du Sundgau

Région naturelle N° 11
Vallées de l'Ill et de la Largue

Fiche de sol n°
 Limon argileux, profond, hydromorphe,
 des vallées

24

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant jaunâtre-orangé, décarbonaté à 20-30 cm, puis gris beige vers 130 cm, à traînées gris rouille, reposant sur une argile limoneuse gris-bleuté au-delà de 150 cm.

Enracinement du maïs

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

Enracinement potentiel profond
 (de 100 à 150 cm)

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 à 150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argileux sur toute la profondeur (20 à 25 % d'argile), apparition d'un gley profond argilo-limoneux (35 % d'argile)
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 4
- Densité apparente de 1,3 à 1,6 (au niveau de Sg)
- Réserve utile de 200 à 240 mm pour 100 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3+
- pH compris entre 7,5 et 8,0 sur tout le profil
- Calcaire total en traces et complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau dès 30 cm, nappe observée à 150 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Profondeur importante, substrat moyennement à peu perméable ; ressuyage et réchauffement lents
- Sensibilité aux apports de sédiments par ruissellement en nappe (zones de dépôts) et de cisaillement par les courants lors des crues
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol limono-argileux, brun, calcaire, devenant jaunâtre-orangé, décarbonaté à 20-30 cm, puis gris beige vers 130 cm, à traînées gris rouille, reposant sur une argile limoneuse gris-bleuté au-delà de 150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Potentialités favorables à un large éventail de cultures non irriguées en été sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès (mais attention à la fonction épuratrice de ces sols). Le drainage accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions à éviter du fait des risques de tassement et d'embourbement

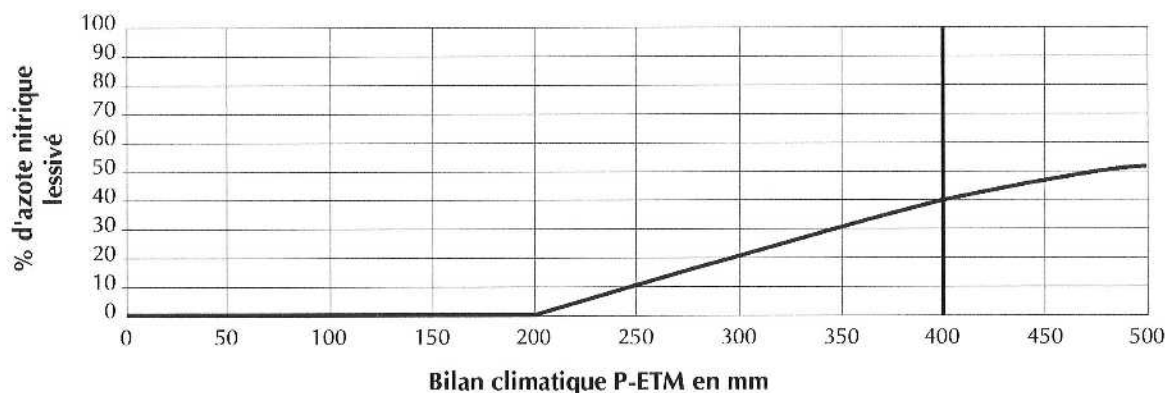
Fertilisation et entretien calcique

- Sol calcique à calcaire ; pas d'entretien calcique à prévoir
- 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 = 400 mm)

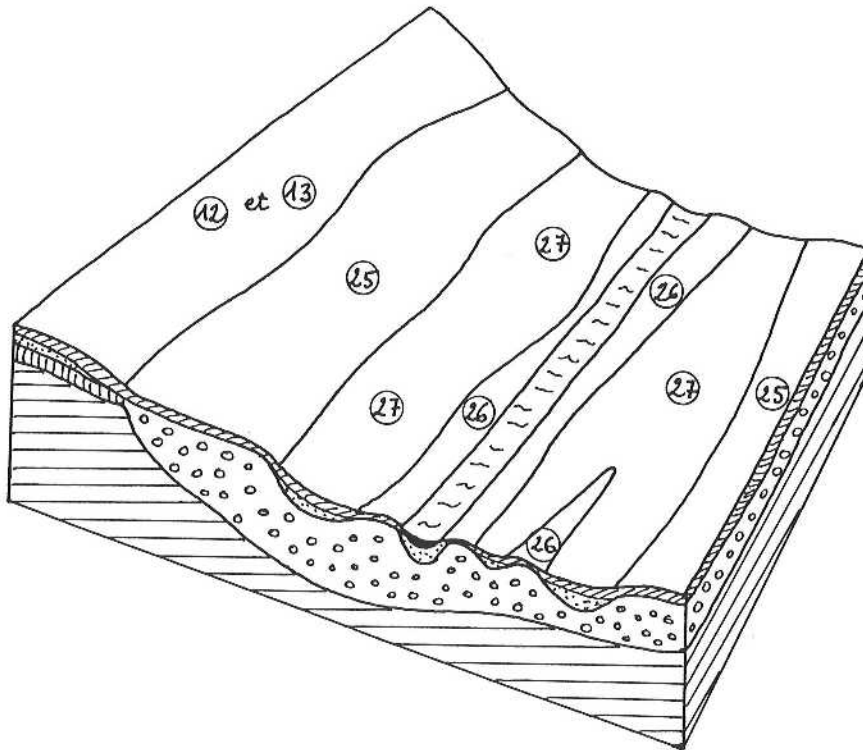
Lessivage hivernal des nitrates
 avec une réserve utile initiale vide aux 2/3
 (modèle de BURNS)



Pouvoir épurateur

- Médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau toujours proche de la surface au moins sur une partie des parcelles.

REPARTITION SCHEMATIQUE DES FICHES DE SOLS 25 A 27 DANS LA VALLEE DE LA DOLLER



Sol limono-sablo-argileux, caillouteux, brun, acide, puis limon argilo-sableux beige orangé à 25-35 cm, devenant sablo-argileux et très caillouteux à partir de 40-60 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 17.2 (à 17.4)

Classification CPCS : Sol brun acide sur alluvions anciennes caillouteuses

Classification RP : Alocrisol fluviatique cailloutique issu d'alluvions anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se trouve sur les terrasses caillouteuses anciennes de la vallée de la Doller. Les sols développés sur ces terrasses sont caillouteux dès la surface, de couleur beige jaunâtre, acides (pH voisin de 5,0 à 5,5) et peu profonds (40 cm en général, 50 à 60 cm au maximum). Les eaux de pluies s'infiltrent rapidement dans ces sols. Le maïs en particulier, lorsqu'il est cultivé, est irrigué.

Mise en valeur actuelle :

céréales à paille, maïs irrigué et prairies de fauches ; jachères

Etendue estimée : 1 à 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Vallée de la Doller

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige à brun de la terre de surface, nombreux galets

- Matériau :

Matériau limono-sableux décarbonaté sur toute sa profondeur, sableux, beige jaunâtre en profondeur

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-sablo-argileuse

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



- Sol peu profond (40-60 cm) ; texture limono-sableuse puis sablo-argileuse, couleur jaunâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu à moyennement profond (30 à 60 cm)
- Superposition des textures : limon sablo-argileux à limon argilo-sableux (20 à 25 % d'argile), reposant sur un sable argilo-caillouteux
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 4-5
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de S)
- Réserve utile de 100 à 120 mm pour 60 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 5,0 à 6,0 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant très désaturé

Région naturelle N° 11
Vallée de la Doller

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, acide, sur cailloutis
sablo-argileux peu profond

25

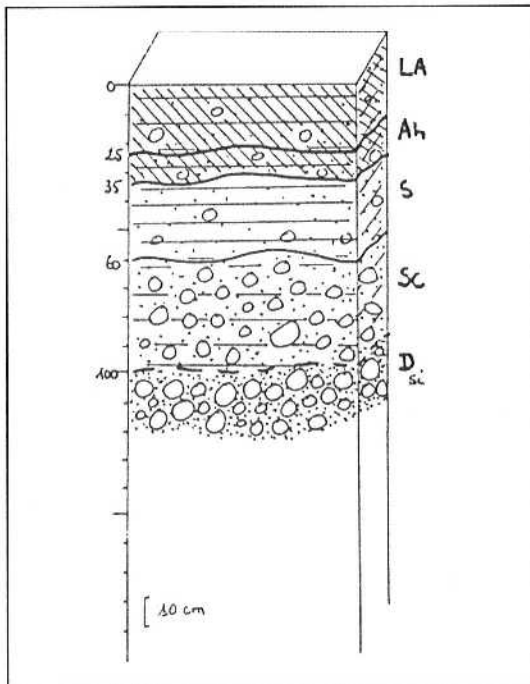
Sol limono-sablo-argileux, caillouteux, brun, acide, puis limon argilo-sableux beige orangé à 25-35 cm, devenant sablo-argileux et très caillouteux à partir de 40-60 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Septembre 1999 - Parcelle en blé

Sentheim : X = 954,3 - Y = 2316,7

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon sablo-argileux, beige (10 YR 43), structure polyédrique subanguleuse (10 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques galets (10 %).

Horizon Ah (25-35 cm) - Limon argilo-sableux, beige clair (10 YR 44), structure polyédrique (20 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines. Quelques galets (10 %).

Horizon S (35-60 cm) - Limon argilo-sableux, beige jaunâtre (7,5 YR 44), structure polyédrique (50 mm), peu compact, peu friable. Peu de racines. Quelques galets (10 %).

Horizon SC (60-100 cm) - Sable argileux, orangé jaunâtre (7,5 YR 46), structure polyédrique à continue, friable. Très peu de racines. Nombreux galets (40 à 60 %).

Horizon Dsi (100 cm et +) - Sable caillouteux à très nombreux galets (80 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-25 cm	LA	20,1	16,3	15,8	23,8	20,8	3,1
25-35 cm	Ah	17,9	17,1	15,4	23,6	23,2	2,7
35-60 cm	S	21,4	15,2	14,0	23,0	26,4	-
60-100 cm	SC	62,7	9,0	5,5	8,2	14,6	-
> 100 cm	Dsi	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,9	-	-	380	148	5,63	4,2	4,0	0,30	1,00	0,03	13,2	40
8,7	-	-	300	-	5,64	4,2	4,4	0,35	1,00	0,03	13,4	43
-	-	-	-	-	5,96	4,6	4,8	0,35	0,85	0,03	13,1	46
-	-	-	-	-	6,08	4,7	3,2	0,25	0,53	0,03	9,4	43
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Pas de contrainte d'excès d'eau
- Pas ou peu de risques de tassement en conditions non ressuyées
- Usure des pièces de travail du sol par les galets
- Profondeur faible (30 à 60 cm au plus), substrat perméable pouvant être localement colmaté
- Risque de lessivage des nitrates très élevé (avec P-ETM = 400 mm)
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU, du risque quasi-certain de lessivage de l'azote et de l'acidité naturelle de ces sols.

Région naturelle N° 11
Vallée de la Doller

Fiche de sol n°
 Limon sablo-argileux, acide,
 profond, sur cailloutis sablo-argileux

26

Sol limono-sablo-argileux, brun, acide, devenant beige-jaunâtre à 35 cm, puis beige orangé à 70-80 cm, reposant sur un sable argileux et très caillouteux à partir de 120-130 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.1 (à 17.6)

Classification CPCS : Sol brun alluvial faiblement hydromorphe sur alluvions récentes

Classification RP : Fluviosol issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe à proximité des berges et sur les parties les plus hautes des alluvions récentes de la vallée de la Doller. Ces sols, qui présentent généralement une texture limono-sablo-argileuse pourraient avoir remanié des limons issus des collines limoneuses du Sundgau présentes des 2 côtés de la vallée.

Ils ne manifestent d'excès d'eau qu'à partir de 60 à 80 cm de profondeur ; le cailloutis alluvial sous-jacent et la nappe apparaissent à une profondeur supérieure à 1,20 m.

Mise en valeur actuelle :

maïs, céréales à paille et prairies de fauches

Etendue estimée : environ 1 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Vallée de la Doller

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige (à brun noir) de la terre de surface, rares galets

- Matériau :

Matériau limono-sablo-argileux décarbonaté sur toute sa profondeur, beige jaunâtre en profondeur

au toucher (surface) :



- Texture de surface limono-sablo-argileuse

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



- Sol profond (environ 1 m), texture limono-sablo-argileuse, couleur jaunâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (80 à 130 cm)

- Superposition des textures : limon sablo-argileux sur tout le profil (15 à 20 % d'argile), reposant sur un sable argilo-caillouteux

- Indice de battance limité ($1,4 < R < 1,6$)

- Classe de stabilité structurale : 4-5

- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (au niveau de S)

- Réserve utile de 140 à 160 mm pour 80-90 cm de sol

- Classe d'hydromorphie : H2 - H3

- pH compris entre 5,5 à 6,5 sur tout le profil

- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

Région naturelle N° 11
Vallée de la Doller

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, acide,
profond, sur cailloutis sablo-argileux

26

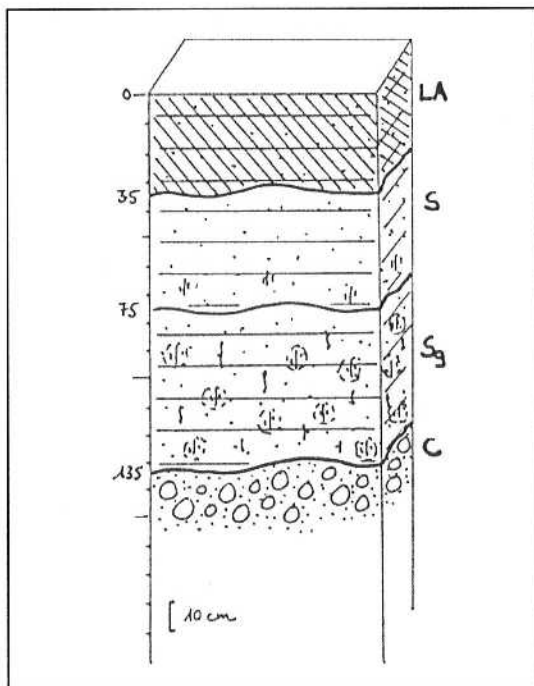
Sol limono-sablo-argileux, brun, acide, devenant beige-jaunâtre à 35 cm, puis beige orangé à 70-80 cm, reposant sur un sable argileux et très caillouteux à partir de 120-130 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle labourée (précédent maïs)

Lutterbach : X = 969,3 - Y = 2317,4

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-35 cm) - Limon sablo-argileux, gris beige (10 YR 42), structure polyédrique (20 mm), meuble, peu friable. Racines peu nombreuses.

Horizon S (35-75 cm) - Limon sablo-argileux, beige clair (10 YR 43), structure polyédrique (50 mm), peu compact, friable. Racines peu nombreuses. Rares taches rouille.

Horizon Sg (75-135 cm) - Limon sablo-argileux, beige jaunâtre (10 YR 53), structure prismatique (100 mm), peu compact. Très peu de racines. Nombreuses taches gris rouille.

Horizon C (135-150 cm) - Sable caillouteux à nombreux galets (60 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35 cm	LA	10,2	25,1	23,6	22,3	16,7	2,0
35-75 cm	S	5,6	30,0	24,6	19,2	19,8	0,8
75-135 cm	Sg	8,8	35,4	22,3	16,5	16,4	0,6
135-150 cm	C	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,8	-	-	280	59	6,69	5,7	8,9	1,59	0,43	0,03	10,2	sat
7,1	-	-	160	-	6,08	4,7	9,3	1,93	0,36	0,03	10,7	sat
-	-	-	210	-	6,40	5,0	9,7	1,64	0,13	0,06	9,4	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau (hydromorphie à 50-60 cm)
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Profondeur assez importante (80 à 130 cm au plus), substrat perméable pouvant être localement colmaté
- Sols sensibles au cisaillement lors des crues
- Risque de lessivage des nitrates très élevé (avec P-ETM = 400 mm)
- Pouvoir épurateur à peine suffisant à cause du risque quasi-certain de lessivage de l'azote ; les contrôles du pH et de l'excès d'eau sont indispensables.

Région naturelle N° 11
Vallée de la Doller

Fiche de sol n°
Sable limono-argileux, caillouteux, acide, hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux

27

Sol sablo-limono-argileux, brun, acide, devenant beige-jaunâtre à 25 cm, puis beige orangé à 40-50 cm, avec de nombreuses taches de rouille, reposant sur un sable argileux et très caillouteux vers 80 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code n° 17.3

Classification CPCIS : Sol brun alluvial hydromorphe sur alluvions récentes

Classification RP : Fluviosol rédoxique issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe principalement dans les cuvettes des alluvions récentes de la vallée de la Doller. Il correspond souvent à d'anciens chenaux de débordement de la rivière dans lesquels des éléments grossiers se sont déposés (cailloux, sables grossiers).

Ces sols sont moyennement profonds (60 à 80 cm), sablo-argileux avec des galets tout le long du profil. Ils sont presque toujours engorgés et présentent une nappe souterraine apparaissant dans le cailloutis à une profondeur située entre 1 m et 1,5 m environ. Des excès d'eau sont parfois visibles en surface (stagnations), et les horizons profonds présentent un bariolage gris rouille très contrasté.

Mise en valeur actuelle :

prairies de fauches, maïs, jachères

Etendue estimée : 1 à 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Vallée de la Doller

à l'oeil (surface) :



- Couleur beige (à brun noir) de la terre de surface, plages de galets par place

- Matériau :

Matériau limono-sableux acide sur toute sa profondeur, beige jaunâtre en profondeur

au toucher (surface) :



- Texture de surface sablo- argilo- limoneuse

à la pissette (HCl) :



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

à la tarière :



- Sol moyennement profond (60-80 cm), texture sablo-argilo-limoneuse puis sablo-argileuse en profondeur, couleur jaunâtre rouille en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol peu à moyennement profond (60-80 cm)
- Superposition des textures : sable argilo-limoneux puis sable argileux (20 à 25 % d'argile), reposant sur un sable argilo-caillouteux
- Indice de battance très faible ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 4-5
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (au niveau de S)
- Réserve utile de 80 à 100 mm pour 60 cm de sol
- Classe d'hydromorphie : H2 - H3+
- pH compris entre 5,5 à 6,5 sur tout le profil
- Pas de calcaire total et complexe adsorbant saturé

Région naturelle N° 11
Vallée de la dolle

Fiche de sol n°
Sable limono-argileux, caillouteux, acide,
hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux

27

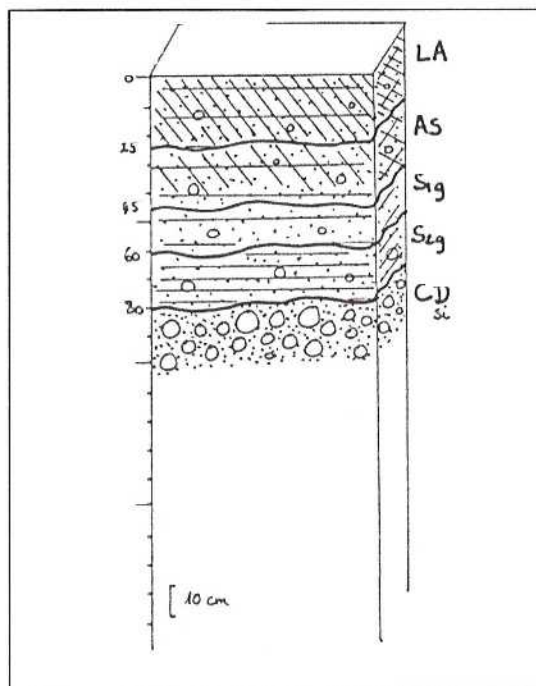
Sol sablo-limono-argileux, brun, acide, devenant beige-jauâtre à 25 cm, puis beige orangé à 40-50 cm, avec de nombreuses taches de rouille, reposant sur un sable argileux et très caillouteux vers 80 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1999 - Parcelle en pré

Reiningue : X = 965,1 - Y = 2315,8

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Sable argilo-limoneux, beige (10 YR 34), structure polyédrique (20 mm), meuble, peu plastique. Nombreuses racines.

Horizon AS (25-45 cm) - Sable argilo-limoneux, beige clair (10 YR 44), structure polyédrique (30 mm), compact, friable. Nombreuses racines. Quelques taches rouille et concrétions noires.

Horizon S1g (45-60 cm) - Sable argilo-limoneux, beige orangé (10 YR 44), structure particulaire, peu compact. Peu de racines. Très nombreuses taches rouille.

Horizon S2g (60-80 cm) - Argile sableuse, beige orangé (10 YR 46), structure polyédrique subanguleuse (5 mm), peu compact. Pas de racines. Très nombreuses taches rouille.

Horizon CDsi (80 cm et +) - Sable caillouteux à nombreux galets (60 %).

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A	
0-25 cm	LA	21,5	19,0	14,1	22,2	20,7	2,5
25-45 cm	AS	24,9	20,7	13,3	21,1	18,9	1,0
45-60 cm	S1g	35,4	18,3	10,3	16,1	19,1	0,8
60-80 cm	S2g	30,5	25,4	8,5	12,7	22,5	0,5
> 80 cm	CDsi	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables meq/100 g					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	C&C	
9,2	-	-	350	63	6,22	5,2	10,7	1,39	0,40	0,03	13,0	96
7,8	-	-	210	-	6,69	5,4	9,7	1,24	0,19	0,03	10,0	sat
-	-	-	260	-	6,80	5,6	10,2	1,34	0,17	0,03	10,6	sat
-	-	-	150	-	6,89	5,4	13,3	2,23	0,23	0,03	13,4	sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Contrainte d'excès d'eau à partir de 30-40 cm
- Risques de tassement en conditions non ressuyées
- Profondeur moyenne (60 à 80 cm au plus), substrat peu perméable généralement colmaté
- Sols sensibles au cisaillement lors des crues
- Risque de lessivage des nitrates très élevé (avec P-ETM = 400 mm)
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause d'une combinaison de facteurs défavorables faible excès d'eau, risques d'inondations et de lessivage de l'azote.

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 156
	Entretien calcique et magnésien des sols	P 156
	Praticabilité des terrains	P 157
P 158-161	Sols hydromorphes et drainage	P 162-163
P 163-164	Sols et irrigation	P 165-167
	Inondations	P 169
P 168-179	Sols, ruissellement, érosion et flux associés	P 177
P 179-190	Sols et lessivage des nitrates	P 184-185, 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 le Sundgau, les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables (fiches 21, 22 et 24 surtout) présentent un bon niveau de réserves nutritives, du fait d'un taux de matière organique élevé (« terres noires ») 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.

Traditionnellement, dans le Sundgau, 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 du Sundgau, 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 7 à 16) dont le pH peut tomber vers 5,5 en l'absence de chaulage, ceux sur alluvions de l'Ill avec amont de lehm (fiches 22 et 24) ainsi que ceux des alluvions d'origine vosgienne (fiches 25 à 27).

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 limoneux et argilo-marneux (fiches 3 à 6) peuvent présenter des plages de décalcification 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,

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

6.3. LA PRATICABILITE DES TERRAINS

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

- **les sols superficiels plutôt sablo-limoneux et le plus souvent filtrants (fiches 9, 15, 17 à 19 et 25)**

Ceux-ci ont une texture légère (L, LS-SL, SA à LSA) et sont de ce fait faciles à travailler. Certains sont calcaires (fiches 17 à 19) alors que d'autres sont acides (fiches 9, 15 et 25). Ils présentent un taux de matière organique de 2 à 3 % et sont donc assez stables.

Ils sont peu ou pas sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage très rapide. Ils sont cependant superficiels ou très filtrants et peuvent nécessiter la mise en oeuvre des techniques d'irrigation.

- **les sols limoneux, profonds, sains (fiches 1 à 4) ou hydromorphes (fiches 7 à 16)**

Ceux-ci ont une texture assez équilibrée (L, LS ou LSA). 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 3%)
- des apports de carbonate de calcium dans quelques cas.

Dans les loess (fiches 1 à 4), cette dernière condition est le plus souvent remplie (le loess est par nature un limon calcaire), seul le taux d'humus et les temps de ressuyage sont à contrôler. Dans les autres sols limoneux plus ou moins acides et hydromorphes (fiches 7 à 16, et plus particulièrement 12 à 16), il est préférable d'y ajouter des pratiques de chaulage régulières.

Ces sols (fiches 7 à 16) peuvent également nécessiter un drainage (cf.§ 6.4.3. De nombreux sols potentiellement drainables dans le Sundgau)

- **les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables en fonds de vallées (fiches 5, 6, 21 à 24, 26 et 27)**

Leur texture est le plus souvent limono-argileuse ou argilo-limoneuse dès la surface (plus de 30 à 35 % d'argile), puis argileuse. Ceci les rend difficiles à travailler, même en conditions ressuyées. S'y ajoutent les problèmes d'hydromorphie liée à la présence d'une nappe à faible profondeur pour les fiches 21 à 27 (niveau de nappe à moins de 2 m).

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

6.4. LES SOLS HYDROMORPHES ET LE DRAINAGE

6.4.1. Généralités

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

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

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

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

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

Les services de l'Etat dont l'objectif est de protéger certaines zones humides, sont amenés à adopter une autre définition. En effet la loi sur l'Eau de 1999 prévoit que les zones humides doivent en particulier « faire l'objet d'une préservation en vue d'assurer une gestion équilibrée de la ressource en eau ». Ces zones humides concernent ici « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire ; la végétation quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Pour ces 2 ensembles (terres humides et zones humides), les travaux suivants « sont soumis à autorisation (A) ou à déclaration (D) suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et le milieu aquatique :

- la réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie supérieure ou égale à 100 ha (A), supérieure à 20 ha, mais inférieure à 100 ha (D),
- l'assèchement, l'imperméabilisation ou le remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée étant supérieure ou égale à 10 000 m² (A), supérieure à 1 000 m², mais inférieure à 10 000 m² (D) ».

Aujourd'hui, le drainage dans le Sundgau n'est plus subventionné principalement pour ces raisons environnementales de protection des eaux superficielles. Il faut toutefois savoir qu'en moyenne en France, et en Alsace comme ailleurs, la moitié des surfaces effectivement drainées sont réalisées hors de toute aide.

Des drainages sont donc encore plausibles dans la région. Dans ce cas, les études préalables (topographie, pédologie, hydraulique) initiées dans le cadre des secteurs de référence drainage dans les années 80 (pour le Sundgau **Hardy et Maucorps, 1984**), assortie 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. 160 «Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire» et tableau p. 161 «Les effets du drainage dans les situations de nappe permanente profonde d'origine alluviale»). Le drainage n'aggrave-t-il pas la sécheresse des terres, les crues, la pollution des eaux ? Ne fait-il pas disparaître les zones humides ? Le drainage ne présente pas que des effets négatifs vis-à-vis de ces questions, et un bilan mérite d'être établi. Des orientations sont également formulées sur les précautions qui doivent être réfléchies avant toute décision d'aménagement, pour en éviter les conséquences négatives.

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

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

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

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

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

6.4.3. De nombreux sols potentiellement drainables dans le Sundgau

Dans le Sundgau, de nombreux sols peuvent justifier un drainage par tuyaux enterrés. Il s'agit principalement des sols des fiches 4 à 16 qui relèvent des terres humides définies ci-dessus d'une part, et des sols des fiches 21, 22 et 24 qui sont associés à des zones humides agricoles dans les vallées.

Dans les situations de terres humides (fiches 4 à 16), plusieurs cas peuvent être distingués :

- ① les sols colluviaux moyennement hydromorphes de façon locale (fiche 4) ou généralisée (fiches 10 et 11),
- ② les sols argileux lourds à hydromorphie d'imbibition (fiches 5 et 6),
- ③ les sols limoneux peu profonds sur cailloutis du Sundgau à mouillères (fiches 9 et 15),
- ④ les sols plus ou moins lessivés limoneux battants faiblement (fiches 7 et 8) ou plus fortement hydromorphes (fiches 12, 13, 14 et 16).

Les sols des ensembles ② et ③ (fiches 5, 6, 9 et 15) 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 et molasse ou de captages localisés des mouillères les plus importantes pour les affleurements de cailloutis.

Les sols limoneux calcaires ou faiblement lessivés des fiches 4, 7 et 8 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 (fiches 10, 11, 12), voire très humides (fiches 13, 14, 16 et aussi 24) comportant un plancher imperméable entre 40 et 80 cm de profondeur ont en revanche été très largement drainés au cours de ces 20 dernières années, car ils répondent bien à cet aménagement. Dans le premier cas, les écartements de drains peuvent être retenus entre 12-13 et 15 m, dans le second entre 10 et 12-13 m. Dans le cas des fiches 10 et 11 en particulier, le drainage n'est actuellement plus conseillé, car ces zones apparaissent comme utiles pour la protection de la qualité des eaux superficielles.

Pour les fiches 21, 22 et 24, 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 du Sundgau les plus concernés. Ils sont très ruisselants lorsqu'ils sont encroûtés (fiches 10 à 14, 16 et 24).

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 l'augmentation des rejets de nitrates et de phytosanitaires dans le milieu superficiel qui s'en trouvent facilités.

6.5. LES SOLS ET L'IRRIGATION

6.5.1. Généralités

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

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 Nord et Est du Sundgau. 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 :

① 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 Saint Louis (Haut-Rhin).

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM maïs en juin							
poste météo de Saint Louis							
(Données METEO-FRANCE, période 1968-1999)							
	ETP en mm			<u>ETM maïs</u> ETP	ETM maïs en mm		
Décade	médiane	Q4	max	Coeff.	médiane	Q4	max
Juin 1	38	43	49	0,7	27	30	35
Juin 2	38	42	54	0,8	30	34	43
Juin 3	40	44	59	0,9	36	40	53

Globalement, la limitation du risque lié à la sur-irrigation passe par une réduction des doses d'eau apportées lors des premières irrigations et un suivi de l'humidité du sol en cours de saison (mise en place de tensiomètres par exemple ou encore avertissements irrigation proposés par les Chambres d'Agriculture).

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

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

6.5.3. De faibles besoins d'irrigation pour les cultures du Sundgau

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

Analyse fréquentielle des bilans climatiques P-ETM en mm pour un blé d'hiver et un maïs grain (données METEO-FRANCE).						
Poste météo et période de mesures	Blé d'hiver : bilan du 1 ^{er} mars au 20 juillet			Maïs grain : bilan du 21 avril au 20 septembre		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
MULHOUSE 1972-1999	- 238	- 168	- 100	- 219	- 127	- 77
ST LOUIS 1968-1999	- 185	- 132	- 59	- 170	- 84	- 36
KIFFIS* 1985-1999	- 66	- 42	64	- 109	0	62
BURNHAUPT* 1977-1993	- 176	- 108	11	- 166	- 108	- 30
BELFORT 1968-1999	- 110	- 21	93	- 86	- 19	59
JONCHEREY 1968-1992	- 94	9	77	- 110	- 14	52

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

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

Les résultats obtenus sont présentés dans les deux pages suivantes, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation nous avons retenu 2 situations climatiques, les postes météo de Saint-Louis (Haut-Rhin) et de Belfort. Ceux-ci correspondent en effet aux différences de conditions climatiques estivales observées entre le bas et le haut du Sundgau.

BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION DANS LE BAS SUNDGAU

Calcul à partir du poste météo de SAINT LOUIS
Données METEO-FRANCE, période 1968-1999

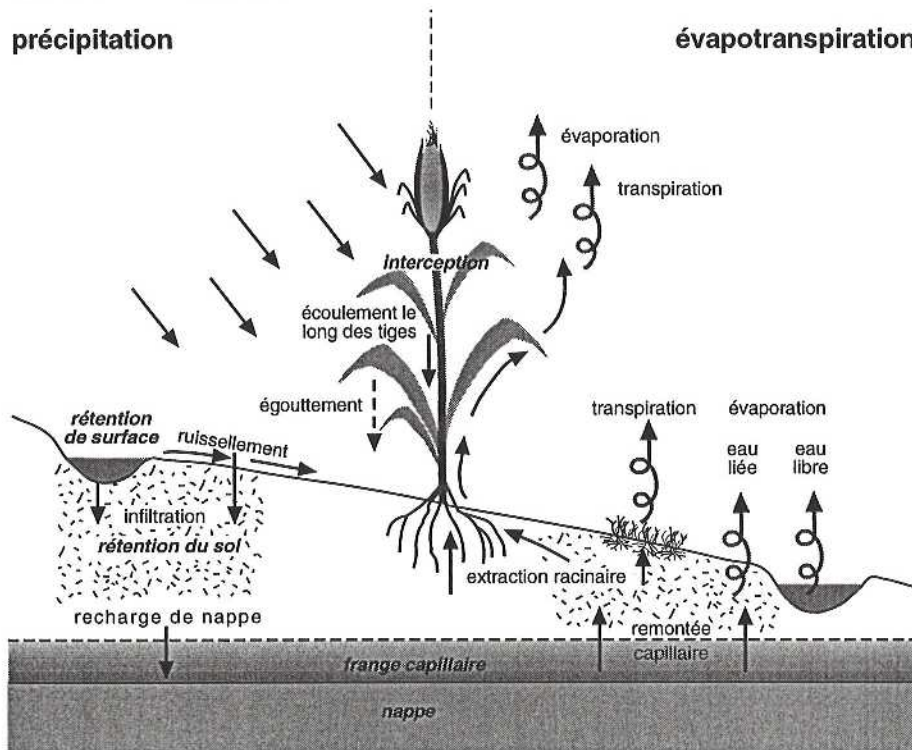
TYPES DE SOLS ET REPRESENTATIVITE	BILAN HYDRIQUE BLE D'HIVER (1er mars au 20 juillet) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			BILAN HYDRIQUE MAIS (21 avril au 20 septembre) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			COMMENTAIRES
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	
Sols à réserve utile égale ou supérieure à 180 mm (fiches 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10 à 12, 16, 22, 23 et 24 soit 35 % des surfaces)	- 65 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai, soit 2 passages de 30 mm	- 12 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin		- 50 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juillet, soit 2 passages de 30 mm			L'irrigation est inutile.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 5, 6, 9, 13, 14, 15, 20, 21, 24, 26 soit 61 % des surfaces)	- 105 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 3 passages de 30 mm	- 52 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai, soit 2 passages de 30 mm		- 90 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet soit 3 passages de 30 mm	- 4 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet		L'irrigation est une sécurité dont le coût doit être mis en rapport avec la valeur des productions.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 19, 25, 27 soit 1 à 2 % des surfaces)	- 132 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mars soit 4 passages de 30 mm	- 79 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de mai soit 3 passages de 30 mm	- 6 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai	- 117 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 4 passages de 30 mm	- 31 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet soit 1 passage de 30 mm		L'irrigation peut être utile, son opportunité économique mérite cependant d'être vérifiée.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiche 17, 18 soit 1 à 2 % des surfaces)	- 158 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mars soit 8 passages de 20 mm	- 105 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril soit 5 passages de 20 mm	- 32 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 2 passages de 20 mm	- 143 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin soit 7 passages de 20 mm	- 57 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 3 passages de 20 mm	- 9 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet	

BESOINS EN EAU DES CULTURES ET IRRIGATION DANS LE HAUT SUNDGAU

Calcul à partir du poste météo de BELFORT
Données METEO-FRANCE, période 1968-1997

TYPES DE SOLS ET REPRESENTATIVITE	BILAN HYDRIQUE BLE D'HIVER (1er mars au 20 juillet) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			BILAN HYDRIQUE MAIS (21 avril au 20 septembre) P - ETM + 2/3 RU demande maximale calculée			COMMENTAIRES
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	
Sols à réserve utile égale ou supérieure à 180 mm (fiches 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10 à 12, 16, 22, 23 et 24 ; soit 35 % des surfaces)							
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 5, 6, 9, 13, 14, 15, 20, 21, 24, 26 ; soit 61 % des surfaces)	- 30 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai soit 1 passage de 30 mm			- 6 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet			L'irrigation est inutile.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 19, 25, 27 ; soit 1 à 2 % des surfaces)	- 57 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril soit 2 passages de 30 mm			- 33 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin soit 1 passage de 30 mm			
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiche 17, 18 ; soit 1 à 2 % des surfaces)	- 83 mm à partir de la 2 ^{ème} décade d'avril soit 4 passages de 20 mm	6 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril		- 59 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin soit 3 passages de 20 mm	8 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin		L'irrigation est une sécurité dont le coût doit être mis en rapport avec la valeur des productions.

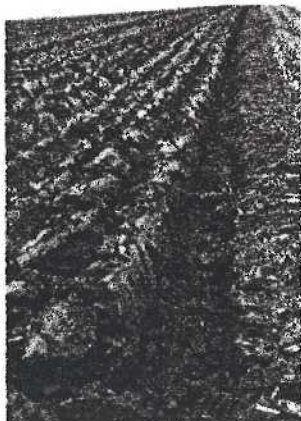
L'eau dans le système sol-plante-atmosphère : processus et réservoirs (d'après Ambroise, 1998)



D'après B. Ambroise, 1998

Types de motifs linéaires d'origine agraire susceptibles de collecter et concentrer le ruissellement formé sur les parcelles cultivées (Auzet, 2000)

Sillons du labour et déravure (Sundgau alsacien : 01/2000)



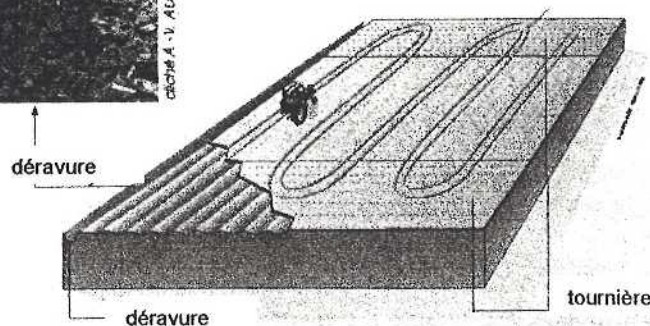
cliché A. V. AUZET

Fourrière et traces de roues Parcelle de céréales d'hiver (Huldenberg, B : 04/1986)



cliché A. V. AUZET

Motifs linéaires agraires traces de roues



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 l'III et de ses affluents la Largue et le Thalbach,
- à moindre titre, la vallée de la Doller.

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 fréquent dans le Sundgau au point que les agriculteurs qui cultivent des terres dans ces positions attendent le plus tard possible (mai), pour la mise en culture des parcelles, afin d'éviter les conséquences catastrophiques des entraînements de terres sous l'effet des courants d'eau violents lors des crues. Par ailleurs, certaines communes ont interdit sur leurs terrains de vallée toute mise en culture afin de préserver des espaces prairiaux plus résistants à ces phénomènes.

6.7. LE RUISSELLEMENT, L'EROSION DES SOLS ET LES FLUX ASSOCIES

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

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

6.7.1. La formation du ruissellement et l'érosion hydrique des sols

Le ruissellement se forme lorsque l'eau qui ne peut s'infiltrer est mise en mouvement du fait de la gravité. **C'est un agent d'érosion important** qui peut causer l'arrachement de particules et agrégats, leur transfert sur des distances importantes, et leur dépôt en aval. Concentré, il peut causer la formation de rigoles ou ravines là où la force tractrice de l'eau est supérieure à la résistance que le sol peut lui opposer. **Le ruissellement est également responsable du transfert en surface des substances dissoutes dans l'eau ou liées aux particules de sol.**

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

En présence de ruissellement, ils peuvent aussi être transportés sur des distances plus importantes vers l'aval et atteindre les autres parcelles, la voirie, les habitations ou les cours d'eau.

Quelques étapes de la succession des états de surface du sol d'une parcelle en monoculture de maïs



I. Octobre

Etat de surface après un labour : la rugosité est forte, il y a de nombreux macropores entre les mottes, pratiquement toute l'eau des pluies peut s'infiltrer ou être stockée dans des flaques.



II. 23 Avril

Etat de surface en sortie d'hiver, avant reprise par les travaux culturaux du printemps. La surface est dégradée, les pores entre les mottes ont été colmatés, ces dernières sont toutes intégrées à la croûte de battance. La rugosité a fortement diminué, en particulier dans les dépressions, favorisant le ruissellement. A la faveur de quelques jours de forte chaleur et sans pluie, des fentes de dessiccation se sont formées, mais dans un sol très limoneux à faible teneur en argile, elles se refermeront dès la prochaine pluie.



III. 28 avril

La croûte a été détruite par les travaux de préparation de semis au printemps, restaurant une macroporosité entre les mottes. Mais la rugosité est réduite et le calibre des mottes assez faible. L'empreinte du passage de pneumatiques est nettement compactée.



IV. Mai

Dès la première pluie relativement forte, la surface s'est fermée. Les mottes et agrégats sont intégrés à la croûte de battance. L'infiltrabilité est ainsi considérablement réduite. La très faible rugosité sur l'ensemble de la surface favorisera un ruissellement rapide.



V. Juin

Le maïs est développé. Malgré un couvert végétal, la surface est pratiquement complètement lisse et très dégradée.

6.7.1.1. Les différents processus de formation du ruissellement

Lorsque l'eau ruisselle, plusieurs processus peuvent être en cause :

- **si l'intensité de l'eau qui arrive au sol est supérieure à l'intensité maximum possible de l'infiltration, on parle de ruissellement par dépassement de l'infiltrabilité** (ou ruissellement hortonien, Horton, 1933) ; ce processus se produit en particulier lorsque l'horizon superficiel a une conductivité hydraulique très limitée, par exemple une croûte en surface, un lit de semis très effondré ;
- **si le sol est déjà saturé**, quelle que soit l'intensité de la pluie et la conductivité hydraulique du sol, tout apport d'eau supplémentaire va ruisseler ou libérer en aval, par « effet piston » une quantité d'eau équivalente ; on parle de **ruissellement par saturation du sol** (Cappus, 1960) ; ce processus est souvent observé dans les fonds de vallons où les sols gorgés d'eau peuvent occuper des surfaces assez étendues, particulièrement en automne et en hiver ;
- **si l'eau pénètre dans le sol des versants mais que les écoulements dépassent le flux maximal qui peut y transiter**, il y a saturation du profil et le flux en excès s'écoule en surface ; on parle alors d'**écoulement subsuperficiel et d'exfiltration** (Dunne et Black, 1970) ; c'est une situation que l'on peut rencontrer lorsqu'un horizon en profondeur est moins filtrant, par exemple une semelle de labour compactée et lissée par les outils.

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

L'état de surface d'un sol cultivé se traduit par un système poral plus ou moins ouvert à l'air libre et un microrelief plus ou moins rugueux, présentant éventuellement une structure orientée (direction du labour, lignes de semis, empreintes des roues). **Les états de surface influencent largement l'infiltration et le stockage de l'eau dans les flaques. De ce fait, ils exercent un contrôle majeur sur la formation du ruissellement**, susceptible ensuite de se concentrer vers l'aval du fait de la topographie mais aussi de toute sorte de motifs linéaires tels les traces de roues, les fourrières, les dérayures, les limites de parcelles, les chemins.

Sur les parcelles cultivées, **les états de surface sont fortement dépendants des interactions entre le type de sol, les opérations culturales et la succession des conditions climatiques.** (cf. schéma p. 168 et illustrations ci-contre)

La dégradation progressive ou brutale de la structure en surface se traduit par un état plus continu et plus compact, où la couche très superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol sous la forme d'une **croûte de battance**.

L'état initial de la surface après un travail du sol est fragmentaire (les agrégats et mottes sont libres entre eux), poreux et meuble, plus ou moins rugueux. Sous l'effet des pluies, il devient plus continu et plus compact, progressivement ou brutalement. La couche très superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol et forme une **croûte dite structurale**. Si des flaques se forment dans les dépressions de la microtopographie, les particules détachées des bosses encore exposées à l'impact des gouttes de pluie, retombent et vont sédimenter à des vitesses différentes suivant leur taille. Dans le fond des creux, une **croûte sédimentaire** se forme faisant apparaître des lits. Les plaques de croûtes sédimentaires s'étendent au fur et à mesure du remplissage des microdépressions, couvrant une proportion de plus en plus importante de la surface.

La présence de croûtes de battance diminue l'infiltrabilité, parfois considérablement : la surface d'un sol limoneux, à l'état initial, permet d'infiltrer plusieurs dizaines de millimètres par heure ce qui correspond à l'intensité de la plupart des pluies courantes. La formation d'une croûte sédimentaire peut réduire l'infiltration à des valeurs de l'ordre de 1 à 2 mm/h : les pluies même les plus faibles entraîneront l'apparition d'un excès d'eau en surface. La diminution simultanée de la rugosité réduit les possibilités de stockage dans des flaques : l'excès d'eau va se transformer plus souvent et plus rapidement en ruissellement.

6.7.1.3. Les effets des discontinuités de la structure du profil de sol

Les croûtes de battance correspondent à un cas particulier de discontinuité réduisant la vitesse du passage de l'eau dans le sol. Il est particulièrement important dans les sols limoneux à faible teneur en argile.

Cependant, d'autres discontinuités dans le profil de sol peuvent limiter le passage de l'eau et favoriser l'écoulement subsuperficiel et l'exfiltration : elles sont de nature pédologiques ou culturales (lissage par les outils, fond de lits de semence, fond du labour).

6.7.2. L'appréciation des risques de ruissellement

6.7.2.1. L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface

Le critère le plus important pour apprécier la résistance d'un sol à la battance est la **stabilité structurale**, qui exprime la résistance des agrégats et des mottes à l'action de l'eau. Cette résistance reflète leur comportement à l'humectation lorsqu'ils sont soumis à l'impact de gouttes d'énergie cinétique déterminée ou à une immersion.

Pour les sols cultivés les **caractéristiques intrinsèques aux sols** qui permettent une appréciation de l'appartenance à des classes de stabilité structurale **concernent essentiellement la texture et secondairement la teneur en matières organiques**.

① Le rôle déterminant de la texture

Les mesures de stabilité structurale étant rarement disponibles, l'indice de battance I_b mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (Remy et Marin-Laflèche, 1974) peut être appliqué aux sols limoneux d'Alsace et permettre de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir 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 :

$$\text{Indice de stabilité} \\ R = ((1,5 L_f + 0,75 L_g) / (A + 10 MO)) - C$$

avec,

Lf : limons fins ; Lg : limons grossiers ; A : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre
C est utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2 (pH - 7)$

On peut aussi utiliser R en tant que tel selon le classement suivant :

- classe 1 : $R < 1,4$, non battant
- classe 2 : $1,4 < R < 1,6$, peu battant
- classe 3 : $1,6 < R < 1,8$, assez battant
- classe 4 : $1,8 < R < 2,0$, battant
- classe 5 : $R > 2,0$, très battant

L'indice de battance I_B quant à lui est ensuite calculé selon la formule :

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** : ils se retrouvent bien dans la classe 5.

② Le rôle relatif de la teneur en matières organiques

Les matières organiques favorisent l'agrégation des particules entre elles et ont ainsi une influence positive sur la stabilité structurale. Cependant, si l'augmentation de la stabilité structurale avec la teneur en matières organiques est d'autant plus importante que la teneur en argile est faible, révélant la complexité des interactions texture - matière organique [Stengel et Monnier, 1982], les résultats expérimentaux révèlent des seuils au-dessous desquels la stabilité reste très faible : **pour les sols limoneux, aucun effet positif ne peut être mis en évidence en dessous d'une valeur comprise entre 2 et 3 % de matières organiques, qui est loin d'être toujours atteinte pour les sols limoneux cultivés (1 cas sur 5 environ dans le Sundgau)**, sauf dans le cas spécifique et très temporaire des prairies retournées. Ainsi, l'entretien organique des sols présente certes un intérêt, mais ne semble pas réellement permettre de discriminer les sols limoneux cultivés avec les pratiques habituelles.

6.7.2.2. Les risques de ruissellement associés aux états de surface

Pour les sols dont la stabilité structurale est faible et qui, du fait des cultures, sont très exposés aux pluies à certaines périodes de l'année, les risques de ruissellement associés à la dégradation des états de surface sont élevés.

Sont concernées toutes les parcelles dont les sols en surface appartiennent aux classes limoneuses et limono-sableuses, les plus sensibles étant ceux dont la teneur en argile est inférieure à 14 %.

Les périodes «à risques» sont celles qui suivent les chantiers de récoltes avec une forte proportion de la surface marquée par les empreintes de roues (maïs fourrage, betteraves), la période hivernale pour les céréales d'hiver, les périodes d'orage qui suivent les semis de printemps.

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



Si, pour des conditions climatiques données (ou probables), les surfaces ruisselantes à une période donnée de l'année peuvent être identifiées par l'observation ou à partir de critères relativement simples (appartenance à une classe texturale sensible à la battance et à une catégorie de cultures et de pratiques associées), leur contribution aux flux d'eau et aux flux associés (sédiments, polluants) à l'échelle de systèmes spatiaux plus étendus (versants, bassins versants, petite région) ne peut être établie de manière proportionnelle.

En effet, les surfaces actives pour la formation du ruissellement ne contribueront réellement aux flux que si elles sont connectées entre elles, ou à un réseau de collecteurs capables de drainer une fraction importante du ruissellement formé. Certes, lorsque la proportion de surface ruisselante augmente, la probabilité que les surfaces soient connectées entre elles ou à un réseau augmente également : ce constat dépasse le cadre du guide des sols, dont la vocation est centrée sur l'échelle de la parcelle. Mais il doit attirer l'attention sur certaines situations à risque, et sur la nécessité des solutions d'aménagement à l'échelle des **bassins versants élémentaires** en complément des solutions agronomiques. Ces solutions concernent la gestion des passages de l'eau (bandes enherbées, fossés, talus, petites retenues), en particulier en limite de parcelles et dans les zones de concentration que sont les fonds de vallons.

6.7.3. Les conséquences du ruissellement dans le Sundgau

6.7.3.1. Différentes formes d'érosion **(transfert de particules solides)**

Qu'est ce que l'érosion ?

L'érosion des sols par l'eau correspond à l'arrachement, au transport et au dépôt des particules et agrégats du sol sous l'action en général combinée de la pluie et du ruissellement. La quantité de sol arrachée dépend des forces exercées sur le sol par ces deux agents, et de la résistance que celui-ci est capable de développer. L'érosion peut prendre différentes formes qui dépendent des rôles respectifs de la pluie et du ruissellement.

Les différentes formes de l'érosion (cf. planche d'illustrations ci-contre)

- *Détachement de terre par rejaillissement*

Le détachement s'effectue lorsque les gouttes de pluie frappent la surface du sol et projettent la terre en tous sens (effet « splash »). Si la capacité de transport du ruissellement est faible, les particules détachées vont essentiellement se déposer et modifier la structure du sol en surface (fermeture des pores, diminution du microrelief), formant une croûte dite de battance.

- *Erosion diffuse sous l'effet d'un ruissellement non concentré*

L'érosion se produit de manière diffuse (photo 1) lorsque le détachement est essentiellement dû à la pluie et que le matériel est repris par un ruissellement non concentré s'écoulant sous forme de filets. Cette forme d'érosion est parfois aussi qualifiée d'érosion « en nappe ». L'érosion diffuse se produit surtout entre les lignes de semis, elle peut être importante et à l'origine d'importants dépôts en aval.

- *Erosion par incision sous l'effet d'un ruissellement concentré*

Des incisions se forment lorsque le ruissellement se concentre en raison de la topographie ou des façons culturales (lignes de semis, traces de roues, fourrières, dérayures) et qu'il acquiert une capacité de détachement suffisante pour qu'en un endroit toutes les particules ou agrégats soient mobilisés, quelle que soit leur taille.

Ces incisions peuvent avoir le caractère éphémère de griffures qui pourront être effacées lors d'une autre pluie, ou celui de rigoles (photo 2) qui persisteront jusqu'à la prochaine opération de travail du sol.

Des incisions plus importantes, s'étendant en largeur et en profondeur jusqu'à gêner le passage des machines sont alors qualifiées de ravines. On parle de ravines éphémères (photo 3) lorsqu'elles se forment au sein des parcelles, et qu'elles peuvent être effacées par le prochain labour ou par une intervention.

Lorsque ces ravines ne sont pas rebouchées, elles prennent un caractère permanent et vont évoluer en s'élargissant et/ou en s'approfondissant.

- *Mouvements de masse*

D'autres transferts de terre peuvent se produire non pas sous l'effet du ruissellement, mais sous forme de mouvements de masse, parce que le sol présente une discontinuité et que la couche supérieure passe localement d'un état solide à un état plastique quasi-liquide.

Les formes de l'érosion en Alsace

Les différentes formes d'érosion se développent particulièrement sur des sols peu couverts par la végétation et sont favorisées par des pluies intenses et/ou des sols à faible stabilité structurale comme ceux développés sur les formations limoneuses. En Alsace, des formes diffuses et en rigoles se produisent surtout lorsque les orages de printemps s'abattent sur les préparations de semis. Néanmoins, des ravines éphémères se forment également lors des hivers particulièrement humides, dans les fonds de vallons où la saturation ne fait qu'accroître les volumes ruisselés.

En Alsace, certains versants pentus cultivés sont sensibles du fait de la présence d'une discontinuité imperméable dans le sol (superposition des limons sur un niveau argileux d'origine géologique - marnes proches de la surface - ou pédologique - horizon lessivé très argileux, ou accident cultural potentiel - tassement profond ou semelle de labour).

A l'image d'autres régions françaises à couverture limoneuse, les risques de ruissellement et d'érosion sont avérés dans le Sundgau (Ifen-Mate-INRA, 1998, Mate-INRA, 1996). 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 du Sundgau

Nous présentons ci-dessous une échelle probable de sensibilité potentielle au ruissellement des sols du Sundgau.

Sensibilité potentielle au ruissellement élevée

- **sols 1 (Bas-Sundgau), 8, 9, 10 (Moyen-Sundgau), 13, 15 et 16 (Haut-Sundgau)** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons du Sundgau 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 dans les Moyen et Haut Sundgau.

Ces sols sont très battants ($R > 2$) et leur structure est très instable (classe 5).

Enfin, la plupart présentent en profondeur une discontinuité pédologique nette entre 40 et 80 cm de profondeur : loess ou limons tassés (fiches 1, 9 et 15), horizon d'accumulation d'argile (fiches 8, 13 et 16) parfois plus profondément enfoui sous des colluvions (fiche 10).

Sensibilité potentielle au ruissellement relativement modérée

- **sols 2, 3, 4, 23 (Bas-Sundgau), 7, 11, 12 (Moyen-Sundgau), 14 (Haut-Sundgau)** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons du Sundgau dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile voisin de 20 % (+/- 0,2 %), 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 7) ou absent (fiche 2), de leur situation en vallée ou en fond de vallon (fiche 3, 4, 11 et 23) ou, pour les sols plus acides, parce qu'ils ont déjà été érodés et qu'un niveau plus argileux affleure en surface (fiches 12 et 14).

Sensibilité potentielle au ruissellement a priori faible

- **sols 5, 6 (Bas-Sundgau), 17 à 20 (Jura alsacien), 21, 22 et 24 à 27 (vallées de l'Ill, de la Largue et de la Doller)** : cette catégorie concerne soit les sols plutôt argileux et calcaires ou calciques, soit les sols des vallées alluviales. 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 %.

Ces sols ne sont généralement pas battants (R inférieur à 1,4) et leur structure reste assez stable (classes 2 et 3).

Ces sols correspondent d'une part aux sols « argilo-calcaires » du Bas Sundgau et du Jura alsacien (fiches 5, 6 et 17 à 20) et d'autre part aux sols argileux hydromorphes et plus organiques des vallées les plus larges (fiches 21, 22 et 24 à 27). Toutefois, ces derniers, notamment si ils sont cultivés, peuvent être sensibles à l'incision, voire à l'arrachement, lors des inondations provoquées par les rivières telles que l'Ill, la Largue et la Doller.

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 en dehors du cycle cultural, soit une couverture végétale (même légère), soit un mulch** pour donner une rugosité au sol qui diminue les risques de dépôts de ruissellement,
- **en troisième lieu, il faut agir sur l'époque et le type de travail du sol, ainsi que son sens** (l'idéal étant un travail en courbes de niveau sur des parcelles dont la largeur est limitée dans le sens de la pente),
- **enfin, des aménagements d'accompagnement peuvent être adjoints sur les situations les plus sensibles** en vue de casser la vitesse des eaux de ruissellement (en particulier bandes enherbées sur les sites où l'eau est susceptible de prendre le plus de vitesse).

6.7.3.4. Le transfert des produits associés

Les eaux qui ruissellent sont susceptibles de transporter des substances solubles ou d'autres adsorbées sur les particules de terres. Ces eaux "chargées" auront un impact sur la qualité des cours d'eau si elles les rejoignent. Il faut distinguer la qualité des eaux qui ruissellent en surface de celle des eaux qui circulent à l'intérieur du sol.

Dans ce domaine, les données sont insuffisantes pour en donner une évaluation par type de sol. Tout au plus peut-on constater que dans le Sundgau, les fortes pollutions des eaux superficielles correspondent surtout aux sols lessivés acides, peu filtrants et hydromorphes du Haut Sundgau, alors que les pollutions les plus importantes des eaux souterraines correspondent aux sols a priori plus filtrants du Bas Sundgau.

Les transferts de nitrates

En ce qui concerne les nitrates, des mesures réalisées dans l'Ouest de la France et dans le Sundgau sur des dispositifs de type «bandes enherbées» montrent que l'eau qui ruisselle à la surface du sol est très peu chargée (teneur inférieure à 10 mg/l), sauf en cas de très faibles ruissellements (effet de concentration) et/ou de pluies intervenant immédiatement après un apport d'engrais ou de lisier. Ce n'est pas le cas des eaux qui traversent plus ou moins les sols avant de rejoindre une eau superficielle : des mesures réalisées à l'exutoire de bassins versants montrent des teneurs en nitrates variables et parfois élevées (Impact de l'infiltration de l'III sur la qualité de la nappe d'Alsace, DIREN 1996 - Etude de l'impact du ruissellement dans le vignoble sur la qualité de la nappe phréatique d'Alsace, DIREN 1995).

Le transfert de produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires entraînés par le ruissellement sont les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement entraînés avec les particules auxquelles elles sont liées à la surface du sol.

Cependant, si le ruissellement assure le transport de particules de sol, il peut aussi entraîner des produits en solution. Ainsi, une matière active mobile avec l'eau pourra être entraînée si le

ruissellement survient peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface.

Le cas des phytosanitaires, pour lesquelles les données locales sont fragmentaires, est traité également au paragraphe 6.9.

Des résultats de mesures à Spechbach - le - Haut

Sur un dispositif d'étude conduit par l'ARAA, l'ITCF, l'INRA et la Chambre d'agriculture du Haut-Rhin à Spechbach - le - Haut de 1997 à 1999, le volume et la concentration en atrazine et métabolites dans les eaux de ruissellement ont été étudiés à l'aval de parcelles de 250 m². Ces parcelles étaient cultivées en monoculture de maïs sur un sol de type limoneux à limono-argileux, décarbonaté, profond et sain tel que présenté dans la fiche n° 8 de ce guide, présentant 2,5 % de pente. Les principales conclusions sont les suivantes :

- *Le ruissellement émis par les parcelles est très faible ou inexistant au semis du maïs et apparaît dans les semaines qui suivent, suite à la diminution de la capacité d'infiltration de la surface du sol ;*
- *Ce sont les épisodes de ruissellement intervenant dans les 2 à 3 mois suivant l'application qui génèrent l'essentiel des flux d'atrazine entraînée par ruissellement ;*
- *Pour le désherbant étudié, l'atrazine, au total moins de 0,5 % de la dose appliquée est entraînée par ruissellement hors de la parcelle. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans de nombreux sites d'étude ;*
- *Une bande enherbée de 12 mètres de large en bas de la parcelle intercepte selon l'année de 50 à 100 % du flux d'atrazine et de ses métabolites. Dans la même situation, l'efficacité d'une bande enherbée de 6 mètres varie de 40 à 99 %. Ces différences d'interception sont expliquées par les variations de la pluviométrie de fin de printemps et début d'été et le ruissellement induit, qui peut traverser la bande enherbée. Les valeurs les plus faibles ont été observées en 1999, année de pluviosité exceptionnelle par le ruissellement enregistré.*
- *Le flux de nitrates entraîné par ruissellement de surface hors des parcelles est de l'ordre du kilogramme d'azote par hectare au maximum.*

6.8. LES SOLS ET LE RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

La majorité 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»).

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

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

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

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

$$d = P - ETM - (RU - r)$$

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

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

où

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

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

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

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

Remarque :

Ce modèle rend compte du seul mouvement des nitrates sous l'effet des flux d'eau verticaux dans le sol. Il ne prend pas en compte le phénomène de dénitrification (réduction de N nitrique en N_2O et N_2 gazeux) particulièrement important dans certains sols très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.8.3. Sols hydromorphes et dénitrification).

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 1^{er} octobre, comme derrière une culture d'été et que l'azote nitrique présent est uniformément réparti dans le profil. Ceci n'est pas vérifié dans le Sundgau pour les sols de RU > 120 mm.
- 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 220 à 330 mm (Bas-Sundgau) et 420 à 500 mm (Haut-Sundgau) sur la période 1^{er} octobre - 31 mars. Ceci correspond à une situation rencontrée à peu près une année sur deux pour les postes météo de la région, soit Belfort, Joncherey et Burnhaupt-le-Haut retenus comme postes représentatifs pour le Haut Sundgau et Saint-Louis, Mulhouse et Kiffis pour le Bas et le Moyen-Sundgau.

Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique P-ETP entre le 1^{er} octobre et le 31 mars (Données METEO-FRANCE)									
Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P-ETP en mm			P-ETM = P-0,5 ETP en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
MULHOUSE 1972 - 1999	277	368	455	169	225	313	224	303	386
ST LOUIS 1968 - 1999	259	299	372	122	156	226	190	225	300
KIFFIS* 1985 - 1999	379	408	510	224	263	379	308	336	445
BURNHAUPT* 1977 - 1993	494	557	727	362	440	579	432	499	653
BELFORT 1968 - 1999	466	563	715	334	419	572	400	491	645
JONCHEREY 1968 - 1992	436	497	673	288	355	530	364	426	601

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

Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates est présenté en encadré ci-contre. Ce sont les résultats de ce calcul qui figurent dans les fiches de sol, avec un classement en 5 niveaux de risque :

Classe	F calculé pour P-ETM = 300 mm (Bas Sundgau) 400 mm (Haut Sundgau)	Risque de lessivage hivernal
1	moins de 10 %	Très limité
2	10 à 25 %	Limité
3	25 à 40 %	Moyen
4	40 à 60 %	Elevé
5	supérieur à 60 %	Très élevé

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

Commentaire sur le lessivage en sols profonds quand la fertilisation est excessive

En sols profonds, la modélisation du risque de lessivage développée par Burns met en évidence que seule une très faible fraction de l'azote nitrique présent dans le sol est lessivée. Ceci explique leur classement en sols à risque de lessivage très limité. Néanmoins, il est nécessaire de moduler ce diagnostic optimiste car les pertes d'azote peuvent être significatives dans ces sols en cas de surfertilisation. Cet impact polluant est surtout dû au cumul des excès de fertilisation année après année. Une expérimentation conduite par l'INRA (Schenck et Delphin, 1996) à Efig 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.

6.8.1.2. Des risques de lessivage hivernal généralisés dans le Sundgau

Les résultats et le classement obtenus pour le Sundgau sous cet ensemble d'hypothèses sont présentés dans les tableaux, pages suivantes.

Nous présentons par ailleurs des éléments d'information qui permettent aux techniciens d'évaluer plus précisément les risques de lessivage hivernal. Ce sont :

- d'une part une analyse fréquentielle du bilan climatique hivernal P-ETP, qui correspond à un sol avec couverture végétale dense,
- d'autre part, dans chaque fiche, les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns où F est fonction de l'excès de bilan hydrique P - ETM - (RU - r), à partir d'une situation de départ où la RFU est vide ($r = 1/3$ RU).

**Classe de risque de lessivage hivernal pour les principaux sols
du Sundgau et du Jura alsacien**

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur l'épaisseur h retenue	F calculé pour : P-ETM = 300 mm fiches 1à11, 21à23 P-ETM = 400 mm fiches 12à20, 24à27	Appréciation du risque de lessivage des nitrates : classement
1	Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques	RU = 185 mm Vm = 30,0 % h = 80 cm	51 %	Classe 4 risque élevé
2	Limon, calcaire, profond, des collines loessiques	RU = 180 mm Vm = 31,0 % h = 90 cm	46 %	Classe 4 risque élevé
3	Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques	RU = 185 mm Vm = 31,7 % h = 100 cm	41 %	Classe 3 risque moyen
4	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons humides des collines loessiques	RU = 300 mm Vm = 43,0 % h = 120 cm	15 %	Classe 2 risque limité
5	Limon argilo-sableux sur argile, calcaire, hydromorphe, des versants argileux	RU = 130 mm Vm = 41,0 % h = 70 cm	51 %	Classe 4 risque élevé
6	Limon argilo-sableux sur argile, décarbonaté, hydromorphe, des versants argileux	RU = 140 mm Vm = 47,7 % h = 80 cm	40 %	Classe 4 risque élevé
7	Limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	RU = 180 mm Vm = 40,2 % h = 80 cm	41 %	Classe 4 risque élevé
8	Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	RU = 195 mm Vm = 40,2 % h = 120 cm	25 %	Classe 3 risque moyen
9	Limon à limon argileux, décarbonaté, sur cailloutis des collines de lehm-loess	RU = 120 mm Vm = 30,7 % h = 70 cm	62 %	Classe 5 risque très élevé
10	Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe, de bas de versants des collines de lehm-loess	RU = 230 mm Vm = 43,4 % h = 90 cm	27 %	Classe 3 risque moyen
11	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons des collines de lehm-loess	RU = 190 mm Vm = 43,2 % h = 100 cm	29 %	Classe 3 risque moyen
12	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, profond, des collines de lehm	RU = 240 mm Vm = 47,7 % h = 90 cm	41 %	Classe 4 risque élevé
13	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, des collines de lehm	RU = 160 mm Vm = 42,7 % h = 70 cm	60 %	Classe 5 risque très élevé
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, profond, des collines de lehm	RU = 180 mm Vm = 45,7 % h = 80 cm	52 %	Classe 4 risque élevé
15	Limon à limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis	RU = 120 mm Vm = 30,8 % h = 70 cm	72 %	Classe 5 risque très élevé

16	Limon sur limon argileux, acide, hydromorphe, des vallons des collines de lehm	RU = 230 mm Vm = 48,1 % h = 90 cm	42 %	Classe 4 risque élevé
17	Argile limono-sableuse sur calcaire peu profond des buttes calcaires	RU = 50 mm Vm = 31,8 % h = 35 cm	86 %	Classe 5 risque très élevé
18	Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires	RU = 80 mm Vm = 45,3 % h = 45 cm	75 %	Classe 5 risque très élevé
19	Limon argileux sur argile limoneuse, puis argile, des bas de versants calcaires	RU = 120 mm Vm = 45,8 % h = 70 cm	61 %	Classe 5 risque très élevé
20	Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse caillouteuse, des vallons calcaires	RU = 150 mm Vm = 45,5 % h = 80 cm	55 %	Classe 4 risque élevé
21	Limon argileux sur argile limoneuse, calcaire, hydromorphe, profond, des vallées larges	RU = 180 mm Vm = 55,8 % h = 85 cm	27 %	Classe 3 risque moyen
22	Limon argileux sur argile limoneuse, hydromorphe, profond, des vallées larges	RU = 210 mm Vm = 54,2 % h = 105 cm	17 %	Classe 2 risque limité
23	Limon argileux, calcaire, profond, des marges des vallées	RU = 270 mm Vm = 37,0 % h = 150 cm	10 %	Classe 2 risque limité
24	Limon argileux, profond, hydromorphe, des vallées	RU = 240 mm Vm = 44,9 % h = 100 cm	40 %	Classe 4 risque élevé
25	Limon sablo-argileux, acide, sur cailloutis sablo-argileux peu profond	RU = 120 mm Vm = 40,3 % h = 60 cm	69 %	Classe 5 risque très élevé
26	Limon sablo-argileux, acide, profond, sur cailloutis sablo-argileux	RU = 160 mm Vm = 33,0 % h = 90 cm	60 %	Classe 5 risque très élevé
27	Sable limono-argileux, caillouteux, acide, hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux	RU = 80 mm Vm = 28,5 % h = 60 cm	78 %	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.

Cependant dans le cas des fiches 3, 4, 6, 8, 10 et 23 les valeurs de ces profils ont été pondérées par des observations réalisées par sondages à la tarière pour la carte des sols du Sundgau afin d'assurer une meilleure représentativité par rapport à l'unité 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 influencer sur la facilité ou non à prévoir les besoins en azote des cultures. Cela donne la grille de risque ci-dessous (Sebillotte, Meynard, 1990) :

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

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

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

6.8.2. Le risque de lessivage printanier

6.8.2.1. Généralités

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

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

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

- *Une réserve utile du sol pleine au 21 avril, simulant un semis sur des sols dont la réserve a été reconstituée au cours de l'hiver et au début du printemps. La lame d'eau drainante (d) est estimée par le terme P-ETM, car $r = RU$ au départ.*
- *Des nitrates présents en surface du sol comme dans le cas d'un apport d'engrais réalisé autour du semis. L'exposant prend alors la valeur h correspondant à la profondeur de sol accessible aux racines.*
- *L'ETM est calculée pour le maïs en début de croissance avec un coefficient k variant de 0,3 à 0,9 selon le stade de développement.*

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

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

6.8.2.2. Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels et les plus hydromorphes du Sundgau

En effet, le climat printanier de la région se caractérise par un maximum pluviométrique en mai-juin avec 50 à 80 mm de pluie en moyenne par mois pour le Bas Sundgau et 100 à 150 mm pour le Haut Sundgau.

Pour illustrer ce risque, nous avons choisi de présenter :

① les données du bilan climatique correspondant à une culture d'été implantée courant avril comme un maïs ou un tournesol (voir tableau "Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique entre le 21 avril et le 30 juin").

② les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns, selon un scénario spécifique à cette situation printanière (cf. encadré 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).

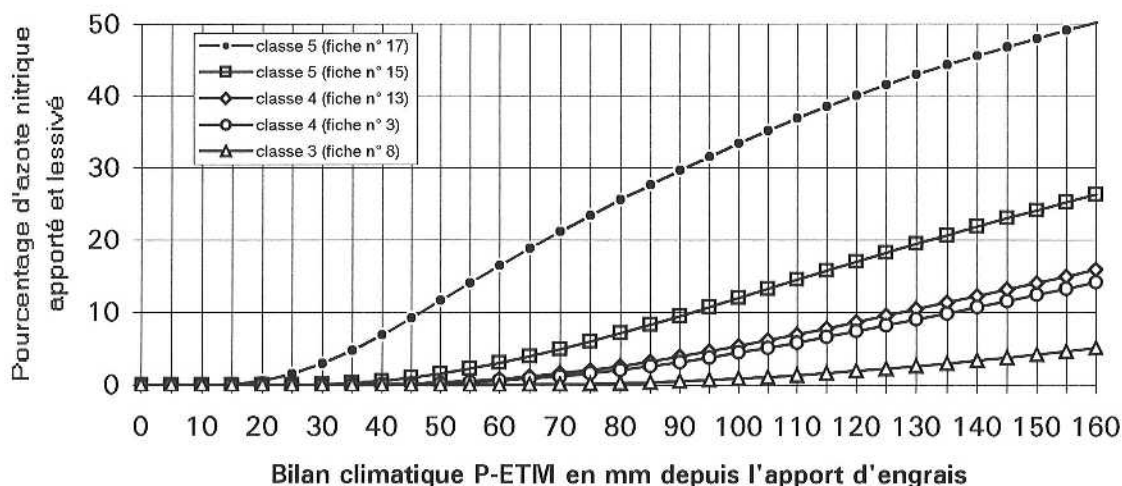
Analyse fréquentielle des pluies et du bilan climatique, entre le 21 avril et le 30 juin (Données METEO-FRANCE)						
Poste météo et période de mesures	PLUIES en mm			P - ETM maïs en mm		
	Q1	Médiane	Q4	Q1	Médiane	Q4
MULHOUSE 1972 - 1999	126	161	204	-26	+12	+57
ST LOUIS 1968 - 1999	146	176	224	+5	+32	+79
KIFFIS* 1985 - 1999	157	239	300	-1	+99	+152
BURNHAUPT* 1977 - 1993	165	184	216	+12	+41	+76
BELFORT 1968 - 1999	169	216	277	+31	+70	+135
JONCHEREY 1968 - 1992	191	230	288	+47	+87	+150

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

Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin fait apparaître un excès de l'ordre de 30 à 90 mm un an sur deux, et supérieur à une valeur comprise entre 75 et 150 mm un an sur cinq. Les excédents supérieurs à 60 mm sont souvent observés notamment dans le haut du Sundgau et créent des pertes supérieures à 20 % des nitrates apportés en surface pour les quelques sols les plus filtrants (cf. graphique ci-dessous). Il ressort de cette analyse que des risques de lessivage printanier existent en particulier pour les sols les plus superficiels, qu'ils soient caillouteux (fiches n° 9, 15, 17 à 19 et 25) ou hydromorphes (fiches n° 13, 14, 26 et 27).

Dans ces sols où le risque de lessivage printanier est le plus probable, il est nécessaire de systématiser le fractionnement en 2 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été, voire en 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.

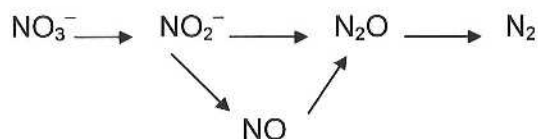
Risque de lessivage des nitrates de l'engrais apporté au printemps sur un sol avec une réserve utile pleine (modèle de Burns)



6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification

Le modèle de lessivage de Burns ne tient pas compte des phénomènes de dénitrification qui, dans les sols organiques et hydromorphes, peut conduire à une épuration de l'eau drainante et diminuer le taux de nitrates.

La dénitrification correspond à une réduction des nitrates du sol par action de micro-organismes, principalement des bactéries. Elle comporte la chaîne de réactions suivantes allant jusqu'à la libération de gaz N_2 .



Selon les bactéries ou les conditions de milieu, la chaîne de réactions est réalisée totalement ou partiellement, ce qui peut conduire à des accumulations variées des formes intermédiaires et notamment à la libération de protoxyde d'azote N_2O (Hénault, 1995). La proportion d'azote libérée sous forme de N_2O lors de la dénitrification est très variable, allant de 0 à 100 % et les facteurs de régulation sont encore mal connus.

Les principaux facteurs favorisant le processus de dénitrification dans le sol sont :

- la richesse en matière organique des sols,
- le degré d'anaérobiose lié au régime hydrique des sols,
- la concentration en nitrates et autres oxydes d'azote dans le sol.

La réaction est activée par des températures plus élevées du sol ; le pH optimal se situe entre 6 et 8.

Les mécanismes de régulation de cette transformation sont complexes et son intensité est très variable. Les pertes d'azote ainsi occasionnées peuvent aller de quelques kg à plusieurs dizaines de kg N/ha/an (Hénault 1993).

Dans la bibliographie actuellement disponible, quelques chiffres peuvent être relevés :

Dénitrification observée	Système étudié
environ 5 à 10 kg N/ha/an avec pointe exceptionnelle de 20 à 50 kg N/ha/an	maïs en loess et en <u>sol hydromorphe humifère</u> de la plaine d'Alsace (J. Hack, 1997)
3 à 10 kg N/ha de mars à mi-octobre	Blé sur sol argilo-limoneux (Germon, 1985)
15 à 20 kg N/ha de mi-mars à mi-septembre	Prairies temporaires avec mode d'exploitation intensif (Germon et Couton, 1989)
68 kg N/ha/an	sol faiblement drainé sous forêt (Lawrance, 1995 et Hanson, 1994)
5 kg N/ha/an	sol modérément drainé sous forêt (Lawrance 1995, Hanson 1994)

Dans les zones en bordure de rivières ou les zones de battement de la nappe où la dénitrification est la plus active, elle est aujourd'hui parfois considérée comme une voie de dépollution des eaux chargées en nitrates. Cependant, comme cela a été signalé plus haut, la réaction de dénitrification peut ne pas être totale et libérer préférentiellement du N₂O qui est un gaz à très fort effet de serre. Son augmentation dans l'atmosphère est indésirable. La dénitrification, dont on ne maîtrise pas toutes les étapes, peut ainsi dans certains cas, apparaître comme un transfert de pollution de l'eau du sol ou des nappes vers l'atmosphère.

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

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

6.9. 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 pour le Sundgau (cf. encadré 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. La formation du ruissellement, l'érosion des sols et les flux associés-. Aussi, la prévention de ce risque dépend plutôt des choix de techniques agricoles limitant l'apparition, l'importance ou la propagation du ruissellement que de considérations sur les caractéristiques intrinsèques du sol.

6.10. LE POUVOIR EPURATEUR DES SOLS

La capacité des sols à digérer des matières organiques biodégradables et à recycler des éléments minéraux est de plus en plus souvent mise à contribution par la collectivité : il s'agit ainsi d'éliminer au mieux des déchets d'origine urbaine ou industrielle, tels que des boues de station d'épuration des eaux usées ou des composts issus du traitement de déchets divers. Dans le cadre de l'activité agricole, cette aptitude est également sollicitée par les épandages de déjections animales des élevages, même si cette fonction semble aller de soi aux yeux de beaucoup : la réalisation de plans d'épandage pour les déjections d'élevages relevant de la législation des installations classées comme pour le recyclage des déchets en agriculture impose une bonne connaissance du pouvoir épurateur des sols. Cette exigence est d'autant plus forte que le Sundgau est un milieu très sensible de par l'omniprésence de la nappe du cailloutis du Pliocène entre 10 et 20 m de profondeur.

AVERTISSEMENT

Nous ne nous intéresserons qu'à la capacité des sols agricoles à assurer un traitement correct des effluents liquides ou solides apportés avec des quantités d'eau limitées. Dans la pratique, ceci correspond à des apports pouvant aller jusqu'à 100 m³/ha/an environ, correspondant à une lame d'eau de 10 mm au plus. Les critères d'appréciation proposés ne sont pas automatiquement valides dans d'autres cas, par exemple pour envisager la capacité de sols non agricoles à traiter des eaux usées domestiques brutes.

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

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

Cet objectif sera atteint sous deux conditions :

- ① Le transfert de la charge polluante que représente le déchet hors du système sol-plante ne doit concerner que des éléments qui ne conduisent pas à une pollution du milieu récepteur par nature ou par concentration. Ici c'est la nappe alluviale qu'il s'agit particulièrement de protéger, et le sol doit présenter des caractéristiques minimales pour maîtriser ce risque.
- ② Il ne doit pas y avoir d'accumulation dans le sol d'éléments pouvant condamner à terme toute production agricole. Ce dernier point implique avant tout une bonne connaissance du déchet.

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

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

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

6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle

La connaissance du pouvoir épurateur du sol est l'un des éléments permettant d'apprécier l'**aptitude à l'épandage d'une parcelle**. Ce n'est pas le seul. Interviennent également dans cette appréciation l'environnement et le voisinage parcellaire comme la présence d'habitations ou la proximité d'un cours d'eau, la pente, le risque d'inondation, le système de culture pratiqué. Ces contraintes doivent être prises en compte et discutées lors de la constitution des **plans d'épandage**, dans le respect de la réglementation s'appliquant au déchet concerné (règlement sanitaire départemental, réglementation des installations classées, réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, ...).

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

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

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

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

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

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

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

La grille suivante est proposée :

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

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

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

② Protection des eaux souterraines contre un risque de contamination biologique

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

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

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

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

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

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

- dans le cas où l'épaisseur de la zone non saturée - épaisseur du terrain géologique comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe - est supérieure à 7 mètres, pas de restriction spécifique,
- dans le cas où l'épaisseur de la zone non saturée est inférieure à 7 m (c'est le cas de certains secteurs du cailloutis pliocène 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.**⊗ 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.

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

Vis-à-vis des micropolluants, la protection des eaux et celle des sols sont liées par les mécanismes d'immobilisation, de remobilisation et de transfert de ces substances : une molécule ou un élément aujourd'hui retenu dans le sol ne migrera pas dans l'eau, mais pourra devenir indésirable pour la production agricole par suite de teneurs excessives. Demain, il pourra être de nouveau mobilisé suite à une modification des conditions du sol (évolution du pH par exemple), ou bien encore des dérivés de la molécule apparaîtront, issus de sa transformation par voie biologique ou physico-chimique.

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

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

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

Valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols

D'après l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles, les valeurs fréquemment observées en Alsace (Baltzer, 1993 ; MRA68, 1999) et la proposition de seuil « d'alerte » (selon Baize, 1997).

Eléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg MS	Valeurs observées * en Alsace en mg/kg MS	Seuil « d'alerte » ** en mg/kg MS
Cadmium	2	0,25 à 0,40	0,60
Chrome	150	30 à 60	60
Cuivre	100	15 à 25	30
Mercure	1	< 0,15	0,30
Nickel	50	20 à 40	45
Plomb	100	20 à 40	50
Zinc	300	45 à 90	100

* chiffres en mg/kg de matière sèche (MS) correspondant à 3 cas sur 4

** seuil rarement dépassé en Alsace, dans moins d'un cas sur 10

⑥ Protection des eaux de surface

Le sol pris isolément ne joue pas un rôle déterminant dans la protection des eaux de surfaces, rivières et plans d'eau, sauf dans un cas : une sensibilité élevée du sol à la battance peut conduire à des états de surface fréquemment et rapidement fermés après les opérations de travail du sol. Dans cette situation, la vitesse d'infiltration diminue, jusqu'à moins de 5 mm/h, et le coefficient de ruissellement augmente. C'est le cas par exemple des sols limoneux, surtout s'ils sont décarbonatés et présentent un taux de matière organique inférieur à 1,5 %.

Le mécanisme de pollution concerné est l'entraînement par ruissellement des produits épandus à la surface du sol. La protection effective des eaux de surface peut être assurée au travers du respect d'un certain nombre de conditions concernant la parcelle. La pente du terrain, la distance par rapport aux eaux de surface, la présence d'obstacles s'opposant à la propagation du ruissellement entre la parcelle et celles-ci, la présence d'un drainage interceptant le ruissellement, les conditions climatiques de la période d'épandage, le risque d'inondation éventuel, les délais d'enfouissement après épandage doivent être analysés. Les contraintes qui en découlent devront être prises en compte par le plan d'épandage. Elles ne sont pas retenues pour juger du pouvoir épurateur du sol.

6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols

Pour l'épandage des boues de station d'épuration, il est nécessaire de prendre en compte plus particulièrement certains critères :

- le pH du sol, qui si il est voisin de 6,0 / 6,5 sera représentatif d'un sol tout indiqué pour recevoir des boues chaulées,
- le pouvoir minéralisateur du sol pour le recyclage de la matière organique apportée dans les boues, souvent inversement proportionnel à l'intensité de l'excès d'eau du sol,
- la vitesse de filtration du sol en surface après un épandage et sa capacité de rétention en eau, en particulier s'il s'agit de boues liquides

L'un des objectifs de l'étude des sols est d'estimer le pouvoir épurateur des sols décrits. Celui-ci est défini en fonction de plusieurs critères liés aux sols, notamment : la réserve utile, l'hydromorphie, le risque de lessivage hivernal des nitrates et l'état calcique (pH et CaCO₃).

Pour ces critères, on peut définir :

- 5 classes de réserve utile : > 180 mm, 140-180 mm, 100-140 mm, 60-100 mm, ≤ 60 mm
- 5 classes d'hydromorphie : 0, 1, 2, 3/3+ et 4 (selon JC. Favrot, 1983),
- 5 classes de risque de lessivage des nitrates (selon formule de Burns) : très limité (F < 10 %), limité (10 % < F < 25 %), moyen (25 % < F < 40 %), élevé (40 < F < 60 %), très élevé (F > 60 %),
- 5 classes d'état calcique (pH/CaCO₃) : très acide, pH < 5 ; acide, pH de 5 à 6 ; modérément acide ou décarbonaté, pH de 6 à 7 ; calcique, pH > 7 et CaCO₃ < 2 % ; calcaire, pH > 7 et CaCO₃ > 2 %.

Ces classes permettent de présenter le tableau d'estimation suivant du pouvoir épurateur :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

avec les définitions suivantes des classes de pouvoir épurateur :

A : pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure,

B : pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

(contrôle du pH, vérification de l'excès d'eau, gestion de la fertilisation azotée...)

C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

La classe de pouvoir épurateur est définie par le niveau de contrainte le plus élevé atteint par l'un des 4 critères. Ce résultat peut être modulé en fonction de la variabilité du terrain en particulier lorsqu'elle conduit à des valeurs de part et d'autre d'une valeur seuil de classe de critère (RU, lessivage...).

Ainsi, un sol brun calcaire profond sur loess en plaine présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur est donc A

A l'inverse, un sol limono-argilo-sableux peu profond (50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'III (présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur est donc C

Enfin, un sol limoneux à argilo-limono-sableux, moyennement profond de la plaine du Rhin présentera le tableau suivant :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur sera donc B

Ainsi, l'utilisation du pouvoir épurateur des sols à des fins de recyclage agricole permet de postuler a priori que " 60 cm de sol sain, à texture équilibrée, drainage interne satisfaisant, avec un pH de 6,0-6,5 " représente les conditions minimales d'une épuration satisfaisante de la matière organique dans les sols (cas B).

Un classement qualitatif des 4 critères a été réalisé pour toutes les unités cartographiques de sols définies dans cette étude. Toutefois, à l'échelle du zonage présenté dans ce guide, la variabilité possible des situations de sols à l'intérieur d'une même unité cartographique conduit à une certaine variabilité autour de la note de classement. Il est donc nécessaire de compléter cette approche à l'échelle parcellaire après reconnaissance et vérification des types des sols.

Enfin rappelons que l'aptitude des parcelles à l'épandage, outre le pouvoir épurateur des sols, nécessite la prise en compte du type de produit à épandre, de la succession culturale, de la pente, des contraintes réglementaires (zone inondable, périmètres de captage d'eau potable, proximité de cours d'eau, zone habitée...)

Sur le plan pratique, ceci conduit donc à noter systématiquement lors de la prospection de terrain les paramètres suivants :

- l'effervescence à l'acide chlorhydrique (présence-absence de carbonate de calcium),
- la profondeur du sol et ses textures par horizon (permet une estimation de la réserve utile en eau),
- l'hydromorphie (taches rouille, taches de décoloration), les obstacles à l'infiltration de l'eau (niveaux compactés sous le labour, accumulation d'argile en profondeur...) et la situation dans le paysage.

En outre, les valeurs du pH, des taux d'argile en surface et de matière organique sont issues de 2 sources :

- les analyses de terre de surface issues de la base de données régionale sur les sols d'Alsace gérée par l'ARAA,
- les analyses physico-chimiques standards en laboratoire (SADEF Aspach-le-Bas, Haut-Rhin) réalisées sur les échantillons prélevés des fosses pédologiques ouvertes et décrites dans le cadre de ce guide des sols.

6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols du Sundgau

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

A : Pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- **sols 3, 4 et 23** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons loessiques des vallons du Bas-Sundgau. Le risque de lessivage de l'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **sols 1 et 2** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons loessiques des hauts de collines du Bas-Sundgau.
- **sols 7, 8, 10, 11, 12 et 14** : 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 et 6** : sur certaines surfaces, la faible RU impose d'être attentif à la gestion de l'azote et à la localisation par rapport aux captages.
- **sols 19, 20 et 26**, à cause de la proximité des nappes sous jacentes et des sols 17, 18, 21, 22, 25 et 27 au sein des mêmes parcelles.

C : Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

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

- **sols 13, 16** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. De plus, sans entretien calcique, ces sols sont naturellement acides (pH voisin de 5,5).
- **sols 21, 22, 24 et 27** : 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 17, 18** : la faible RU ne permet pas de garantir des conditions d'épuration correctes en toutes conditions.
- **sols 9, 15, 25** : la faible RU combinée à un risque de lessivage de l'azote très élevé et à des pH faibles ne permettent pas d'assurer un pouvoir épurateur suffisant.

Ces conclusions sont reprises dans chacune des fiches.

APPRECIATION DU POUVOIR EPURATEUR DES SOLS DU SUNDGAU

N° fi- che	Type de sol	Critères d'évaluation du pouvoir épurateur				Classe de pouvoir épurateur et commentaire
		Réserve utile en mm	Classe d'hydro- morphie	Classe de risque de lessivage hivernal	pH et carbona- tation	
1	Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques	140 à 180 mm	0	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Attention cependant au risque d'érosion laminaire. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
2	Limon, calcaire, profond, des collines loessiques	160 à 180 mm	0	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
3	Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques	180 à 200 mm	0	3 : moyen	8,0 à 8,5 sol calcaire	A : pouvoir épurateur élevé à suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
4	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons humides des collines loessiques	200 à 240 mm parfois 300	2 à 3	2 : limité	8,0 à 8,5 sol calcaire	A : pouvoir épurateur élevé à suffisant. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste nécessaire.
5	Limon argilo-sableux sur argile, calcaire, hydromorphe, des versants argileux	120 à 130 mm	1 à 3	4 : élevé	6,5 à 7,5 en surface, > 8,0 en profondeur (>50 cm) sol calcique à calcaire	B : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste nécessaire.
6	Limon argilo-sableux sur argile, décarbonaté, hydromorphe, des versants argileux	160 à 170 mm	1 à 3	4 : élevé	6,0 à 7,0 en surface, >7,5 en profondeur (50-100 cm) sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur à peine suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste nécessaire. Le contrôle du pH est indispensable.
7	Limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	150 à 180 mm	1 à 2	4 : élevé	7,0 à 8,0, >8,0 en profondeur (80-100 cm) sol décarbonaté sauf pratique de chaulage	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile. Le contrôle du pH est nécessaire.

8	Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	200 à 240 mm	1 à 2	3 : moyen	6,0 à 6,5 sol décarbonaté sauf pratique de chaulage	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile. Le contrôle du pH est nécessaire.
9	Limon à limon argileux, décarbonaté, sur cailloutis des collines de lehm-loess	120 à 140 mm	0 à 2	5 : très élevé	6,0 à 7,0 sol décarbonaté à acide	C : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque quasi-certain de lessivage de l'azote. Le contrôle du pH reste nécessaire.
10	Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe, de bas de versants des collines de lehm-loess	180 à 240 mm	1 à 2	3 : moyen	6,0 à 7,5 sol décarbonaté	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau reste utile. Le contrôle du pH est indispensable.
11	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons des collines de lehm-loess	180 à 240 mm	2 à 3	3 : moyen	8,0 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
12	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, profond, des collines de lehm	160 à 240 mm	2 à 3	4 : élevé	5,5 à 6,0 en surface, parfois 6,0 à 6,5 en profondeur sol acide	B : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de l'acidité naturelle limite, du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau est indispensable.
13	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, des collines de lehm	120 à 160 mm	2 à 3 parfois 3+	5 : très élevé	5,0 à 6,0 sol très acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'acidité naturelle, du risque très élevé de lessivage des nitrates et de l'hydromorphie de ces sols.
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, profond, des collines de lehm	150 à 180 mm	2 à 3	4 : élevé	6,0 à 6,5 sol décarbonaté à acide	B : pouvoir épurateur à peine suffisant, sauf association avec les sols 13 et 16 sur la même parcelle. Attention au risque d'érosion laminaire. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire. Le contrôle du pH est indispensable.
15	Limon à limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis	120 à 140 mm	1 à 2 parfois 3	5 : très élevé	6,0 à 6,5 sol décarbonaté à acide	C : pouvoir médiocre ou insuffisant à cause de la faible RU et du risque quasi-certain de lessivage de l'azote. Le contrôle du pH reste nécessaire.
16	Limon sur limon argileux, acide, hydromorphe, des vallons des collines de lehm	180 à 240 mm	3 à 3+	4 : élevé	5,0 à 6,0 sol très acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait de l'excès d'acidité naturelle, du risque élevé de lessivage des nitrates et de l'hydromorphie de ces sols.

17	Argile limono-sableuse sur calcaire peu profond des buttes calcaires	40 à 60 mm	0	5 : très élevé	7,5 à 8,0 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause la très faible réserve utile.
18	Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires	60 à 80 mm	1	5 : très élevé	7,5 à 8,5 sol calcaire	C : pouvoir épurateur épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile.
19	Limon argileux sur argile limoneuse, puis argile, des bas de versants calcaires	110 à 130 mm	2	5 : très élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être impérativement pris en compte.
20	Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse caillouteuse, des vallons calcaires	140 à 160 mm	0 à 2	4 : élevé	8,0 à 8,5 sol calcaire	B : pouvoir épurateur suffisant. Le risque de lessivage d'azote nitrique en hiver doit être pris en compte.
21	Limon argileux sur argile limoneuse, calcaire, hydromorphe, profond, des vallées larges	160 à 180 mm	2 à 4	3 : moyen	7,5 à 8,0 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et des inondations potentielles.
22	Limon argileux sur argile limoneuse, hydromorphe, profond, des vallées larges	200 à 220 mm	3 à 4	2 : limité	6,0 à 7,0 sol décarbonaté à acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau et des inondations potentielles.
23	Limon argileux, calcaire, profond, des marges des vallées	260 à 340 mm	0 à 1	2 : limité	8,0 à 8,5 sol calcaire	A : pouvoir épurateur suffisant à élevé. Pas de contraintes majeures.
24	Limon argileux, profond, hydromorphe, des vallées	200 à 240 mm	2 à 3+	4 : élevé	7,5 à 8,0 sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de l'excès d'eau toujours proche de la surface au moins sur une partie des parcelles.
25	Limon sablo-argileux, acide, sur cailloutis sablo-argileux peu profond	100 à 120 mm	0	5 : très élevé	5,0 à 6,0 sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile, de l'acidité naturelle de ces sols et du risque quasi-certain de lessivage de l'azote.
26	Limon sablo-argileux, acide, profond, sur cailloutis sablo-argileux	140 à 160 mm	2 à 3	5 : très élevé	5,5 à 6,5 sol acide	B : pouvoir épurateur à peine suffisant à cause de l'acidité limite, du risque quasi-certain de lessivage de l'azote. Le contrôle du pH et de l'excès d'eau sont indispensables.
27	Sable limono-argileux, caillouteux, acide, hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux	80 à 100 mm	2 à 3+	5 : très élevé	5,5 à 6,5 sol acide	C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant à cause de la faible réserve utile, l'excès d'eau et les inondations potentielles.

ANNEXES

① DONNEES CLIMATIQUES

② TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

③ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

④ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

⑤ GUIDE DE LECTURE DES FICHES DE SOLS

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

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

**⑧ CORRESPONDANCES ENTRE LES FICHES DU GUIDE N°11,
LA CLASSIFICATION CPCs, LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE,
LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS ET LES AUTRES GUIDES DES
SOLS**

① DONNÉES CLIMATIQUES

1. RAPPEL DE DEFINITIONS POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES ANALYSES CLIMATIQUES

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

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

ETM (Evapotranspiration maximale) : Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.

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

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

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

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

2. ETAT DES DONNEES DISPONIBLES

Les données utilisées dans ce guide proviennent de relevés réalisés sur 6 postes météorologiques de la région.

- 4 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Mulhouse, Saint-Louis, Belfort et Joncherey,
- 2 postes avec des données pluviométriques seules : Kiffis et Burnhaupt-le-Haut.

Pour l'ETP, l'information est fournie par la station météorologique de Saint-Louis, extrapolée pour le calcul des bilans hydriques de tous les autres postes.

Toutes les données utilisées ont été fournies et leur traitement réalisé par le service météorologique inter-régional Nord-Est de METEO-France.

3. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES ET TYPOLOGIE DES POSTES METEO

3.1. La pluviométrie (voir tableau de données et graphique)

La pluviométrie moyenne annuelle pour la zone varie de 730 à 1085 mm selon les postes. Cette variabilité est essentiellement liée à la localisation des sites par rapport aux reliefs des Vosges et du Sundgau (autour de 700 mm à Mulhouse et St-Louis, autour de 1100 mm à Belfort).

La pluviométrie d'été est conditionnée par des orages apportant plus d'eau sur les plus hauts reliefs. La pluviométrie de printemps est plutôt liée au passage de perturbations d'origine atlantique.

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

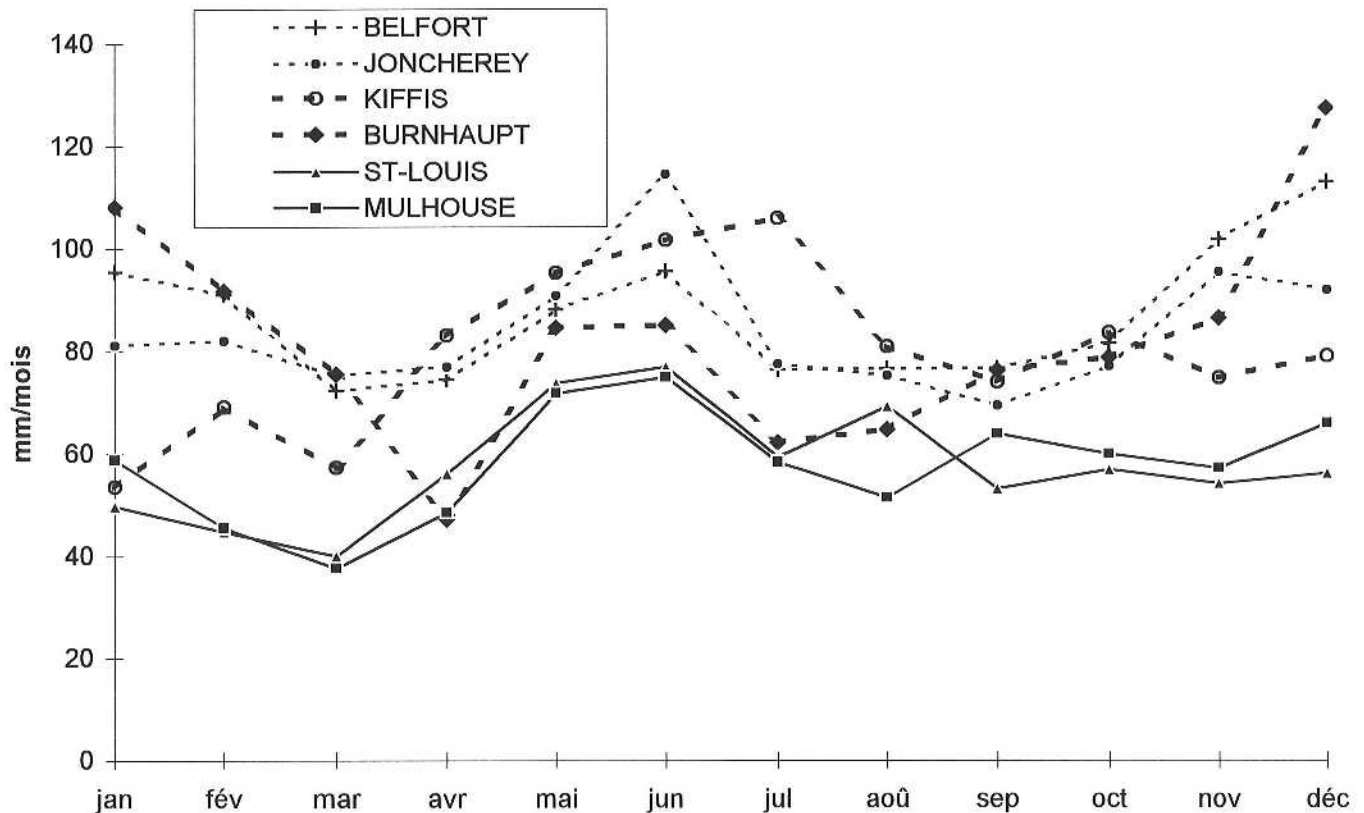
- mai-juin d'une part,
- novembre-décembre d'autre part,

avec des pluies mensuelles pour les 2 périodes de 70-80 à plus de 110 mm une année sur deux pour Kiffis, Belfort, Joncherey et Burnhaupt, avec 15 à 18 jours de pluie mensuels.

Les autres périodes sont moins arrosées en comparaison. De janvier à avril et de juillet à octobre, la pluviométrie médiane mensuelle est de 60 à 80 mm pour Belfort et Joncherey, et jusqu'à 90 mm pour Kiffis et Burnhaupt avec 12 à 15 jours de pluie mensuels (jusqu'à 18 en janvier à Belfort et Joncherey). Pour Mulhouse et St-Louis, elle est de 50 à 70 mm avec 9 à 11 jours de pluie mensuels.

PLUVIOMETRIES MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES						
(Données METEO France)						
poste	MULHOUSE	ST-LOUIS	KIFFIS	BELFORT	JONCHEREY	BURNHAUPT
période	1962-1999	1968-1999	1985-1999	1968-1999	1968-1992	1977-1993
médianes mensuelles						
janvier	58,8	49,7	53,6	95,4	81,1	108,1
février	45,5	44,7	69,1	90,9	82,0	91,7
mars	37,6	40,0	57,3	72,3	75,2	75,5
avril	48,5	56,1	82,9	74,4	76,9	47,1
mai	71,7	73,7	95,1	87,9	90,7	84,4
juin	74,9	76,9	101,5	95,4	114,3	85,0
juillet	58,3	59,3	105,7	76,2	77,4	62,1
août	51,3	69,1	80,7	76,4	75,1	64,6
septembre	63,8	53,1	73,9	76,5	69,2	76,1
octobre	59,8	56,8	83,3	81,3	76,8	78,6
novembre	57,0	54,0	74,6	101,5	95,1	86,2
décembre	65,8	56,1	78,9	112,7	91,7	127,1
moyennes annuelles	741,6	732,2	954,5	1084,0	1028,5	1033,0

Pluviométries médianes mensuelles des 6 postes météo retenus pour le Sundgau



3.2. La température et ses extrêmes

La température moyenne annuelle s'établit pour la région à environ 9,4-9,5 °C (Belfort et Joncherey) alors qu'elle est de 10,3-10,5°C à St-Louis et Mulhouse, avec une amplitude thermique d'environ 18°C (janvier : 0,6 à 0,8°C et juillet : 18,5-18,6 °C à Belfort et Joncherey, 1,3 à 1,7 et 19,7-19,8°C respectivement pour les mêmes mois à St Louis et Mulhouse).

Les hivers sont humides et froids avec des températures moyennes minimales proches de - 5 à - 6°C en janvier et février (dont 3 à 7 jours de gel avec des températures inférieures à - 10 °C).

Les stations de Belfort et Joncherey présentent 80 à 110 jours de gel annuel, dont environ 60 jours pour les mois de décembre, janvier et février.

La période de gel s'étale d'octobre à avril, avec des **risques de gelées précoces** situés 1 année sur 2 entre le 21 et le 31 octobre. Certaines années sont particulièrement précoces et les premières gelées peuvent être observées, 2 années sur 10 dès le 10 octobre.

Les **risques de gelées tardives** se situent une année sur 2 du 20 au 30 avril, les plus tardives ayant lieu la 3^{ème} décade de mai 2 années sur 10 à Joncherey et Belfort. Les risques de gelées sont moins durables à Saint-Louis et Mulhouse et prennent fin une dizaine de jours plus tôt.

Les **fortes chaleurs** apparaissent 2 années sur 10, en 1^{ère} 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 MULHOUSE				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	03/10	19/10	30/10	07/11	28/11
Dernières gelées	29/03	12/04	20/04	28/04	15/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	04/06	7/06	21/06	03/07	08/07

TYPE DE RISQUE	à ST-LOUIS				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	17/09	19/10	01/11	08/11	20/11
Dernières gelées	21/03	11/04	20/04	28/04	09/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	04/06	07/06	25/06	07/07	09/07

TYPE DE RISQUE	à BELFORT				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	05/10	22/10	01/11	11/11	20/11
Dernières gelées	21/03	11/04	19/04	28/04	19/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	05/06	22/06	03/07	09/07	09/07

TYPE DE RISQUE	à JONCHEREY				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	03/09	10/10	21/10	31/10	27/11
Dernières gelées	14/03	20/04	01/05	11/05	25/05
Premier jour chaud (≥ 30 °C)	05/06	15/06	27/06	07/07	08/07

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 : Mulhouse, St-Louis, Belfort et Joncherey.

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 1^{er} mai et le 30 septembre (Données METEO-FRANCE)			
Poste météo	Q1	médiane	Q4
MULHOUSE 1972 - 1999	1608°C	1746°C	1825°C
ST-LOUIS 1968 - 1999	1554°C	1696°C	1767°C
BELFORT 1968 - 1999	1439°C	1562°C	1656°C
JONCHEREY 1968 - 1992	1449°C	1553°C	1654°C

Ces données climatiques doivent être confrontées aux exigences des cultures pour atteindre leurs différents stades de développement. Ces éléments sont fournis dans le tableau suivant :

Maïs, variétés très précoces et demi-précoces (Source AGPM)			
Variété	Semis-floraison	Semis-ensilage (30 % de MS plante entière)	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
DK300	905 à 925 °C		1705 à 1725 °C
PACTOL	905 à 925 °C		1680 à 1700 °C
ANJOU 285	855 à 875 °C	1400 à 1425 °C	1655 à 1675 °C
LG 22.75	830 à 850 °C		1630 à 1650 °C
BANGUY	830 à 850 °C	1375 à 1400 °C	1630 à 1650 °C
DK 210	805 à 825 °C		1605 à 1625 °C

On constate que le stade ensilage des variétés de maïs telles que BANGUY ou ANJOU 285 sera toujours atteint avant le 30 Septembre.

En ce qui concerne la maturité grain, elle n'est pas atteinte 2 années sur 10 le 30 septembre pour ces variétés très précoces.

Si l'on regarde les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableaux suivants), on observe que les variétés de type BANGUY, ANJOU 285 ou LG 22.75 n'atteindront leur maturité, 1 an sur 2, que vers la mi octobre pour le secteur du Haut-Sundgau. Une année sur 5, il faudra même attendre la fin octobre - début novembre, époque qui correspond aux premiers risques de gelées.

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

Postes de Mulhouse et Saint-Louis pour les Bas et Moyen-Sundgau
Postes de Belfort et Joncherey pour le Haut-Sundgau

Poste de MULHOUSE - Période 1972-1999			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	17 août	23 août	01 septembre
1400 °C	20 août	27 août	06 septembre
1450 °C	25 août	31 août	12 septembre
1500 °C	29 août	05 septembre	16 septembre
1550 °C	03 septembre	10 septembre	23 septembre
1600 °C	08 septembre	14 septembre	28 septembre
1650 °C	11 septembre	20 septembre	06 octobre
1700 °C	16 septembre	25 septembre	16 octobre
1750 °C	21 septembre	28 septembre	12 octobre

Poste de SAINT-LOUIS - Période 1968-1999			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	21 août	25 août	06 septembre
1400 °C	25 août	30 août	11 septembre
1450 °C	29 août	03 septembre	16 septembre
1500 °C	03 septembre	08 septembre	22 septembre
1550 °C	07 septembre	12 septembre	29 septembre
1600 °C	11 septembre	18 septembre	06 octobre
1650 °C	16 septembre	24 septembre	12 octobre
1700 °C	20 septembre	30 septembre	10 octobre
1725 °C	27 septembre	06 octobre	24 octobre

Poste de BELFORT - Période 1968-1999			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	27 août	05 septembre	18 septembre
1400 °C	01 septembre	10 septembre	23 septembre
1450 °C	05 septembre	14 septembre	02 octobre
1500 °C	10 septembre	20 septembre	08 octobre
1550 °C	17 septembre	25 septembre	14 octobre
1600 °C	21 septembre	02 octobre	14 octobre
1650 °C	28 septembre	07 octobre	02 novembre
1700 °C	01 octobre	12 octobre	15 octobre
1750 °C	06 octobre	18 octobre	28 octobre

Poste de JONCHEREY - Période 1968-1992			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	28 août	04 septembre	15 septembre
1400 °C	02 septembre	11 septembre	20 septembre
1450 °C	06 septembre	19 septembre	27 septembre
1500 °C	10 septembre	22 septembre	04 octobre
1550 °C	16 septembre	29 septembre	11 octobre
1600 °C	20 septembre	05 octobre	16 octobre
1650 °C	26 septembre	10 octobre	31 octobre
1700 °C	29 septembre	11 octobre	02 novembre
1750 °C	05 octobre	15 octobre	01 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.

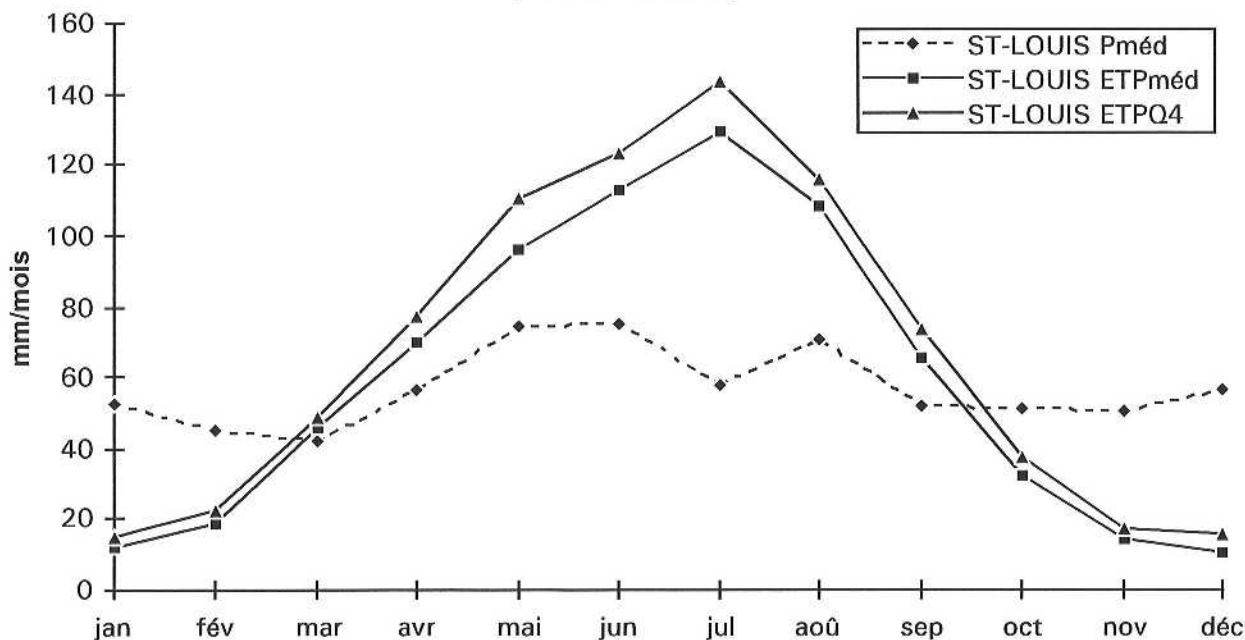
Les valeurs de la médiane et du dernier quintile de l'ETP sont données par le tableau et le graphique suivants.

ETP MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES

Données METEO France
Poste Saint- Louis, période 1966-1995

ETP mensuelles	médiane	Q4
janvier	12.0	14.7
février	18.9	22.3
mars	45.5	49.1
avril	69.6	77.1
mai	96.2	110.6
juin	112.7	122.9
juillet	128.9	143.8
août	108.0	115.7
septembre	65.5	73.5
octobre	32.6	37.6
novembre	14.3	17.6
décembre	10.5	15.6
moyennes annuelles	724.2	750.9

ETP et pluie mensuelles du poste météo de ST LOUIS (1966-1995)



Date de début de déficit hydrique

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

- la réserve utile est pleine au départ (1^{er} mars pour le blé, 21 avril pour le maïs),
- du 1^{er} mars au 20 juillet pour le blé et du 21 avril au 20 septembre pour le maïs, la pluie est ajoutée et l'ETM est retirée de la valeur de la réserve,
- la valeur de la réserve est plafonnée à la valeur de la RU (fixée pour un sol donné), les excédents passent en écoulement,
- la date de début de déficit hydrique correspond à la décade où les 2/3 de la réserve utile sont vides (RFU vide).

Coefficients utilisés pour les calculs d'ETM

Pour les cultures de blé et de maïs, les coefficients k retenus pour une ETP Penman décadaire proviennent de sources AGPM pour le maïs et METEO FRANCE pour le blé. Ce coefficient est défini pour les principaux stades de développement de la culture. Les dates de réalisation de ces stades en Alsace ont été déterminées à dire d'expert.

COEFFICIENT d'ETM			
Blé		Maïs	
décade	coefficient	décade	coefficient
Mars - 1	1,0	Avril - 3	0,30
Mars - 2	1,0	Mai - 1	0,30
Mars - 3	1,0	Mai - 2	0,40
Avril - 1	1,0	Mai - 3	0,50
Avril - 2	1,0	Juin - 1	0,70
Avril - 3	1,0	Juin - 2	0,80
Mai - 1	1,2	Juin - 3	0,90
Mai - 2	1,2	Juillet - 1	1,00
Mai - 3	1,2	Juillet - 2	1,15
Juin - 1	1,2	Juillet - 3	1,15
Juin - 2	1,2	Août - 1	1,10
Juin - 3	1,0	Août - 2	1,10
Juillet - 1	1,0	Août - 3	1,00
Juillet - 2	0,3	Septembre - 1	1,00
Juillet - 3	0,3	Septembre - 2	0,90
		Septembre - 3	0,70

② TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

REPARTITION SIMPLIFIEE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES EN ALSACE

PETITES REGIONS D'ALSACE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

FORMATION
SUPERFICIELLE et origine géologique

1. Alluvions fluviales (Plaine du Rhin, de l'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'Anlau)															
17. Alluvions vosgiennes Sud Lauch-Thur-Doller															

2. Dépôts éoliens de limons (Loess et lehm)

21. Loess et lehm-löss															
22. Lehm															

3. Terrains argilo-caillouteux des collines (Collines sous-vosgiennes de la plaine d'Alsace et Plateau Lorrain d'Alsace Bossue)

31. Argile															
32. Marne (argile calcaire)															
33. Calcaire dur															
34. Calcaire gréseux															
35. Conglomérat															

4. Terrains de montagne (Vosges et Jura Alsacien)

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

Légende	1. Outre-Forêt	9. Vignoble Sud	■ Présence généralisée sur la région
	2. Basse plaine rhénane Nord	10. Plaine Sud Alsace	
3. Pays de Hanau	11. Sundgau et Jura Alsacien		
4. Arrière Kochersberg	12. Ochsenfeld		
5. Kochersberg	13. Alsace Bossue		
6. Plaine d'Erstein/Bruch de l'Andlau	14. Vosges gréseuses du Nord		
7. Vignoble Nord	15. Vosges cristallines du Sud		
8. Plaine Centre Alsace			

TPOLOGIE DES SOLS DE LA PLAINE D'ALSACE

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

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

Ils permettent ainsi d'avoir quelques critères simples chiffrés par type de sol, ce qui est une aide supplémentaire pour rapporter une analyse de terre à un code sol donné. Ces critères sont en principe quasi-permanents. Les valeurs mentionnées sont indicatives ; elles représentent les cas les plus fréquemment rencontrés dans l'ensemble de la plaine d'Alsace. Le pH et le taux de matière organique n'ont pas été mentionnés du fait de pratiques agricoles susceptibles de variations importantes à la parcelle selon les systèmes de cultures pratiquées.

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

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

11. Alluvions rhénanes anciennes : Terrasses ("Ried Brun")	11.0	Hardt superficielle	14 à 24	0 à 5	8 à 18	0	< 30	30	Guide 10 Fiches 6 à 8	Terrasse au sud de Colmar
	11.1	("Ried brun" caillouteux calcaire ou décarbonaté)	20 à 28	0 à 2 et 2 à 20	10 à 16	0	30/40	20 à 30	Guide 10 Fiche 9	Terrasse au nord de Colmar
	11.2	Hardt profonde ("Ried brun" profond sain)	18 à 34	2 à 30	8 à 18	0	> 120	0	Guide 10 Fiche 10 <i>(Rustenhart)</i>	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.3	Variante hydromorphe ("Ried brun" profond hydromorphe)	22 à 32	0 à 15	12 à 22	2 à 3	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	Anciens chenaux du Rhin dans la terrasse
	11.4	Variante moyennement profonde (60-80 cm)	voir 11.1				0	60/80	0 à 5	

12 Alluvions rhénanes récentes : Basse plaine ("Ried blond")	12.0	Basse plaine S. superficielle	20 à 24	6 à 22	8 à 12	0	30/50	10 à 15	Guide 10 Fiche 12	Bords du Rhin
	12.1	Basse plaine S. profonde	20 à 24	8 à 20	8 à 12	0	> 120	0 à 5	Guide 10 Fiche 11	Bords du Rhin
	12.2	Basse plaine LS. profonde hydromorphe	20 à 24	20 à 30	8 à 10	2 à 3	> 120	0	Témoins Ø N CLARA	vers Saasenheim Schœnau
	12.3	Basse plaine LS. très hydromorphe	28 à 32	0 à 20	12 à 22	3	> 120	0	Guide 10 Fiche 13	vers Saasenheim Schœnau
	12.4	"Ried gris" rhénan calcique hydromorphe	40 à 55	0	32 à 38	3 à 4	60 ou +	0	Guide 08 Fiche 15	vers Saasenheim Schœnau

13 Alluvions de l'Ill (et "Ried gris")	13.0	Alluvions L. de l'Ill sur Cx à 80/100 cm	20 à 35	0	8 à 20	0 à 2	80/100	0 à 10	Guide 10 Fiche 2	Ensisheim Ste Croix en plaine
	13.1	Alluvions L. de l'Ill profondes	25 à 35	0	15 à 25	0	> 120	0	Guide 08 Fiche 5	Nord de Colmar
	13.2	"Ried gris" LSa sur Cx à 30 cm	28 à 40	0	15 à 25	0	30/40	0 à 10	Guide 10 Fiche 3	Zone inondable de l'Ill
	13.3	"Ried gris" LAS/AL sur Cx à 60 cm	35 à 45	0	24 à 28	3	50/60	0 à 5	Guide 10 Fiches 4 et 5	Zone inondable de l'Ill
	13.4	"Ried gris" LA/AL Gley	35 à 50	0	15 à 25	3 à 4	> 100	0	Guide 08 Fiche 7	Zone inondable de l'Ill

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

16 "Rieds" - organiques ("Ried noir")	16.1	"Ried noir" de l'Ill	45 à 60	0	35 à 45	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 8	Zone inondable de l'Ill
	16.2	"Ried noir" de l'Ill recouvert de limons	35 à 55	0 à 2	25 à 35	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 9	Rathsamhausen
	16.3	"Ried noir" rhénan de transition	20 à 45	8 à 20	25 à 45	3	50 à > 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 10	Limite de la zone inondable de l'Ill
	16.4	"Ried noir" rhénan LA-A tourbeux	20 à 35	0	40 à 120	2 à 3	> 100	0	Témoins Ø N CLARA	Reichstett La Wantzenau
	16.5	"Ried noir" rhénan LSA organique/SCx	35 à 45	0	30 à 150	3	30 à 40	0 à 10	Guide 05 Fiche 22	Reichstett La Wantzenau
	16.6	"Ried noir" rhénan LA-A tourbescent	45 à 55	0		3	> 100	0	Guide 05 Fiche 20	Weyersheim

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

1B. LES RIVIERES VOSGIENNES

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

15 Alluvions des rivières vosgiennes du Nord : Lauter Sauer-Moder-Zorn	15.1	Sol SL des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 4	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.2	Sol A/AL à gley de la cuvette alluviale	35 à 50	0	22 à 30	3 à 4	> 100	0	Guide 05 Fiche 19	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.3	Sol LSA/LAS colluvial du bas des collines	20 à 30	0 à 5	10 à 15	2 à 3	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 1	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.4	Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	4 à 8	0	2 à 6	0 à 2	> 120	5 à 15	Guide 05 Fiche 16	Brumath Bischwiller
	15.5	Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses		0		3	> 100	< 5	Guide 05 Fiche 15	Haguenuau Bischwiller

17 Alluvions des rivières vosgiennes du Sud : Lauch-Thur-Doller	17.1	Alluvions fines (Sf) des bords de rivières	12 à 20	0	8 à 14	0	50 à 100	< 5	Guide 11 Fiche 27	Ensisheim à Cernay
	17.2	Alluvions grossières (SCx) des bords de rivières	8 à 18	0	6 à 12	0	<< 50	5 à 10	Guide 11 Fiche 25	Ensisheim à Cernay
	17.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	20 à 30	0	15 à 20	2 à 3	60 à 100	0 à 5	Guide 11 Fiche 26	Ensisheim à Cernay
	17.4	Sol à Sg des buttes	6 à 12	0	< 6	0 à 2	50 à 120	10 à 15	Guide 10 Fiche 19	Ensisheim à Cernay
	17.5	Sol LS lessivé à pseudogley argileux	10 à 15	0	6 à 12	2 à 3	> 100	0	Région 12 Dupont 1 - P. 1	Ensisheim à Cernay
	17.6	Lehm-loëss hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	Guide 11 Fiche 23,24	Près de Mulhouse

Des sols très proches du type 13.0 peuvent apparaître en bordure du domaine de l'III

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

2. LES DEPOTS EOLIENS DE LIMONS

21 Löss et lehm-löss	21.0	Löss légers	15 à 18	10 à 30	8 à 12	0	> 120	0	Guide 11 Fiche 1	Outre Forêt Sundgau
	21.1	Löss moyens (löss typique si calcaire dès la surface)	18 à 24	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	Guide 11 Fiche 2	Outre Forêt Sundgau
	21.2	Löss lourds	24 à 28	0 à 10	8 à 16	0	> 120	0	<i>Témoins Ø N CLARA</i>	Arrière Kochersberg
	21.3	Löss très lourds	28 à 35	0 à 5	15 à 20	0	> 120	0	Guide 05 Fiche 6	Arrière Kochersberg
	21.4	Lehm sur löss (décarbonaté sur 1 m au plus)	12 à 26	0	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 7	Outre Forêt Sundgau
	21.5	Löss colluvionné	15 à 35	6 à 20	6 à 15	0 à 3	> 120	0	Guide 11 Fiche 3	Toutes régions avec löss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)
	21.6	Löss hydromorphe	15 à 25	< 6	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 4	Toutes régions avec löss (1, 3, 4, 5, 6 et 11)

22 Lehm	22.0	Lehm (L/LA-LaS- ou LSa)	12 à 25	0	5 à 15	3	> 100	0	Guide 11 Fiches 8	Outre Forêt Sundgau
	22.1	Lehm sur cailloux	10 à 15	0	6 à 10		50 à 60	< 5	Guide 11 Fiches 9,15	Sundgau
	22.2	Lehm LSa profond	< 12	0	6 à 10		80 à 100	0	Guide 11 Fiche 10	Outre Forêt Sundgau
	22.3	Lehm L peu profond	12 à 18	0	6 à 10		40 à 60	0	Guide 11 Fiche 12	Sundgau
	22.4	Lehm hydromorphe (ex. : lehm sur argile)	18 à 25	0	6 à 10		A à 30	0	Guide 11 Fiche 13	Outre Forêt Sundgau
	22.5	Lehm colluvionné	25 à 45	0	15 à 25	1 à 3	> 100	0	Guide 11 Fiche 16	Outre Forêt Sundgau
	22.6	Lehm argileux (couche d'argile mise à nu par érosion)	25 à 35	0	10 à 15		> 100	0	Guide 11 Fiche 14	Outre Forêt Sundgau

⑧ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

Bibliographie régionale

Bibliographie thématique

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

BIBLIOGRAPHIE REGIONALE

- ARAA-AGPM (à paraître) - Contribution à l'étude des potentialités du maïs en Alsace.
- BINDER MH. (1997) - Opération Ferti-mieux dans le Sundgau, diagnostique agronomique et études pratiques de fertilisation azotée par les agriculteurs - SUAD du Haut-Rhin, Chambre d'Agriculture, 50 p. + annexes
- BOUDOT J.P. et al. (1979) - Carte phytoécologique d'Alsace au 1/100.000 - COLMAR et STRASBOURG - ULP Strasbourg - Région Alsace
- BRGM - Cartes géologiques de la France au 1/50 000^{ème} - Feuilles de Thann n° 412 (notice de 137 p.), Mulhouse n° 413 (notice de 27 p.), Belfort n° 444, Altkirch n° 445, Delle n° 475 (notice de 31 p.), Ferrette n° 476 (notice de 27 p.).
- Centre de Géographie appliquée (1979) - Carte des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement - COLMAR et STRASBOURG - ULP Strasbourg - Région Alsace
- CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- COQUILLAUD C., PAVAT JL. (1990) - Etude préalable à une valorisation agricole des boues résiduelles produites à la station de traitement des eaux usées du district des 3 Frontières - ARAA, 85 p. + annexes + 2 cartes au 1/100 000^{ème}
- DEMDAMI L. (1981) - Essai de caractérisation géotechnique des formations superficielles et des sols du Sundgau. Application aux problèmes de l'aménagement régional. Thèse. Univ. Paris VI, xxx p.
- DIREN-SEMA (1999) - Inventaire 1998 de la qualité des eaux des aquifères du Sundgau - Ministère de l'environnement - Région Alsace et Agence de l'eau Rhin-Meuse - 75 p.
- DUBOIS G., FRANC DE FERRIERE PJJ. (1955) - Carte géologique et agronomique du département du Haut-Rhin au 1/100 000^{ème}. Notice, 29 p. - SGAL - Préfecture et Conseil Général du Haut-Rhin
- DUPRAT A., SIMLER L., VALENTIN J. (1979) - La nappe phréatique de la plaine du Rhin en Alsace Sciences géologiques n°60 - Institut de géologie - Université Louis Pasteur - Strasbourg - 266 p.
- EAT Environnement (1997) - Opération Ferti-Mieux sur le Sundgau, analyse de la situation initiale et diagnostic hydrogéologique. Conseil Régional d'Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, EAT Environnement, 91 p.
- GENDRIN M. (1998) - Nitrates et agriculture sundgauvienne - Série de 12 articles - Paysan du Haut-Rhin, SUNDG'EAUX.
- 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 1/25 000^{ème} de Thann, 3620E, Mulhouse, 3720 W, Rixheim, 3720 E, Belfort, 3621 W, Dannemarie, 3621E, Altkirch, 3721W, St-Louis, 3721E, Ferrette, 3722N (série bleue), Belfort, 3621OT, Altkirch, 3621ET, Huningue-Bâle, 3721ET (série TOP25), au 1/100 000^{ème} St Dié-Mulhouse, 31 (série verte)
- METTAUER H., TUAL Y., HUCK C. et TRENDEL R. (1983) - De la connaissance du comportement physique et mécanique des sols de l'Est de la France - Agronomie 3 (2) pp. 141-152.

- METTAUER H., SCHENCK C., KAYASSEH M., BOUSLAH H. (1986) - Atlas des sols d'Alsace - Ochsenfeld, cône alluvial de la Thur, 16 p., INRA Colmar
- PARTY JP. (1996) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de Moosch - SOL-CONSEIL, 31 p. + annexes + cartes
- PARTY JP. (1996) - Enracinement et potentialités du maïs en plaine d'Alsace. ARAA / SOL-CONSEIL, Mastère d'Agronomie INA-PG, 53 p. + annexes
- PARTY JP., KAYASSEH M., SORG E. (1993) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration du District d'Altkirch - SOL-CONSEIL, 40 p. + annexes + cartes
- PARTY JP., MEINRAD G. (1997) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration du District d'Illfurth - SOL-CONSEIL, 37 p. + annexes + cartes
- PARTY JP., MEINRAD G., HISSLER Ch. (2001) - Etude pédologique interdépartementale en Alsace – Cartographie des sols au 1/50 000^{ème} - ARAA-MRA68 - Ademe-Agence de l'Eau - SOL-CONSEIL.
- PARTY JP., SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (1999) - Guide des sols d'Alsace - Plaine Sud-Alsace, 183 p., Région Alsace / ARAA / SOL-CONSEIL.
- PARTY JP., SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (2000) - Guide des sols d'Alsace - Piémont Haut-Rhinois, Région Alsace / ARAA / SOL-CONSEIL, en cours.
- 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.
- ROQUE J., HARDY R. (1981) - Etude agro-pédologique dans le Sundgau. DDA du Haut-Rhin, INRA, 309 p.
- SITTLER C. (1986) - Le Sundgau. Article Encyclopédie d'Alsace, tome 12, pp. 7177-7191
- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de la maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.

BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

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

SOLS HYDROMORPHES ET DENITRIFICATION

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

SOLS ET RUISSELLEMENT

- AREAS (1998) – Erosion, inondation, turbidité, agriculteurs, un large champ de solutions – 36 p
- AUZET 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

- BOIFFIN J., PAPY F., EIMBERCK M.,(1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, *Agronomie*, 8 (8), p. 663-673.
- DAROUSSIN J. (1997) - Utilisation d'un système d'information géographique pour modéliser le ruissellement et l'érosion. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 377-386
- DECROUX J., PUGINIER M.,(1993) - Rôle du paysage agricole dans la dynamique de l'azote. Intérêt de l'approche bassin versant agricole. Exemple d'Auradé, p. 96 - 104
- IFEN (1998) - Le sol, un patrimoine à protéger. Les données de l'environnement, N° 38, 4 p.
- INRA-IFEN-MATE (1998) - Etude de l'aléa érosion en France, Ed. IFEN, 90 p. + CDRom
- KING D., LE BISSONNAIS Y. (1992) - Rôle des sols et des pratiques culturales dans l'infiltration et l'écoulement des eaux. Exemple du ruissellement et de l'érosion sur les plateaux limoneux du Nord de l'Europe. *CR Acad. Agric. Fr.*, 78, 6, pp. 91-105
- KING D., LE BISSONNAIS Y., HARDY R., EIMBERCK M., MAUCORPS J., KING C. (1992) - Spatialisation régionale de l'évaluation des risques de ruissellement. Exemple du Nord-Pas de Calais. *Revue SIGAS*, 2, 2, pp. 229-246
- LE BISSONNAIS Y., GASCUEL-ODOUX C. (1998) - L'érosion hydrique des sols cultivés en milieu tempéré. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 129-144
- LE BISSONNAIS Y., PAPY F. (1997) - Les effets du ruissellement et de l'érosion sur les matières en suspension dans l'eau. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 265-280
- LUDWIG B. (2000) – Les déterminants agricoles du ruissellement et de l'érosion – De la Parcelle au bassin versant, *Ingénieries – EAT – N°22*, p 37 à 47
- MARTIN Ph., MEYNARD JM. (1997) - Systèmes de culture, érosion et pollution des eaux par l'ion nitrate. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 303-322
- MATE-DPPR (1996) - Les coulées de boues liées à l'érosion des terres agricoles en France. Rapport de synthèse
- PAPY F., BOIFFIN J., (1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré II - Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles, *Agronomie* 8 (9), p. 745 - 756.
- PAPY F., DOUYER C., (1991) - Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques, *Agronomie* 11, pp. 201-215.
- PAPY F., MARTIN P., BRUNO J.F., (1996) - Comment réduire les risques d'érosion par les pratiques agricoles ? S'adapter aux systèmes érosifs et au contexte économique, *Forum sécheresse, pollution, inondation, érosion - Poitiers*.
- RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., NEVEU A., PAPY F. (1997) - L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. Ed. INRA, 411 p.
- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. Ed. INRA, 214 p.
- VANSTEELANT J.Y., TREVISAN D., PERRON L.,DORIOZ J.M., ROYBIN D., (1997) - Conditions d'apparition du ruissellement dans les cultures annuelles de la région lémanique. Relation avec le fonctionnement des exploitations agricoles, *Agronomie*, 17, p. 65 - 82.

SOLS ET DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET DES ELEMENTS TRACES

- BAIZE D. (1997) - Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France) - Ed. INRA, 409 p.
- BALTZER C. (1993) - Les métaux lourds dans les boues d'épuration urbaines du Bas-Rhin : quel risque en cas d'épandage agricole. DESS, Univ. Strasbourg, 75 p.
- CAMBIER Ph., MENCH M. (1998) - Contamination des sols par les métaux lourds et autres éléments traces. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 161-172
- GUYOT C. (1992) - Protection des cultures et protection des eaux souterraines : les mécanismes d'infiltration - in Colloque Phyt'eau - Ministère de l'agriculture, Ministère de l'environnement, Ministère de la santé, UIPP - Versailles - p 63-77
- HAYO M.G. VAN DER WERF (1997) - Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement - in Courrier de l'environnement n°31 - INRA - Paris - p 5-22
- MRA 68 (1999) - Les métaux lourds parlons-en. Tabou(e) story. Brochure technique, 12 p.
- SCHIAVON M., BARRIUSO E., LICHTFOUSE E., MOREL J-L. (1997) - Contamination des sols et des productions agricoles par les produits phytosanitaires et les micropolluants organiques - in Qualité des sols et des produits agricoles, 3^{ème} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre GEMAS - COMIFER - G. Thevenet et P. Riou - Blois - p 155-169

ENTRETIEN CALCIQUE

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

POUVOIR EPURATEUR

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

POTENTIALITES DES CULTURES

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

SOLS ET IRRIGATION

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

SOLS ET DRAINAGE

- CURMI P. et al (1997) - Rôle du sol sur la circulation et la qualité des eaux au sein de paysages présentant un domaine hydromorphe. Incidences sur la teneur en nitrates des eaux superficielles d'un bassin versant armoricain, Etudes et gestion des sols, 4, 2, 1997, p 95-114
- LESAFFRE B., 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

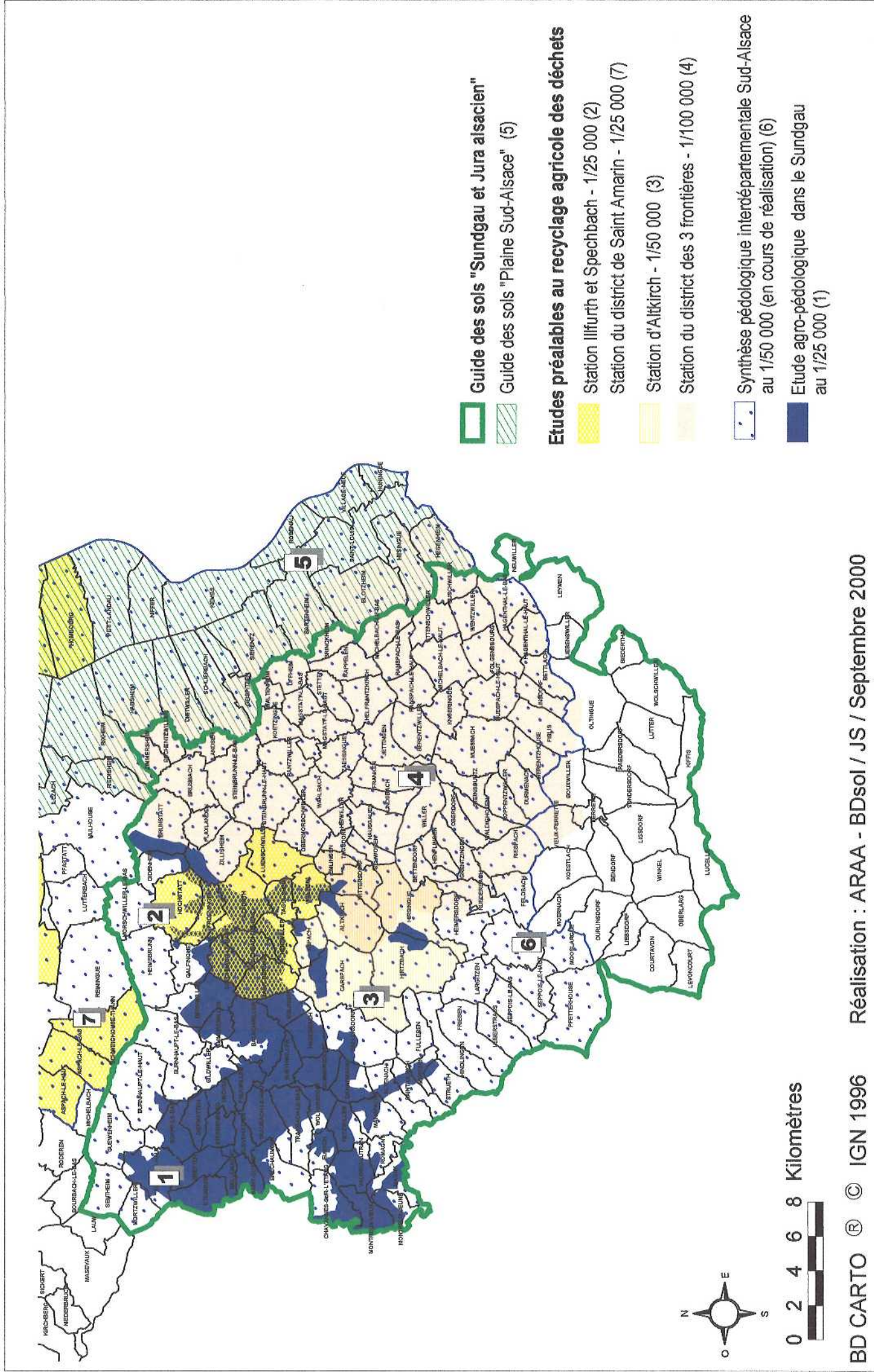
- MOREL R. (1989) - Les sols cultivés - Tec et Doc -373 p.

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.





④ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES



Etudes de sols disponibles dans le secteur du guide des sols "Sundgau et Jura alsacien"



-  Guide des sols "Sundgau et Jura alsacien" (1)
-  Guide des sols "Plaine Sud-Alsace" (5)

Etudes préalables au recyclage agricole des déchets

-  Station Illfurth et Spechbach - 1/25 000 (2)
-  Station du district de Saint Amarin - 1/25 000 (7)
-  Station d'Altkirch - 1/50 000 (3)
-  Station du district des 3 frontières - 1/100 000 (4)

-  Synthèse pédologique interdépartementale Sud-Alsace au 1/50 000 (en cours de réalisation) (6)
-  Etude agro-pédologique dans le Sundgau au 1/25 000 (1)

⑥ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

Dénomination du sol en termes courants

-Référence dans la typologie des sols d'Alsace

Nom dans la classification CPCS (classification élaborée par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols et largement utilisée en France depuis 1967 et jusqu'au début des années 90)

Nom dans le Référentiel pédologique (nouveau système de classification qui tend à remplacer la classification CPCS)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

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

Mise en valeur actuelle : (occupation du sol observée)

Etendue estimée :
(à l'échelle de la petite région naturelle)

Photographie de paysage caractéristique de l'unité de sol,
ou photographie de détail de la surface du sol si elle a des particularités marquées,
ou bloc diagramme illustrant la position dans le paysage de l'unité de sol,
ou extrait du zonage agropédologique situant l'unité de sol par rapport aux autres

Commentaires

CRITERES DE RECONNAISSANCE

Localisation géographique

(Les observations recensées ci-dessous dans 4 rubriques, ne sont pas notées systématiquement, elles n'apparaissent que lorsqu'elles sont remarquables et caractéristiques de l'unité de sol.)

à l'oeil (surface du sol): couleur de la terre
éléments grossiers
aspect de la structure du sol en surface

Position topographique

au toucher (surface): texture simplifiée

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

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

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

Région naturelle N° Nom de la région naturelle
ou sous-région

Fiche sol N°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

UN EXEMPLE DE PROFIL

Date

Occupation du sol

Commune : coordonnées X Lambert2, Y Lambert2

REPRESENTATIVITE du profil par rapport à l'unité de sol

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique

Photographie couleur du profil pédologique

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Pour chaque horizon on trouve

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

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

PROFIL GRANULOMETRIQUE

PROFIL CHIMIQUE

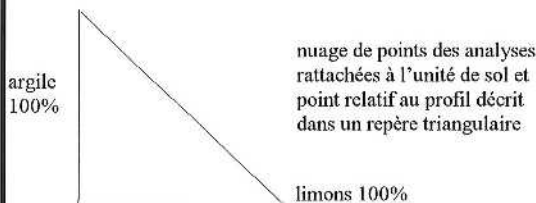
Profondeur en cm	code horizon RP	granulométrie 5 classes					%Matière Organique
		Sable Grossier	Sable Fin	Limon Grossier	Limon Fin	Argile	

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer, JH et Olsen méthode précisée	pH eau	pH KCl	Bases échangeables					S/T saturation
					Ca	Mg	K	Na	CEC	

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

Triangle de texture



Variabilité des textures de surface :

(précise l'origine des analyses de terre utilisées pour décrire la variabilité des textures de surface à travers le triangle de texture ci-contre)

Enracinement du maïs

*Le cas échéant, les facteurs limitant l'enracinement sont décrits à cet emplacement.
C'est cette profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.*

Profil d'enracinement du maïs

*La présence de racines est notée à partir d'un dénombrement réalisé dans un maillage de 2 cm x 2 cm sur une largeur d'1 m.
Les cases grises correspondent à la présence d'une racine de diamètre inférieur à 1 mm. Les cases noires illustrent la présence d'une racine de diamètre supérieur. A proximité de la surface, quand le chevelu racinaire est très dense, l'horizon entier est figuré en gris.*

CARACTERES GENERAUX DU SOL

profondeur du sol (*c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement*)

texture de surface simplifiée (*avec variations possibles*)
texture de profondeur simplifiée (*avec variations possibles*)
pierrosité

battance

densité apparente

RU sans prise en compte des remontées capillaires

porosité / perméabilité

classe d'hydromorphie selon Favrot

origine de l'excès d'eau

pH initial sans intervention (*fourchette de valeurs*)

valeurs pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques calcaire

variante de l'unité de sol décrite selon ses caractéristiques :

Le renseignement de ces caractères fait appel à la connaissance de terrain. L'objectif est la description de la variabilité de l'unité de sol. Les paramètres en gras sont renseignés dans tous les cas, les autres ne sont précisés que dans les cas opportuns.

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

satisfaction des besoins en eau

obstacle à l'enracinement

aptitude à se réchauffer

ressuyage

contrainte due à l'excès d'eau

contrainte liée à la localisation

travail du sol (*précautions éventuelles si sol battant*)

risque de ruissellement, d'érosion (*→ synthèse dans le chapitre 6.7.3.2.*)

Parmi ces caractères, ne sont mis en évidence que ceux qui sont vraiment significatifs.

risque de lessivage des nitrates : (*termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.8.1.2.*)

pouvoir épurateur : (*termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.10.5.*)

Région naturelle N° Nom de la région naturelle
ou sous-région

Fiche sol N°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités (et aménagement foncier éventuel)

culture et rendements possibles en l'état

culture et rendements possibles après aménagement foncier éventuel, drainage ou irrigation

Éventuellement information sur les risques pour l'environnement d'un aménagement foncier

(→ synthèse dans le chapitre 6.4.2. et 6.5.2.)

Praticabilité et travail du sol

précautions à prendre

mode et période d'intervention

Fertilisation et entretien calcique (→ synthèse dans le chapitre 6.1. et 6.2.)

Ces conseils se situent par rapport à des cultures actuellement pratiquées sur ce type de sol nature, forme, conseil de fractionnement des apports...

Risque de lessivage de l'azote

Une estimation du risque de lessivage des nitrates est faite d'après le modèle de lessivage de Burns sous hypothèse de fertilisation azotée ajustée et avec les données météorologiques de la petite région naturelle

Le graphique donne en ordonnée le pourcentage d'azote nitrique présent dans le sol à l'entrée de l'hiver et qui sera entraîné hors de portée des racines par l'excès d'eau (en abscisse).

→ Énoncé et explication de la formule utilisée et synthèse dans le chapitre 6.8.1.

Graphique de modélisation du
lessivage hivernal des nitrates

Pouvoir épurateur (→ synthèse dans le chapitre 6.10.5.)

estimation du pouvoir épurateur du sol

possibilités d'apport de boues

choix des produits

mise en garde

Complément pour la compréhension du volet 3 des fiches de sol



**Pour la lecture des fiches
déplier le volet ci-contre**

**Il donne les définitions des variables
descriptives complexes
et précise le cas échéant
les valeurs de classes utilisées**

CARACTERES GENERAUX DU SOL

• **profondeur du sol** : c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.

• **indice de battance** : L'indice de battance I_B a été mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (Remy et Marin-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). Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 L_f + 0,75 L_g) / (A + 10 MO)) - C$$

avec, L_f : limons fins ; L_g : limons grossiers ; A : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre

C est utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2$ (pH-7)

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule : $I_B = 5 (R - 0,2)$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$ terre stable.

On peut utiliser I_B ou R en tant que tel selon les classements suivants :

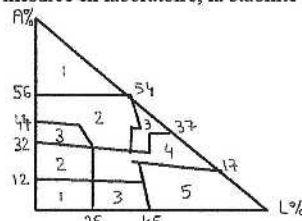
classe 1 : $R < 1,4$	non battant
classe 2 : $1,4 < R < 1,6$	peu battant
classe 3 : $1,6 < R < 1,8$	assez battant
classe 4 : $1,8 < R < 2,0$	battant
classe 5 : $R > 2,0$	très battant

OU

classe 1 : $I_B < 6$	non battant, stable
classe 2 : $6 < I_B < 7$	peu battant
classe 3 : $7 < I_B < 8$	assez battant
classe 4 : $8 < I_B < 9$	battant
classe 5 : $I_B > 9$	très battant

• **classes de stabilité structurale** : Normalement mesurée en laboratoire, la stabilité structurale peut aussi être évaluée par le biais du triangle de texture :

Classe 1 : très stable
Classe 2 : stable
Classe 3 : moyennement stable
Classe 4 : instable
Classe 5 : très instable



Pour l'horizon de surface labouré, (INRA Avignon)

• **réserve utile en eau du sol (RU)** : Part accessible aux plantes du volume de porosité du sol, pouvant contenir durablement de l'eau. La RU est calculée à partir des valeurs de densité apparente mesurées dans le profil représentatif de l'unité de sol, pour la profondeur de sol prospectée par les racines d'une culture annuelle de type maïs (fourchettes de valeurs permettant d'intégrer la variabilité de l'unité de sol pour la profondeur d'enracinement) sans prise en compte des remontées capillaires.

• **classes d'hydromorphie selon Favrot** : La note d'hydromorphie traduit les difficultés de circulation de l'eau dans le sol. Favrot distingue 6 classes :

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

• **pH** : par défaut c'est le pH initial sans intervention (fourchette de valeurs) qui est donné, si nécessaire dans les sols acides recevant souvent des amendements calcaires les valeurs de pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques sont également précisées.

ATOUS 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 180. 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 $CaCO_3$). 3 principales catégories d'aptitude des sols à recycler des matières organiques sont distinguées :

- pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières (contrôle du pH, vérification du niveau d'excès d'eau)

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

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

ABREVIATION	METHODE UTILISEE	EXPRESSION DES RESULTATS
-------------	------------------	--------------------------

Préparation de l'échantillon		Séchage à l'air. Broyage mécanique Tamisage à 2 mm.	En poids de terre séchée à 105 °
-------------------------------------	--	--	-------------------------------------



















Analyses granulométriques		Méthode internationale :	
. Sable grossier . Sable fin . Limon grossier . Limon fin . Argile	Sg 200 à 2000 μ Sf 50 à 200 μ Lg 20 à 50 μ Lf 2 à 20 μ A < 2 μ	Agitation mécanique avec hexamétaphosphate. Sédimentation et pipetage pour l'argile et les limons (Pipette de Robinson). Tamisage des sables.	en g pour 100 g de terre fine

Texture	Triangle du GEPPA (1967), simplifié pour l'Alsace		
----------------	---	--	--

Analyses chimiques			
. Carbone . Matière organique . Azote total	C MO N	Combustion sèche, four à induction = C X 1,72 Méthode Kjeldhal : attaque sulfuri- que avec catalyseur - distillation	en g pour 100 g de terre fine
. Rapport Carbone/Azote	C/N		
. Calcaire total . Phosphore assimilable	CaCO3 tot. P2O5 ass. ou P ass.	Calcimétrie Bernard Méthode Joret Hébert : extraction par l'oxalate d'ammonium (sols alcalins). Méthode Dyer : extraction par l'acide citrique 2 % (sols acides). Méthode Olsen : extraction par NaHCO3 0,5 N + Fna ou FNH4.	en % en g pour 1000 g de terre fine
. pH eau et pH KCl	pHeau, pH KCl	Contact 1/2 heure.Sol/eau : 1/2,5	
. Bases échangeables			
- Calcium - Magnésium - Potassium - Sodium	Ca Mg K Na	Extraction par l'acétate de NH4 N à pH 7. Dosage, absorption atomique.	en milliéquivalents pour 100 g de terre (meq/100 g)
. Somme des bases échangeables . Capacité d'échange des cations	S CEC ou T	Méthode Metson : saturation par acétate de NH4 à pH 7. Distillation V = S/T X 100	en %
. Taux de saturation	S/T		
. Oligoéléments			
- Fer - Manganèse - Cuivre - Zinc - Bore	Fe DTPA Mn DTPA Cu DTPA Zn DTPA B soluble	Mise en solution au DTPA Dosage Extraction et dosage par ICP	en ppm

Caractéristiques physiques			
. Densité apparente sèche . Humidité de rétention . Point de flétrissement	Das Hr Hf	Méthode des petits cylindres (100 cm3) Presse à plaque Presse à plaque 15 bars	en g pour 100 g de terre fine
. Conductivité hydraulique	K	Méthode de Muntz	cm/h
. Limites d'Atterberg			
- Limite de liquidité - Limite de plasticité - Indice de plasticité	LL LP IP	Méthode Casagrande-Dunod	
. Instabilité structurale	Is	Tests de Hénin	
. Essais de compactage - Seuil d'humidité critique	ΔS/ΔW	Essais Proctor	

LEGENDE DES SYMBOLES PEDOLOGIQUES

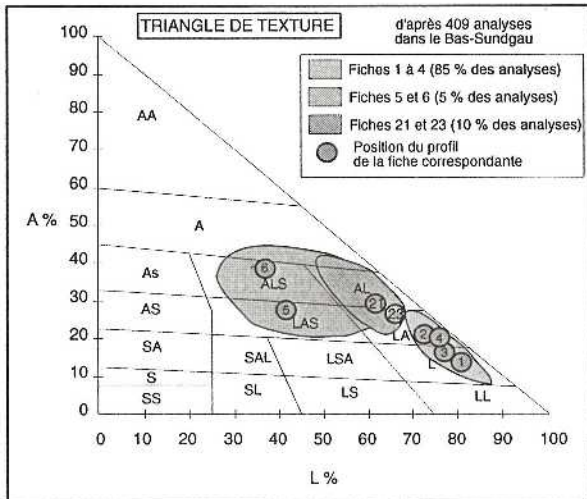
	Matière organique moyenne (1,8 à 3,5 %)
	Matière organique moyenne à assez forte (3,5 à 8,0 %)
	Matière organique forte (8,0 à 12,0 %)
	Texture limoneuse
	Texture sableuse (% de sable d'autant plus important que les points sont rapprochés)
	Texture argileuse (% d'argile d'autant plus important que les traits sont rapprochés)
	Cailloux ou blocs calcaires
	Cailloux ou blocs gréseux
	Galets siliceux roulés (quartz)
	Présence de CaCO ₃ (effervescence à HCl)
	Plaquettes calcaires
	Taches rouille d'oxydation du fer
	Concrétions noires ferro-manganiques
	Taches gris-rouille d'oxydo-réduction du fer
	idem, en glosses
	Gley réduit
	Gley oxydé ou semi-gley
	Taches d'altération et de décoloration gris blanche

La légende des symboles utilisés pour le dessin des profils est inspirée de DUCHAUFOR Ph. (1977), JABIOL et GEGOUT (1992), BAIZE et JABIOL (1996).

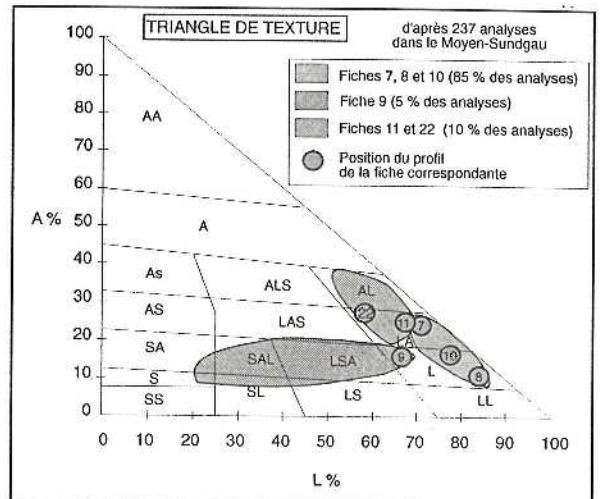
⑦ EXPLOITATION DU FICHER D'ANALYSES DE TERRE ET DONNEES PONCTUELLES UTILISEES

TRIANGLES DE TEXTURE PAR PETITES REGIONS ISSUES DU FICHIER RÉGIONAL D'ANALYSES DE TERRE CLARA

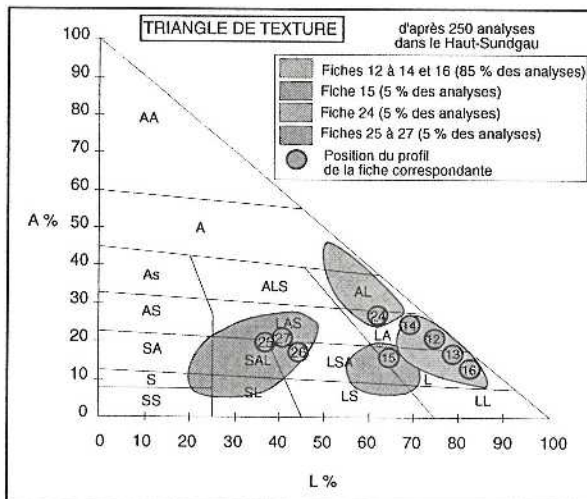
BAS SUNDGAU



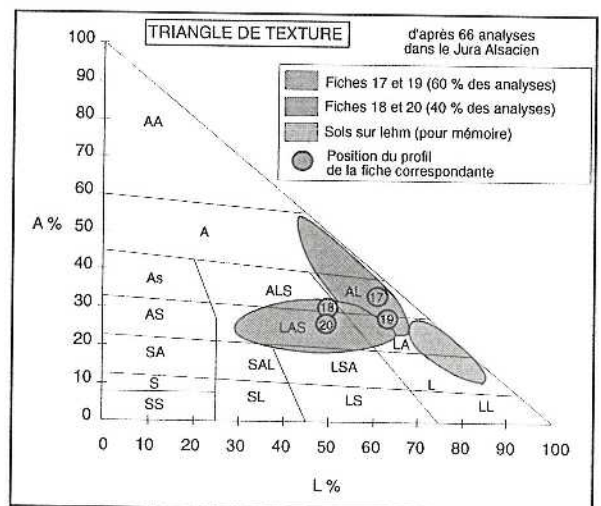
MOYEN SUNDGAU



HAUT SUNDGAU



JURA ALSACIEN



Le fichier d'analyses de terre CLARA issu de la base de données régionale sur les sols d'Alsace, gérée par l'ARAA a fourni 1 392 analyses sur les 178 communes du périmètre du Sundgau. Afin d'établir les triangles de texture, seules les analyses comportant une granulométrie complète ont été retenues, soit un total de 1 047 analyses. Outre celles-ci, un autre lot a été identifié :

- 210 analyses concernant 35 profils de sols réalisés au début des années 80 pour la carte des sols du Sundgau par l'INRA ; celles-ci ont fait l'objet pour certaines d'une granulométrie avec décarbonatation.

C'est le premier groupe qui a servi à élaborer les triangles de texture par fiches de sols pour ce guide.

Dans un premier temps, les communes ont été triées selon les ensembles suivants : Bas Sundgau, Moyen Sundgau, Haut Sundgau, Jura alsacien. Ceci a permis, au vu du zonage préliminaire des sols de rapporter chaque analyse à un ensemble de sol pour un choix de 3 ou 4 fiches dans chaque cas. Pour cela, nous avons réparti les analyses dans un triangle de texture en y associant le pH et le taux de CaCO₃ total.

Dans un troisième temps, sur ces 4 triangles, chaque fiche de sol a été identifiée par une courbe enveloppe du lot d'analyses les constituant. Ce sont ces triangles synthétiques qui illustrent chacune des fiches.

Ces analyses n'étant que rarement géoréférencées, elles ont fait l'objet d'une répartition cartographique par commune. On y constate la répartition suivante :

- Transition Plaine du Rhin / Bas Sundgau : 85 analyses,
- Bas Sundgau : 409 analyses,
- Moyen Sundgau : 237 analyses,
- Haut Sundgau : 250 analyses,
- Jura alsacien : 66 analyses.

Notons enfin pour mémoire les détails suivants :

- seules 191 analyses sont référencées en coordonnées XY, soit un peu moins de 20 %, (les autres sont rattachées à la commune du siège de l'exploitation agricole)
- la quasi totalité des analyses (sauf quelques exceptions pour Ca et CEC) présentent un profil chimique complet (CEC, Ca, Mg, K, Na) en plus de la granulométrie, du pH, du CaCO₃ et du carbone,
- l'analyse du CaCO₃ actif n'est pratiquement jamais réalisée,
- enfin, 253 analyses concernent l'un ou l'autre des oligo-éléments suivants : Fe, Mn, Cu, Zn, Bo.

⑧ CORRESPONDANCES ENTRE :

- **LES FICHES DU GUIDE N°11,**
- **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	Limon, calcaire, érodé, des collines loessiques	Sol brun calcaire sur loess – Calcosol issu de loess	21.0	
2	Limon, calcaire, profond, des collines loessiques	Sol brun calcaire sur loess – Calcosol issu de loess	21.1	guide 10 fiche 14 (guide 8 fiche 1)
3	Limon, calcaire, profond, des vallons loessiques	Sol brun calcaire colluvial sur loess – Calcosol colluvique issu de loess	21.5	guide 10 fiche 17
4	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons humides des collines loessiques	Sol brun calcaire colluvial hydromorphe sur loess – Colluviosol rédoxique calcique issu de loess	21.6	guide 10 fiche 18
5	Limon argilo-sableux sur argile, calcaire, hydromorphe, des versants argileux	Sol brun calcique à calcaire pélosolique issu de marnes – Calcisol pélosolique hydromorphe issu de marnes	non défini	guide 10 fiche 16
6	Limon argilo-sableux sur argile, décarbonaté, hydromorphe, des versants argileux	Sol brun calcique hydromorphe à pélosol issu de molasse – Pélosol calcisol hydromorphe issu de molasse	non défini	
7	Limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	Sol brun faiblement lessivé sur lehm-loess – Brunisol luviq ue issu de lehm-loess	21.4	guide 10 fiche 15
8	Limon sur limon argileux, décarbonaté, profond, des collines de lehm-loess	Sol brun lessivé faiblement hydromorphe sur lehm-loess – Luvisol issu de lehm-loess	22.2	
9	Limon à limon argileux, décarbonaté, sur cailloutis des collines de lehm-loess	Sol brun limoneux hydromorphe sur cailloutis – Brunisol rédoxique issu de lehm-loess sur cailloutis	non défini	
10	Limon sur limon argileux, profond, hydromorphe, de bas de versants des collines de lehm-loess	Sol colluvio-alluvial hydromorphe – Colluviosol fluviq ue rédoxique issu de lehm colluvionné	22.5	
11	Limon argileux, calcaire, profond, hydromorphe, des vallons des collines de lehm-loess	Sol alluvio-colluvial à gley non calcaire – Fluvisol colluvique réductique calcique issu d'alluvions récentes	non défini	
12	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, profond, des collines de lehm	Sol brun lessivé hydromorphe légèrement érodé sur lehm – Luvisol hydromorphe érodé issu de lehm	22.0 (var. Hy 2)	
13	Limon argileux sur argile limoneuse, acide, hydromorphe, des collines de lehm	Sol lessivé hydromorphe sur lehm – Luvisol rédoxisol issu de lehm	22.0 (var. Hy 3+)	
14	Limon argileux à argile limoneuse, acide, hydromorphe, profond, des collines de lehm	Sol lessivé hydromorphe érodé sur lehm – Luvisol rédoxisol tronqué issu de lehm	22.6	
15	Limon à limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur sable argileux et cailloutis	Sol brun limoneux hydromorphe sur cailloutis – Brunisol rédoxisol issu de lehm sur cailloutis	non défini	
16	Limon sur limon argileux, acide, hydromorphe, des vallons des collines de lehm	Sol lessivé colluvial hydromorphe sur lehm – Luvisol colluvique rédoxique issu de lehm	22.5 (var. Hy 3+)	
17	Argile limono-sableuse sur calcaire peu profond des buttes calcaires	Rendzine à sol brun calcaire issu de calcaire dur – Rendosol et calcosol issu de calcaire dur	non défini	
18	Argile limono-sableuse caillouteuse, sur argile calcaire caillouteuse des hauts de versants calcaires	Sol brun calcaire issu de calcaire dur – Calcosol cailloutique issu de calcaire dur	non défini	

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
19	Limon argileux sur argile limoneuse, puis argile, des bas de versants calcaires	Sol brun calcaire colluvial hydromorphe sur marnes Calcosol colluvique faiblement rédoxique issu de marnes	non défini	
20	Limon argilo-sableux, sur argile limoneuse caillouteuse, des vallons calcaires	Sol brun calcaire colluvial sur calcaire dur – Calcosol colluvique issu de calcaire dur	non défini	
21	Limon argileux sur argile limoneuse, calcaire, hydromorphe, profond, des vallées larges	Sol alluvial à gley réduit calcique à calcaire – Fluvisol réductisol calcique à calcaire issu d'alluvions récentes	non défini (proche de 13.4)	
22	Limon argileux sur argile limoneuse, hydromorphe, profond, des vallées larges	Sol alluvial à gley réduit non calcaire – Fluvisol réductisol issu d'alluvions récentes	non défini (proche de 13.4)	
23	Limon argileux, calcaire, profond, des marges des vallées	Sol colluvio-alluvial calcique sur loess remanié – Colluviosol fluviatique calcique issu de loess remanié	non défini	
24	Limon argileux, profond, hydromorphe, des vallées	Sol alluvio-colluvial calcique à gley réduit – Fluvisol colluvique réductique calcique issu d'alluvions récentes	non défini	
25	Limon sablo-argileux, acide, sur cailloutis sablo-argileux peu profond	Sol brun acide sur alluvions anciennes caillouteuses – Alocrisol fluviatique cailloutique issu d'alluvions	17.2 (à 17.4)	similitudes guide 10 fiche 19 guide 8 fiche 2
26	Limon sablo-argileux, acide, profond, sur cailloutis sablo-argileux	Sol brun alluvial faiblement hydromorphe sur alluvions récentes – Fluvisol issu d'alluvions récentes	17.1 (à 17.6)	
27	Sable limono-argileux, caillouteux, acide, hydromorphe, sur cailloutis sablo-argileux	Sol brun alluvial hydromorphe sur alluvions récentes – Fluvisol rédoxique issu d'alluvions récentes	17.3	

Guide des sols d'Alsace

Sundgau et Jura alsacien

- ▶ **Maîtrise d'ouvrage :**
Région Alsace
- ▶ **Partenaires financiers :**
Région Alsace
Agence de l'eau Rhin-Meuse
- ▶ **La coordination, le suivi des travaux et l'appui technique au maître d'ouvrage en tant qu'expert ont été assurés par :**
l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA)- 2 rue de Rome - 67309 SCHILTIGHEIM Cedex
- ▶ **Auteur :**
Sol Conseil (J.-P. PARTY) - 2 rue de Roppenheim - 67000 STRASBOURG
- ▶ **Composition des documents cartographiques :**
Service SIG de la Région Alsace
Sol Conseil
ARAA
- ▶ **Composition de la couverture et des fiches de sols :**
Print'Europe - 13 rue Desaix - 67450 MUNDOLSHEIM
- ▶ **Maquette d'origine :**
R. KOLLER et J.-P. PARTY (1994)
- ▶ **Crédits photographiques :**
J.-P. PARTY A.-V. AUZET M. LEMMEL
R. KOLLER V. DORNIER J. SAUTER
- ▶ **Le comité scientifique "Guide des sols d'Alsace" est composé de :**
A.-V. AUZET - CEREG/CNRS-ULP M. GENDRIN - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU HAUT-RHIN
M.-L. BURTIN - ARAA R. HARDY - INRA
L. DOYENNETTE - METEO FRANCE R. KOLLER - ARAA
J.-C. FAVROT - EXPERT PEDOLOGUE F. POTIER - AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE
C. GAILDRAUD - DIREN-SEMA ALSACE J. SAUTER - ARAA
L. GARTNER - REGION ALSACE R. SIEBERT - DRAF / SREA ALSACE
- ▶ **Duplication :**
Images Services - 27 rue du Fossé des Treize - 67000 STRASBOURG

DOCUMENT DISPONIBLE A LA REGION ALSACE

Direction de l'Agriculture, de la Forêt, du Tourisme et de l'Environnement

35 avenue de la Paix - BP 1006 - 67070 STRASBOURG Cedex - Tél. **03 88 15 68 67** - Fax **03 88 15 69 19**

Dans la même collection, les guides des sols existent pour les petites régions naturelles suivantes :

- N° 1 : Outre Forêt et Forêt de Haguenau (à paraître courant 2003)
- N° 2 : Ried Nord (à paraître courant 2003)
- N° 5 : Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg (2001)
- N° 6 : Piémont Bas-Rhinois (1999)
- N° 8 : Plaine Centre-Alsace (1994, épuisé, nouvelle édition prévue en 2002)
- N° 10 : Plaine Sud-Alsace (1999)
- N° 12 : Piémont Haut-Rhinois et Ochsenfeld (à paraître courant 2002)

**Ce document a été réalisé
avec le soutien technique et financier de
la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse**

