

Guide des sols d'Alsace



Petite région naturelle n°13
Alsace Bossue

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



- Juin 2008 -

Guide des sols d'Alsace

Petite région naturelle n° 13

Alsace Bossue

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

Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace

Assistance technique à la maîtrise d'ouvrage : Association pour la Relance Agronomique en Alsace

Financement : Région Alsace – Agence de l'eau Rhin-Meuse

Auteurs : SOL CONSEIL (Jean-Paul PARTY et Nicolas MULLER)

Juin 2008

Edito

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

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

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

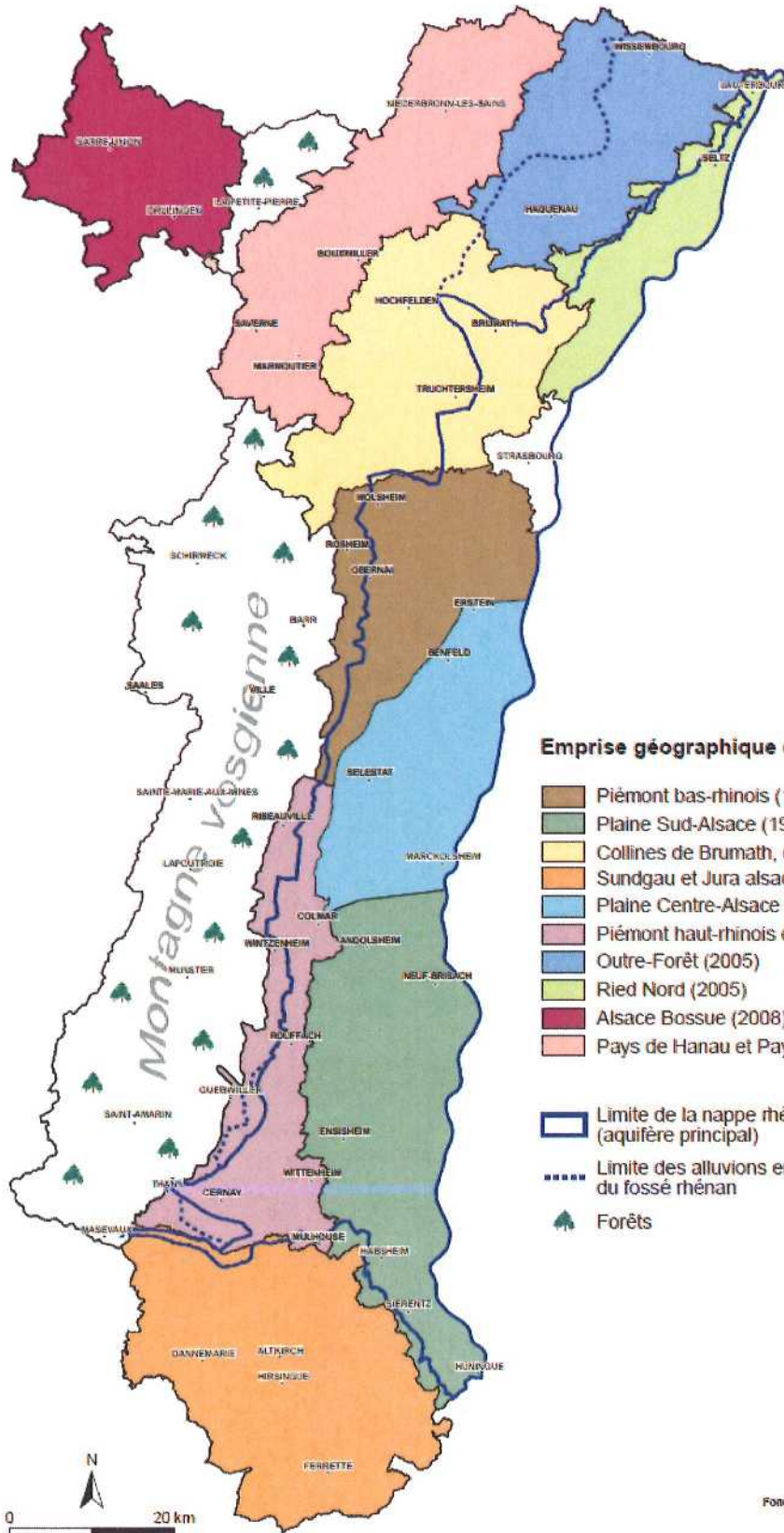
Fruit d'un important travail de synthèse et d'interprétation des données, les guides des sols d'Alsace offrent, par une présentation claire des données, une information utile, directement accessible, répondant aussi bien aux besoins des agronomes ou des conseillers et des techniciens agricoles, qu'aux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

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

Adrien ZELLER



Guides des sols d'Alsace



- Emprise géographique des guides**
- Piémont bas-rhinois (1999)
 - Plaine Sud-Alsace (1999)
 - Collines de Brumath, du Kochersberg (2001)
 - Sundgau et Jura alsacien (2001)
 - Plaine Centre-Alsace (réédité en 2004)
 - Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld (2004)
 - Outre-Forêt (2005)
 - Ried Nord (2005)
 - Alsace Bossue (2008)
 - Pays de Hanau et Pays de Saverne (2008)
- Limite de la nappe rhénane (aquifère principal)
 - Limite des alluvions en bordure du fossé rhénan
 - Forêts



SIG-ENV-2337
 Réalisation : ARAA, Région Alsace
 Données : ARAA, 2007
 Fond de Carte : ©IGN IBD CARTO (éd. 1995)
 Autorisation n° 70 40041
 Décembre 2007



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 « Alsace Bossue »	11
3.1. La délimitation de la petite région « Alsace Bossue ».....	11
3.2. Les outils pour une connaissance des sols à l'échelle régionale.....	13
3.3. Comprendre la géologie et les paysages.....	14
3.3.1. Géologie des formations superficielles et aperçu général du paysage	14
3.3.2. Géologie profonde, influence sur les eaux de surface et les eaux souterraines.....	19
3.4. Les eaux superficielles d'Alsace Bossue	20
3.4.1. Régime des eaux des rivières ; qualité vis-à-vis des nitrates et des produits phytosanitaires.....	20
3.4.2. Les zones inondables.....	20
3.5. Les nappes souterraines d'Alsace Bossue.....	22
3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité	22
3.5.2. Qualité des eaux souterraines d'Alsace Bossue.....	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 profondeur du sol : deux approches au sens pédologique et agronomique.....	26
4.2.2. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation.....	26
4.2.3. Les cailloux	27
4.2.4. L'hydromorphie (gley et pseudogley)	27
4.3. Les éléments de pédologie pour comprendre les descriptions de profils.....	30
4.4. Les analyses de terre et l'observation du sol.....	31
4.5. Lexique.....	33
5. LES TYPES DE SOLS D'ALSACE BOSSUE.....	37
Guide pour la lecture des fiches et l'identification des sols sur le terrain	
5.1. La clé d'identification des fiches de sols.....	39
5.2. Les fiches de sols.....	40
5.3. Le zonage agro-pédologique au 1/100 000 ^{ème}	43
6. SYNTHÈSE AGRONOMIQUE PAR THEMES.....	125
6.1. La fertilisation phosphatée et potassique.....	126
6.2. L'entretien calcique et magnésien des sols.....	126
6.3. La praticabilité des terrains.....	127
6.4. Les sols hydromorphes et le drainage.....	128
6.4.1. Généralités.....	128
6.4.2. Drainage, environnement et précautions à prendre.....	129
6.4.3. De nombreux sols potentiellement drainables en Alsace Bossue.....	132

6.5. Les sols et les besoins en eau des cultures.....	133
6.5.1. Généralités.....	133
6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre en Alsace.....	133
6.5.3. Les besoins en eau des cultures en Alsace Bossue.....	135
6.6. Les inondations et les risques d'érosion associés aux crues.....	137
6.7. L'état physique des sols, le ruissellement et l'érosion	137
6.7.1. Les états de surface du sol, les croûtes de battance et les effets des discontinuités de la structure du profil de sol.....	137
6.7.2. L'appréciation de la sensibilité à la dégradation des états de surface	140
6.7.3. Les conséquences du ruissellement en Alsace Bossue.....	142
6.7.3.1. <i>La sensibilité potentielle au ruissellement des sols d'Alsace Bossue</i>	142
6.7.3.2. <i>Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle</i>	143
6.7.3.3. <i>Les transferts des produits associés (nitrates et phytosanitaires</i>	143
6.8. Les sols et le risque de lessivage des nitrates.....	144
6.8.1. Le risque de lessivage hivernal.....	144
6.8.1.1. <i>Généralités</i>	144
6.8.1.2. <i>Les risques de lessivage hivernal en Alsace Bossue</i>	147
6.8.2. Le risque de lessivage printanier.....	150
6.8.2.1. <i>Généralités</i>	150
6.8.2.2. <i>Des risques de lessivage printanier dans les sols les plus superficiels d'Alsace Bossue</i>	150
6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification.....	152
6.9. Le sol et le devenir des produits phytosanitaires.....	153
6.9.1. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux souterraines.....	154
6.9.2. Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface par ruissellement.....	154
6.10. Le pouvoir épurateur des sols.....	155
6.10.1. Qu'est-ce que l'épuration par le sol?	155
6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle.....	156
6.10.3. Comment apprécier le pouvoir épurateur d'un sol ?	156
6.10.4. Méthodologie de classement du pouvoir épurateur des sols.....	160
6.10.5. Le pouvoir épurateur des sols d'Alsace Bossue.....	162

ANNEXES

1 Données climatiques.....	168
2 Typologie régionale des sols.....	179
3 Bibliographies régionale et thématique.....	185
4 Inventaire des documents pédologiques disponibles.....	191
5 Guide pour la lecture des fiches de sols.....	195
6 Méthodes d'analyse utilisées et symboles employés pour le dessin des profils.....	203
7 Exploitation des fichiers d'analyses de terre utilisées.....	207
8 Correspondances entre les fiches du guide « Alsace Bossue », la classification CPCS, le référentiel pédologique, la typologie régionale des sols et les autres guides des sols.....	211

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 ressources en eau. 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.

La série des guides des sols d'Alsace se veut 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 sont diffusés 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 en Alsace Bossue**. Ce n'est ni un inventaire exhaustif des différents types existants, ni une cartographie détaillée des sols. L'objectif premier de ce guide est d'aider à l'identification des sols des parcelles agricoles, pour utiliser au mieux les caractéristiques et interprétations agronomiques qui y sont associées. Il en résulte une simplification volontaire de l'inventaire des types de sols, et il est possible que certains types, marginaux en terme de surface, ne figurent pas dans cet inventaire.

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

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

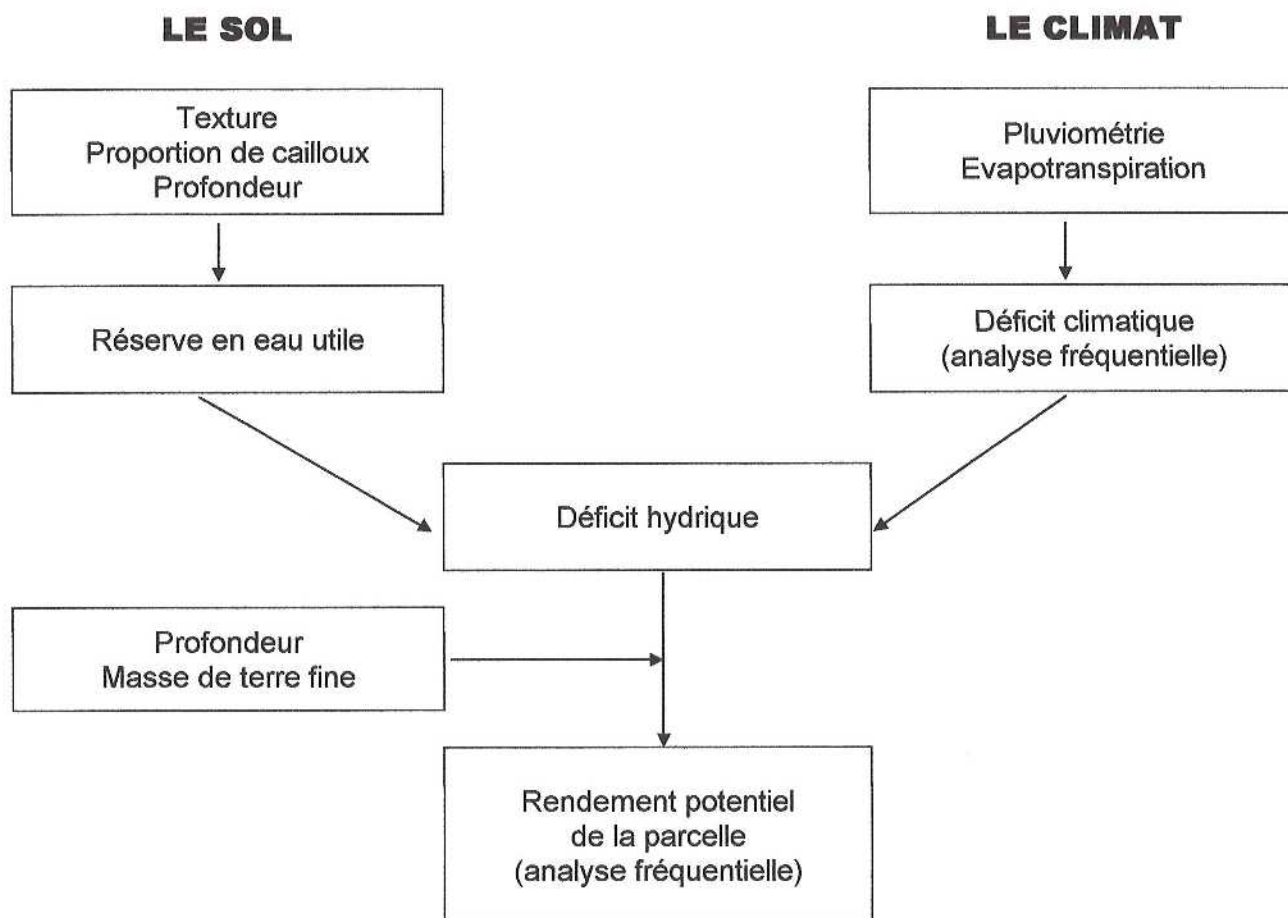
- choisir les cultures et la rotation ;
- décider des itinéraires techniques ;
- évaluer les risques d'exploitation ;
- raisonner la recherche et/ou l'extrapolation de références technico-économiques.

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

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

2.2. LA CONNAISSANCE DU POTENTIEL DE RENDEMENT DES PARCELLES

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



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

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

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

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

2.3. LE CHOIX D'UN ITINERAIRE TECHNIQUE

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

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

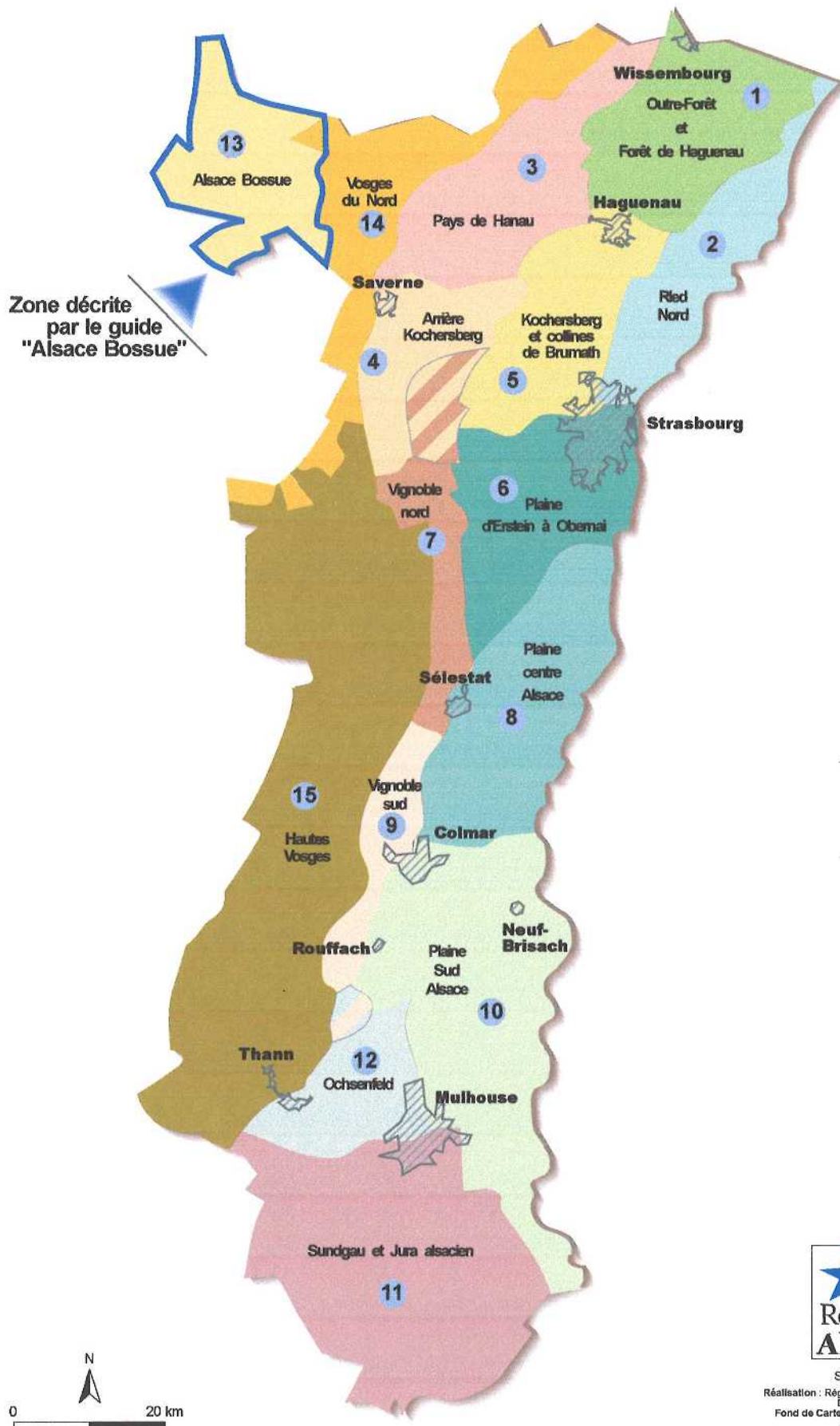
Les niveaux de peuplement requis ayant été déterminés, la dose d'azote et la protection phytosanitaire peuvent être ajustées au mieux.

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

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

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

Les petites régions naturelles d'Alsace



Zone décrite
par le guide
"Alsace Bossue"



CHAPITRE 3

LA PETITE REGION NATURELLE

Alsace Bossue

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

Elle a permis d'établir un découpage de l'Alsace en 15 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 au delà 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

« ALSACE BOSSUE »

L'aire d'utilisation du présent guide correspond à la partie du plateau lorrain située au Nord-Ouest de l'Alsace. Cette région est limitée administrativement au Nord, à l'Ouest et au Sud par le département de la Moselle. Elle s'inscrit entre la vallée de la Sarre à l'Ouest et le pied des Vosges gréseuses à l'Est. Elle représente dans le Bas-Rhin une surface totale d'environ 43.000 ha pour 55 communes et un peu plus de 20.000 ha de SAU, dont 60 % sont en prairies naturelles. Cette région compte en effet 300 agriculteurs, dont 85 % d'éleveurs (75 % pour des bovins). Les terres labourables représentent ainsi seulement 20 % de la surface totale de la région dont environ la moitié en céréales, soit un peu plus de 4.000 ha pour le blé et le maïs (grain et fourrage). Compte-tenu de cette occupation du sol, les sources potentielles de pollution diffuse par les engrais ou les phytosanitaires sont donc a priori faibles en Alsace Bossue.

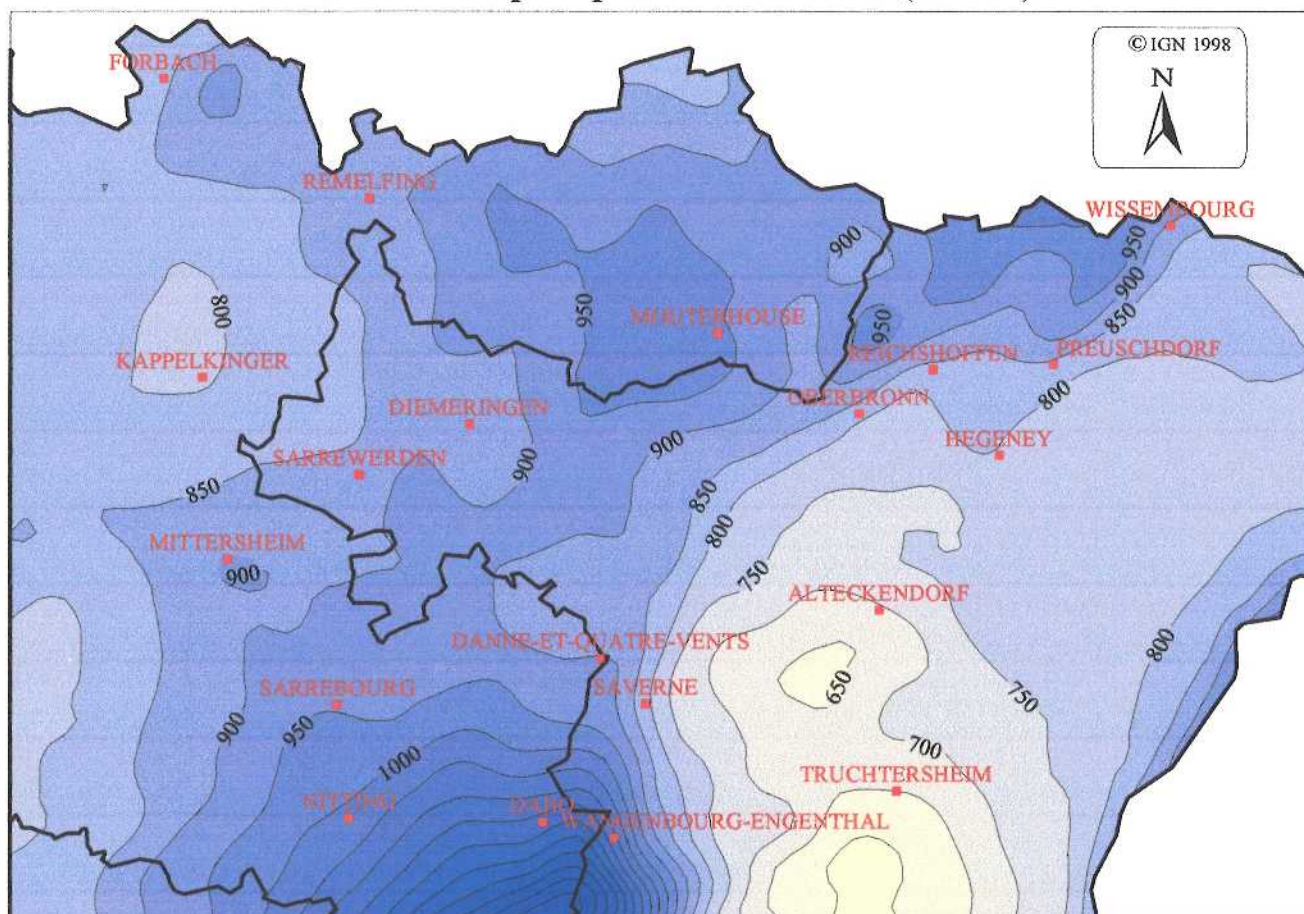
Les sols des espaces forestiers n'ont pas été pris en compte dans ce document. Pour les sols sous forêt, on se reportera aux catalogues des stations forestières correspondants : « Vosges gréseuses du Nord » et « Plateau Lorrain » (CRPF et Région Alsace).

Cette portion de l'Alsace est remarquable sur 4 points :

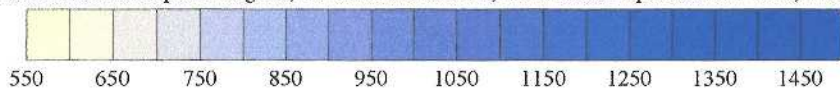
- Les sols décrits dans les fiches concernant l'Alsace Bossue sont constitués, pour la majorité d'entre eux, à partir de matériaux géologiques argileux ou calcaires en place. Les limons déposés par le vent à l'époque quaternaire y sont rares. Ceci conduit à la description de 6 ensembles de sols, pour lesquels la quasi-totalité des nuances a pu être présentée.
- L'ensemble de la zone est soumis à une pluviométrie importante comparée aux valeurs généralement mesurées en Alsace et à un gradient pluviométrique d'Ouest en Est. Ainsi, il tombe entre 800 et 900 mm/an sur l'ensemble de l'Alsace Bossue, et jusqu'à 1000 mm et plus au pied des Vosges gréseuses. Ceci influence fortement l'évolution des sols, en particulier la décarbonatation et l'argilification des matériaux calcaires. Cette forte pluviométrie joue aussi sur l'intensité du lessivage en profondeur des argiles et du fer pour les sols limoneux.



Hauteurs de précipitations annuelles (en mm)



Hauteurs de précipitations annuelles en points de grille, sur une maille de 1 km, calculées sur la période 1971-2000, avec la méthode Aurelhy



- La présence de matériaux géologiques calcaires, notamment ceux du Muschelkalk supérieur, sur 40 % de l'Alsace Bossue, associés à la faible épaisseur des sols et à une pluviométrie relativement élevée impliquent d'une part, des excès d'eau dans une partie de ces sols avec un risque de ruissellement, et d'autre part, dans presque tous les types de sols un risque de lessivage des éléments minéraux.
- Enfin, le réseau hydrographique présente des caractéristiques de colmatage favorisant les inondations sur une surface de l'ordre de 4.500 ha dans les vallées de la Sarre, de l'Eichel et de l'Isch.

La plupart des sols répertoriés dans ce périmètre sont spécifiques de l'Alsace Bossue et ne sont que rarement présents dans les autres petites régions d'Alsace, même les plus proches, que ce soit dans le Pays de Hanau ou en Outre-Forêt.

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 (Vogt et al., 1986), éditée par l'ARAA,
- la typologie régionale des sols,
- la base de données informatiques et le zonage au 1/100 000^{ème} sur les sols d'Alsace (ARAA-IGCS).

Le découpage en 15 petites régions naturelles adopté pour l'édition des guides des sols isole des ensembles de paysages et de sols dont certains se retrouvent du Nord au Sud de l'Alsace.

La typologie régionale des sols d'Alsace permet de faire le lien entre les différentes petites régions naturelles. Cette typologie inventorie, pour chaque formation superficielle, les différents types de sols connus qui en sont l'expression, et propose pour chacun d'eux une description succincte mais suffisante pour constituer une clef commune à tous les guides des sols. Cette typologie n'a cependant intégré que partiellement toutes les données obtenues dans les derniers guides des sols. Une mise à jour est nécessaire. L'état actuel de la typologie est présenté 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 informatiques sur les sols d'Alsace** associée à un logiciel de cartographie.

Ce Système d'Information Géographique (SIG) est en cours de constitution par l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace dans le cadre du programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS) initié par le Ministère de l'Agriculture et l'INRA. Outre le stockage des données descriptives des sols, cet outil permet, à des fins de diagnostic et d'aide à la décision, de croiser les données de sols avec d'autres sources de données (topographie, occupation du sol, hydrographie...) et de faire ainsi une exploitation dynamique et spatialisée de ces données de sols, notamment en vue de la protection des ressources en eau.

Carte des formations superficielles, carte des petites régions naturelles, typologie régionale, base de données informatiques 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

L'Alsace Bossue correspond à une succession de collines de 250 à 400 m d'altitude aux pentes parfois accusées, constituées de matériaux argilo-calcaires. Ces collines sont entaillées par un réseau hydrographique dont les cours d'eau les plus importants sont la Sarre et ses affluents, l'Eichel et l'Isch.

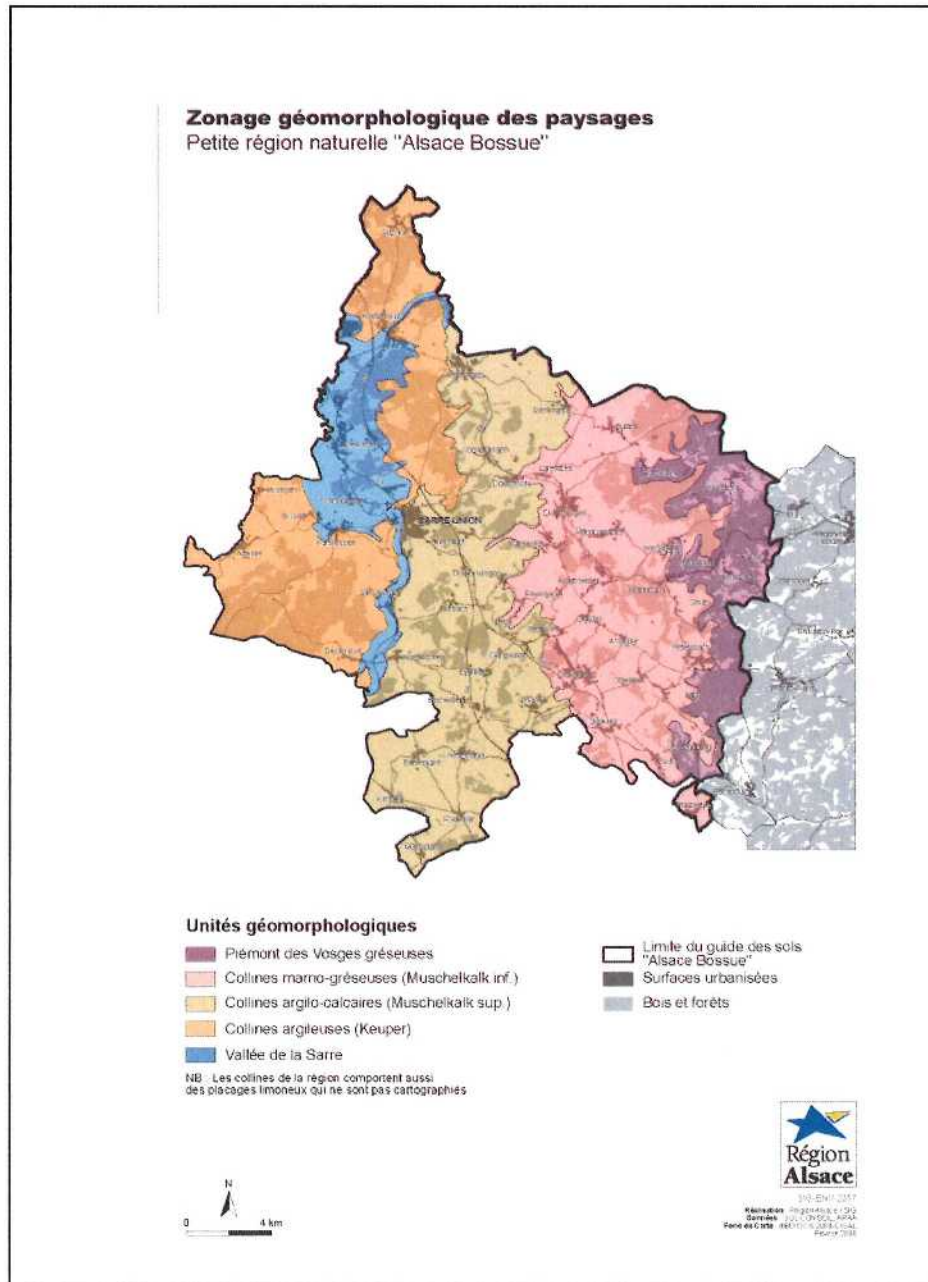
Les terrains géologiques de la région permettent de distinguer d'Est en Ouest 4 grandes unités d'âge secondaire :

- à l'Est, **le horst vosgien**, relativement peu marqué, qui apparaît comme le rebord du plateau lorrain,
- **l'ensemble complexe des terrains géologiques du Muschelkalk moyen et inférieur**, situé directement au pied des Vosges,
- **l'ensemble plus homogène des terrains géologiques du Muschelkalk supérieur**, situé dans la partie centrale de la région, à l'Est du fossé constitué par la Sarre,
- enfin à l'Ouest, une petite partie de **l'ensemble des terrains géologiques du Keuper et de la Lettenkohle** qui sont largement répandus en Lorraine.

Ces 4 unités sont, d'une part entaillées par le réseau hydrographique de la Sarre, d'autre part, surmontées par des placages limoneux allochtones.

Ainsi, outre **les rares placages limoneux** qui ne peuvent être représentés sur un zonage géomorphologique, la nature des formations superficielles permet de distinguer 5 grands ensembles identifiables au plan géomorphologique, soit d'Est en Ouest (cf. carte ci-contre) :

- **le piémont du socle gréseux des Vosges du Nord**, principalement associé au grès bariolé à Voltzia et au grès vosgien rosâtre, ainsi qu'à une occupation du sol majoritairement forestière et prairiale ;
- **les collines du Muschelkalk moyen et inférieur**, couvertes de matériaux argileux, limoneux et sablo-gréseux en place, à la répartition souvent complexe ;
- **les collines du Muschelkalk supérieur**, couvertes de matériaux principalement argilo-calcaires, caillouteux avec de nombreuses mouillères, généralement sains sur les pentes prononcées convexes, humides sur les pentes faibles concaves ;
- **les collines du Trias (Keuper et Lettenkohle)**, couvertes de matériaux principalement marno-argileux et de limons dégradés humides ;
- **les alluvions de la Sarre et de ses affluents**, où les dépôts alluviaux récents principalement argileux et calciques jouxtent des alluvions anciennes sableuses acides.



Les sols se répartissent selon ces différents ensembles :

❶ dans le piémont Ouest du socle gréseux des Vosges du Nord

- des sols bruns décarbonatés, voire acides sur **grès vosgien et grès à Voltzia**, sableux à sablo-argileux, sains en haut de pente (fiche 1) et hydromorphes en bas de pente (fiche 2), dans la partie du piémont la plus éloignée des grès vosgiens,
- des sols bruns acides, ocreux et éventuellement podzoliques, des massifs forestiers pour lesquels on se reportera au « catalogue des stations forestières des Vosges gréseuses du Nord » (CRPF et Région Alsace).

② dans les collines du Muschelkalk moyen et inférieur

- des sols bruns calcaires ou décarbonatés argileux développés sur **marnes à plaquettes et argiles**, plutôt situés sur des collines convexes de cette partie de l'Alsace Bossue (fiches 3 et 4),
- des sols bruns lessivés à pseudogley, hydromorphes et dégradés, limono-sablo-argileux, développés sur les **argiles** plutôt situées dans le haut des collines aux pentes modérées (fiche 5)
- des sols bruns calciques à calcaires, hydromorphes pour certains, plutôt limono-sablo-argileux et modérément caillouteux, sur **dolomie et altérite sableuse** plutôt situées dans le bas des collines aux pentes modérées (fiches 6 et 7),

③ dans les collines du Muschelkalk supérieur

- des rendzines et sols bruns calcaires ou calciques peu à moyennement profonds, généralement limono-argileux développés sur **marnes et calcaires** plutôt situés dans les versants convexes et les pentes fortes de ces collines (fiches 8 et 9),
- des sols bruns calciques moyennement profonds à profonds, généralement argilo-limoneux développés sur **marnes caillouteuses** plutôt situées dans les versants concaves à pentes modérées du bas de ces collines (fiche 10),

④ dans les collines du Trias (Keuper et Lettenkohle),

- des sols bruns calciques argileux décarbonatés profonds, des sols bruns pélosoliques et des pélosols à pseudogley (sols bruns décarbonatés, voire acidifiés très argileux et hydromorphes) développés sur **argiles bariolées** (fiches 11 et 12),

⑤ dans les limons des plateaux situés sur les collines ②, ③ et ④,

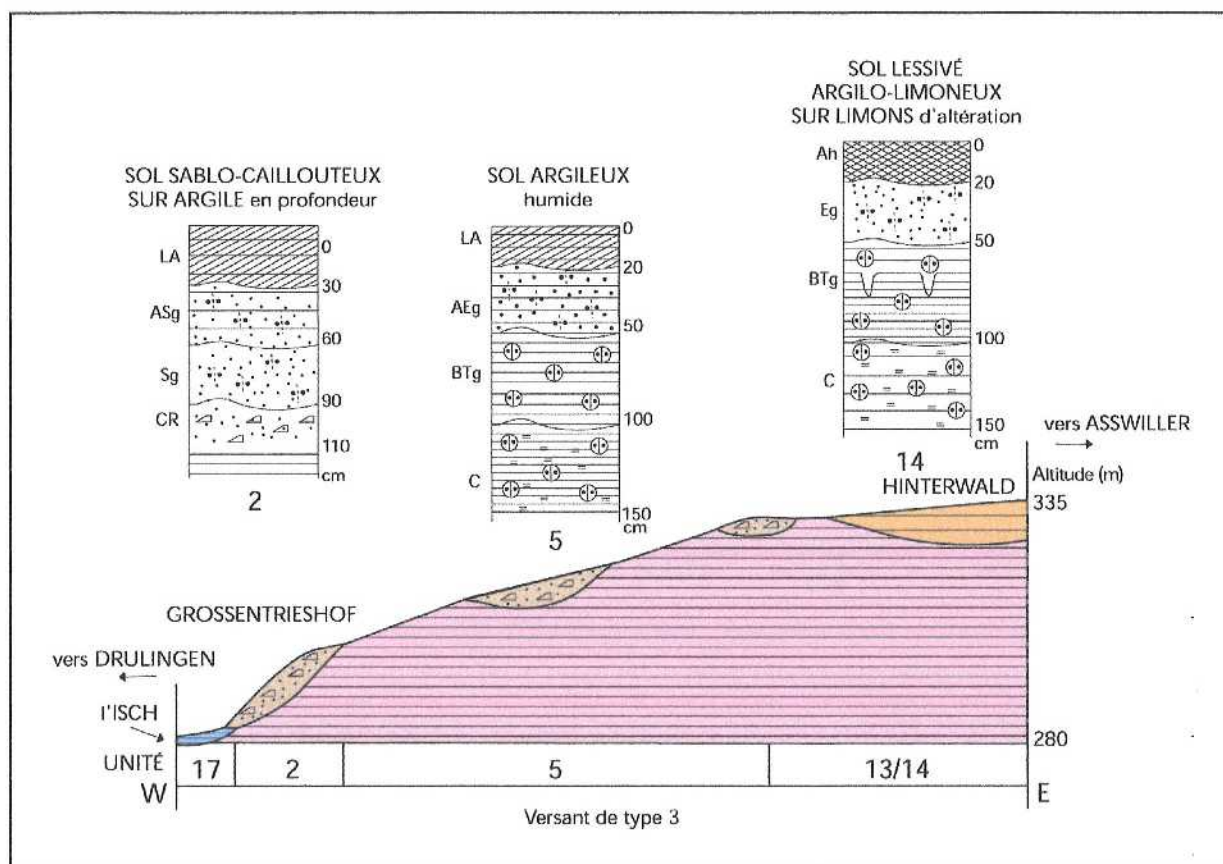
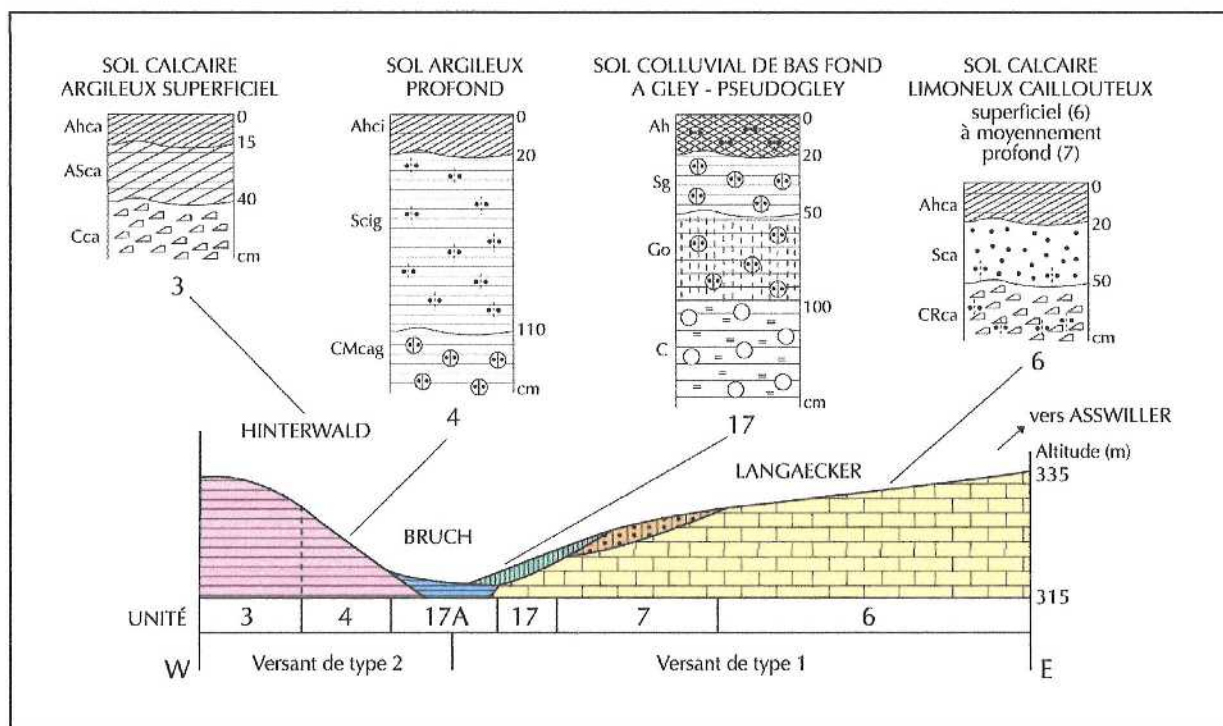
- des sols bruns faiblement lessivés et bruns lessivés limoneux à pseudogley développés sur les **limons d'altération** plutôt situés dans le haut des collines argilo-calcaires ③ (fiche 13),
- des sols bruns lessivés et des sols lessivés, limono-argileux, hydromorphes et dégradés, dans lesquels il y a eu un entraînement marqué des argiles et des oxydes de fer en profondeur. On trouve ces sols développés plutôt sur les **limons d'altération et les limons des plateaux** des collines argileuses ② et ④ (fiche 14),

⑥ dans les alluvions de la Sarre et de ses affluents

- des sols alluviaux calciques à calcaires, à gley, argilo-limoneux profonds sur les **alluvions récentes** (fiche 15),
- des sols alluviaux-colluviaux et colluviaux hydromorphes à pseudogley et gley, limono-argileux à argileux, profonds (fiches 16 et 17),
- des sols alluviaux acides, sur les **alluvions récentes hydromorphes** (localement tourbeuses), sableux à sablo-argileux (fiche 18),
- des sols alluviaux décarbonatés voire acides (rarement calcaires), sur les **alluvions anciennes** non ou peu hydromorphes, sableux et profonds (fiche 19), ou lessivés hydromorphes, sablo-argileux à limono-argilo-sableux, profonds (fiche 20).

Répartition des sols dans différents types de versants d'Alsace Bossue

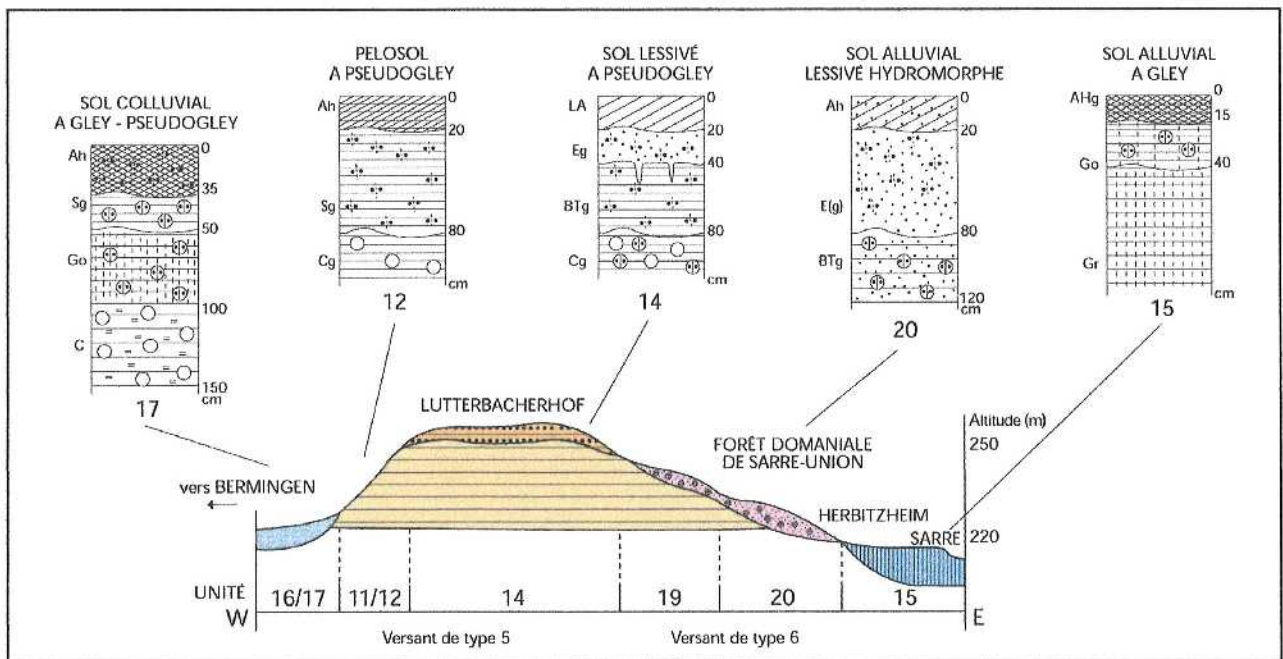
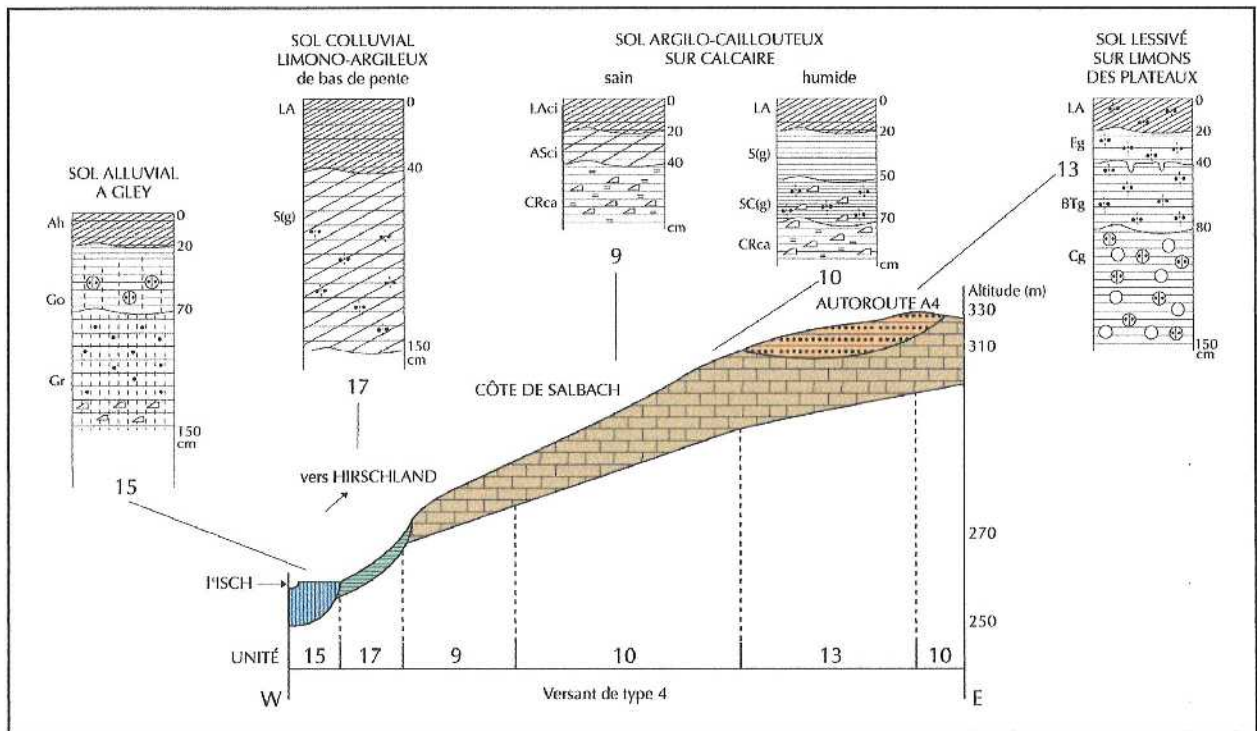
- Type 1 : pentes rectilignes à dolomies silteuses du Muschelkalk inférieur
- Type 2 : buttes arrondies d'argiles et de marnes dolomitiques du Muschelkalk moyen
- Type 3 : versants à alternance de grès et d'argiles grises du Muschelkalk inférieur



Répartition des sols dans différents types de versants d'Alsace Bossue

Type 4 : collines argilo-caillouteuses, humides à calcaires à entroques et cératites du Muschelkalk supérieur

Types 5 et 6 : collines argileuses et limoneuses des marnes du Keuper et de la Lettenkohle – Alluvions de la Sarre



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

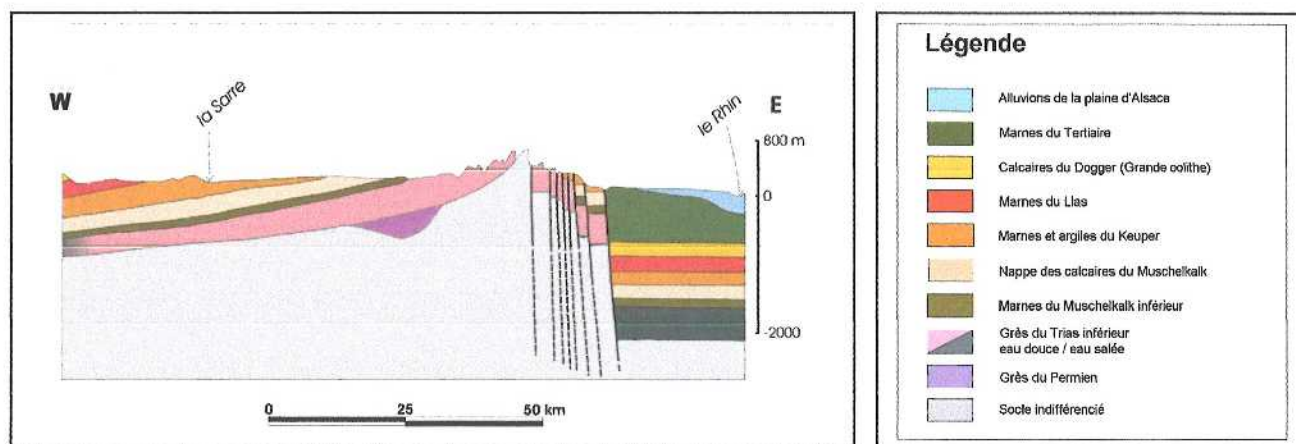
L'Alsace Bossue correspond au rebord Est du plateau lorrain, constitué des formations géologiques de l'ère secondaire suivantes, de la plus ancienne à la plus récente :

- **les grès du Buntsandstein moyen et supérieur :**
Grès rose vosgien, Grès intermédiaires et Grès à Voltzia,
- **les différents étages de marnes et de calcaires du Trias :**
le Muschelkalk (en partie calcaire, en partie marneux),
la Lettenkohle, le Keuper.

La connaissance de ces formations et la compréhension de leurs caractères sont nécessaires pour décrire la formation des ressources en eaux souterraines.

Sur le secteur décrit dans ce guide, les grès sont faiblement représentés en bordure des Vosges. Vers l'Ouest, ils cèdent la place au Muschelkalk où alternent bancs calcaires et marnes. Cette formation peut dépasser 200 m d'épaisseur ; près des Vosges, les recouvrements de limons dégradés peuvent être assez étendus avec parfois des placages de sables gréseux. Plus à l'Ouest, entre les Vosges et la Sarre, les épandages de limons deviennent épisodiques. La Sarre marque la limite entre Muschelkalk et Keuper.

Le Keuper a été marqué par la gélifluxion quaternaire avec pour résultat morphologique des vallons amples. Certains secteurs de cette formation d'environ 240 mètres d'épaisseur sont parfois salifères. Enfin, des placages de limons dégradés recouvrent cette formation. Ce sont des « terres blanches » principalement occupées par la forêt lorsque l'argilification et l'engorgement des sols y sont trop importants.



Données BRGM Alsace

Cette structure conditionne l'orientation du réseau hydrographique et les types de nappes d'eau souterraines présentes en Alsace Bossue :

Eaux superficielles :

Un réseau hydrographique de rivières orientées Sud-Est à Nord-Ouest est inclus dans le bassin versant de la Moselle : il s'agit de la Sarre, de l'Eichel et de l'Isch. Toutes ces rivières sont issues d'un amont constitué des matériaux gréseux et calcaires du plateau lorrain.

Eaux souterraines :

La ressource est très majoritairement constituée par la nappe des grès du Trias inférieur (Buntsandstein) des Vosges. L'infiltration des eaux de pluie alimente une nappe de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Elle alimente de nombreuses communes de l'Alsace Bossue par

l'intermédiaire soit de captages de sources, soit de forages. Ces derniers, profonds de 70 à 250 m sous couverture argileuse, peuvent fournir des débits de 50 à plus de 100 m³/h. Les eaux captées présentent très généralement une dureté inférieure à 8°F et une teneur en CO₂ agressif de 5 à 15 mg/l.

3.4. LES EAUX SUPERFICIELLES D'ALSACE BOSSUE

3.4.1. Régime des eaux des rivières ; qualité vis-à-vis des nitrates et des produits phytosanitaires

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

Les aménagements hydrauliques de bassin versant destinés à favoriser l'écoulement des eaux excédentaires (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 généralement passable à localement bonne (2 à 1B). Les concentrations en nitrates mesurées en 2003 pour le secteur de l'Alsace Bossue (Réseau National de Bassin, DIREN, Agence de l'eau Rhin-Meuse sur des stations de mesures mensuelles) sont relativement peu élevées :

- 11 à 12 mg/l de nitrates, pour le cours de la Sarre,
- 9 à 12mg/l pour le cours de l'Eichel,
- 20 mg/l pour le cours de l'Isch.

Vis-à-vis des **produits phytosanitaires**, très peu de résultats sont disponibles et aucune teneur dépassant les seuils fixés par la réglementation n'a été mesurée dans le bassin versant de la Sarre où la qualité est déclarée bonne de ce point de vue.

Source des informations : Qualité des cours d'eau en Alsace –année 2003 » RNB – DIREN et AERM

3.4.2. Les zones inondables

Les inondations constatées dans la région sont principalement liées aux crues de la Sarre et de ses affluents sur des alluvions argileuses étanches. Dans la région d'étude, les zones inondables sont surtout importantes en amont et en aval de Sarre-Union et de Diemeringen (cf. carte page ci-contre).

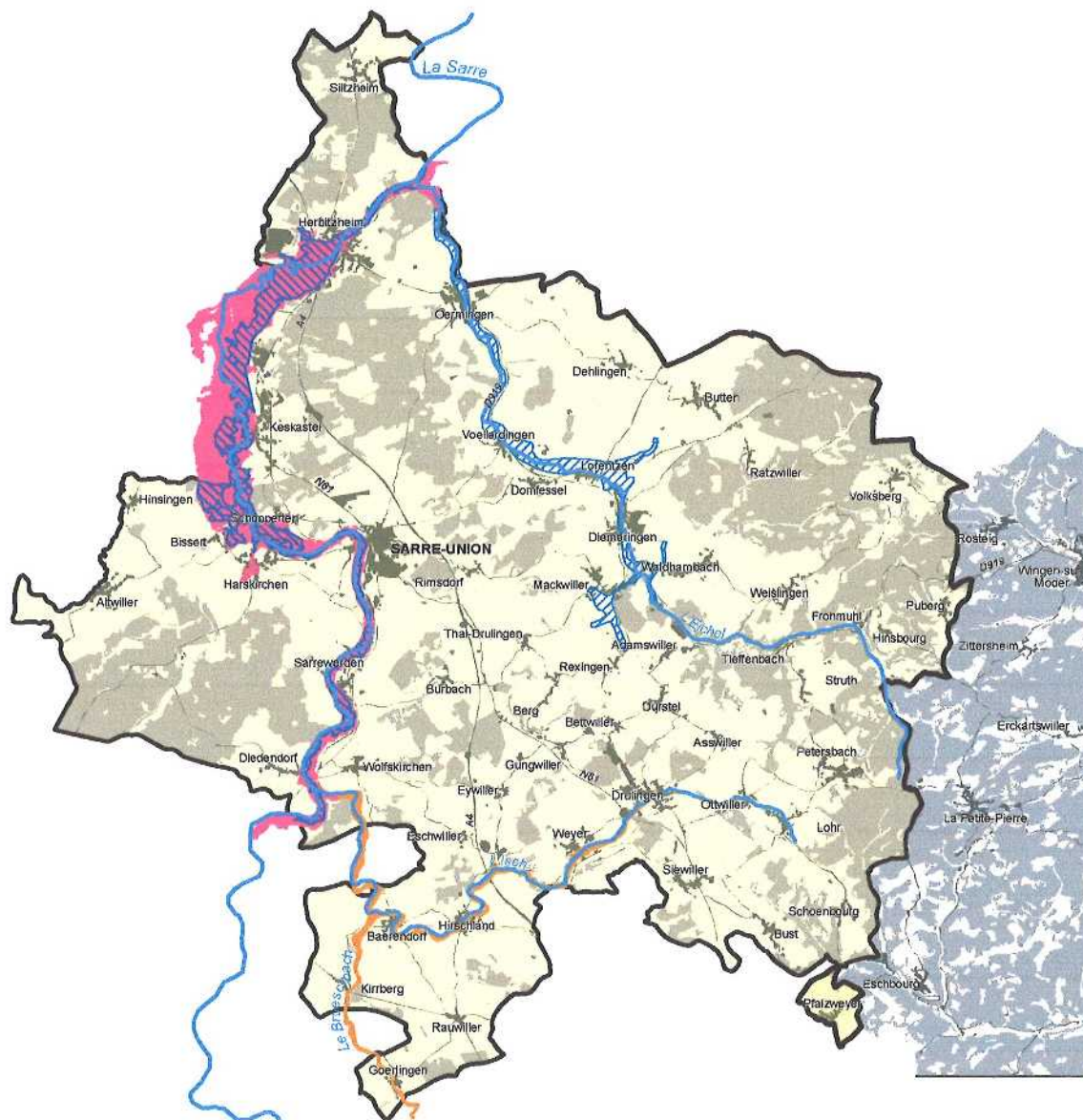
L'importance des crues est classée selon les débits observés à différents postes de mesure. Les débits caractéristiques des rivières du secteur sont les suivants :





	Débit moyen du mois le plus sec*	Débit moyen du mois le plus humide*	Crue biennale	Crue décennale
La Sarre à Keskastel (1967-2004)	3,00 m ³ /s en septembre	18,30 m ³ /s en février	90,0 m ³ /s	150,0 m ³ /s
La Sarre à Diedendorf (1970-2004)	2,69 m ³ /s en septembre	12,00 m ³ /s en février	80,0 m ³ /s	140,0 m ³ /s
L'Eichel à Oermingen (1968-2004)	1,25 m ³ /s en septembre	5,41 m ³ /s en janvier	55,0 m ³ /s	110,0 m ³ /s




* Moyennes sur les périodes indiquées (source DIREN Alsace / SEMA).

Zones d'inondation

Petite région naturelle "Alsace Bossue"



-  Crue de la Sarre de décembre 1993
-  Crue de l'Eichel de janvier 1955
-  Crue centennale simulée de l'Isch et du Brueschbach
-  Crue centennale simulée de la Sarre

-  Limite du guide des sols "Alsace Bossue"
-  Surfaces urbanisées
-  Bois et forêts



Les lames de crues se répandent dans toutes les parties les plus planes et les plus argileuses des vallées sur environ 4.500 ha de terres agricoles, soit environ 20 % de la SAU. Elles se produisent lors d'épisodes pluvieux longs et continus. Les débordements de cours d'eau correspondent en général à une fréquence de 2 ans et moins. Ils ont lieu le plus fréquemment entre la fin décembre et la fin mai.

3.5. LES NAPPES SOUTERRAINES D'ALSACE BOSSUE

3.5.1. Quelques caractéristiques des nappes, vulnérabilité

Du point de vue des ressources en eaux souterraines, l'Alsace Bossue est partagée en deux grands ensembles :

- à l'Ouest, les terrains argilo-marneux qui sont pourvus de ressources en eaux souterraines très limitées (nappe des alluvions de la Sarre et nappe du Muschelkalk) ;
- à l'Est les terrains gréseux des Vosges qui recèlent une importante ressource en eaux souterraines cependant très vulnérable. Les principaux captages d'eau sont situés sur le piémont des Vosges. De ce fait, le zonage de la DCE classe une partie de l'Alsace Bossue en zone sensible.

Les collectivités sont dans leur ensemble principalement alimentées par plusieurs forages qui exploitent cette deuxième ressource :

- les communes du syndicat de Drulingen sont alimentées par 3 forages et 3 captages de sources (de 10 l/s environ) situés à l'Est de Lohr,
- les communes du syndicat de Diemeringen par 3 forages aux eaux minéralisées par la couverture du Muschelkalk (pH autour de 7,5, dureté de 23 °F),
- les communes de Voellerdingen et Sarrewerden possèdent chacune 1 forage à faible débit (quelques m³/h).

La nappe des alluvions de la Sarre ne dépasse pas quelques mètres d'épaisseur. C'est une nappe liée au cours d'eau qui est dite « permanente ». Son sens d'écoulement est orienté du Sud vers le Nord. Ces réserves d'eau jouent un rôle secondaire et ne sont pas ou très peu exploitées dans la région.

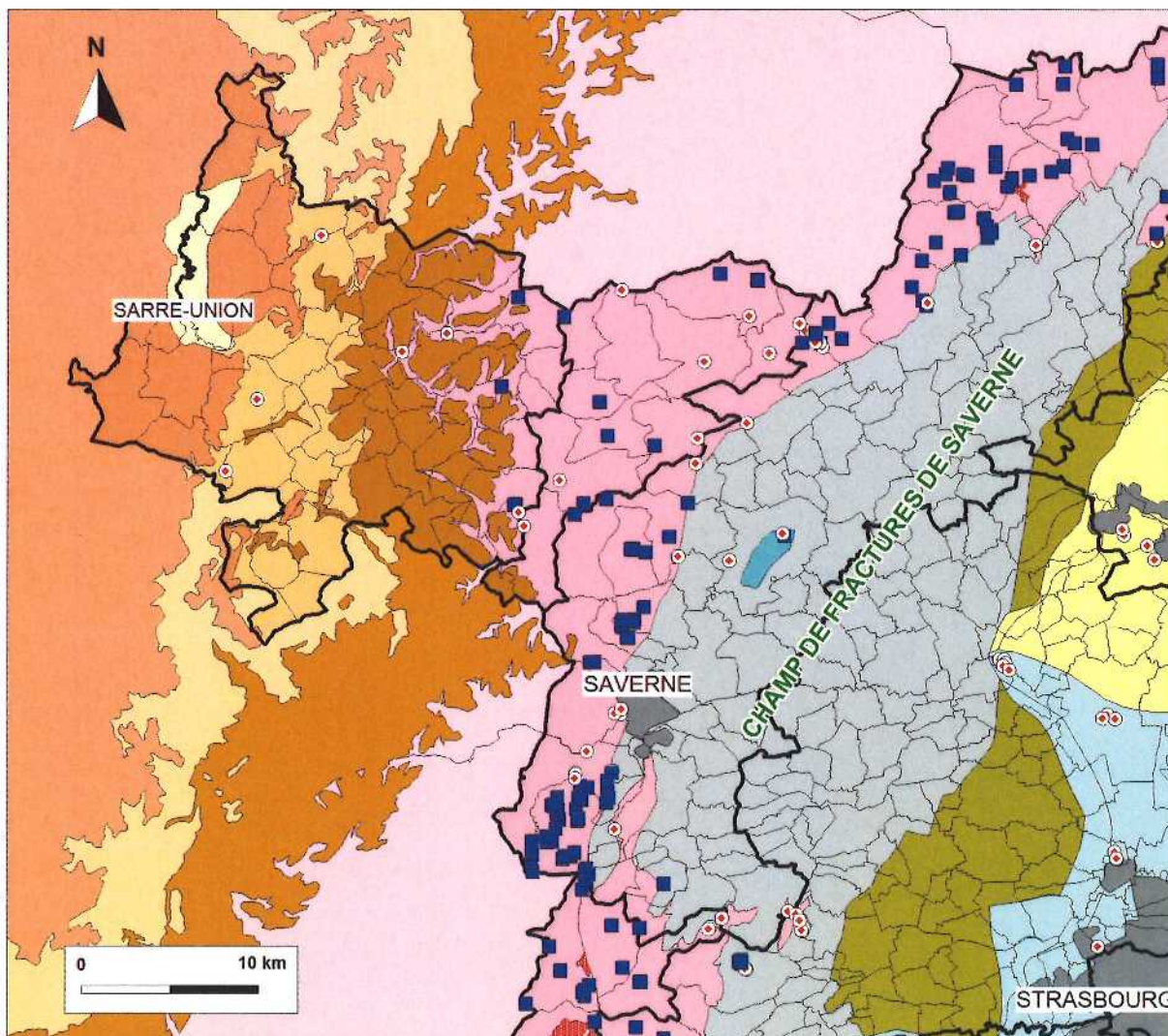
La nappe du Muschelkalk présente une importante hétérogénéité, tant vis-à-vis de la qualité de l'eau que de la productivité de l'aquifère, ainsi qu'une grande vulnérabilité liée au caractère karstique et fissuré de ce réservoir. Ainsi, la protection des eaux souterraines est généralement faible, voire inexistante dans les collines du Muschelkalk supérieur. De ce fait, cet aquifère peu attractif et d'une gestion difficile est peu utilisé en Alsace Bossue. Deux forages, profonds d'une centaine de mètres, sont localisés à Bischtroff et Diedendorf.

Les nappes formées dans le Trias gréseux fournissent une eau très douce légèrement acide, à des débits de l'ordre de 50 à 100 m³/h. Plusieurs forages ont été réalisés dans cette importante ressource à Drulingen, Diemeringen et Voellerdingen pour l'alimentation en eau potable des collectivités. Le rendement des forages peut cependant être variable selon le degré de compacité et la teneur en argiles des niveaux traversés.









Parallèlement aux forages et de façon plus ancienne, ce sont de nombreuses sources du massif gréseux vosgien qui alimentent aussi les communes du piémont des Vosges. Certaines fournissent plusieurs dizaines de l/s.

Comme les eaux des forages, ces eaux sont faiblement minéralisées, très douces, d'un pH de 6,0 à 6,5. Les teneurs en chlorures et sulfates sont inférieures à 10 mg/l.

Entités aquifères et captages AEP du Nord de l'Alsace





Systèmes et domaines aquifères

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

BRGM, 2007
 Fond communal : BDCarto (c) IGN 1994
 Autorisation N° 70 40041

Captages AEP

-  Forage d'eau
-  Source captée



Enfin, hormis le cas de coupe rase à l'amont immédiat des sources, les risques de teneurs élevées en nitrates sont faibles du fait d'une couverture forestière généralisée. Du fait de la perméabilité des terrains qui la surmontent, cette ressource reste cependant très vulnérable.

3.5.2. Qualité des eaux souterraines d'Alsace Bossue

D'un point de vue général, les analyses réalisées à ce jour sur les réseaux d'eau potable montrent une eau exploitée généralement douce (moins de 8-10 °F) pour *l'aquifère issu des grès*, un peu plus minéralisée si l'aquifère est recouvert des formations calcaires du Muschelkalk (20-25 °F). De même, les teneurs naturelles en **sulfates** et en **chlorures**, présentent une concentration faible de 10 à 25 mg/l et moins.

En ce qui concerne les teneurs en **nitrates**, la nappe du Trias gréseux des Vosges présente des teneurs qui sont faibles (toutes inférieures à 5-15 mg/l). L'eau est de bonne à très bonne qualité microbiologique. Enfin, vis-à-vis des **micropolluants**, aucune teneur en produits phytosanitaires ou en métaux lourds n'a été détectée à ce jour sur les réseaux d'eau potable en Alsace Bossue.

La pollution azotée des **nappes alluviales** d'accompagnement **de la Sarre** et de ses affluents reste peu élevée (moins de 25 mg/l).

Cette pollution lorsqu'elle est présente, est principalement attribuable aux nitrates d'origine agricole, que ce soit par infiltration dans les sols ou par ruissellement à sa surface.

La **nappe des calcaires du Muschelkalk** est moyennement minéralisée (25 à 50 °F), mais cette minéralisation peut varier de 10 à 120 °F. Les eaux sont bicarbonatées calciques, à tendance sulfatée. Cette nappe est plus vulnérable aux pollutions d'origine agricole (nitrates et phytosanitaires). Aucune anomalie n'y a été signalée en 2003.

- *Source des informations : BRGM - Qualité de l'eau distribuée en Alsace –2001-2003 » DDASS et DRASS d'Alsace*

CHAPITRE 4

OBSERVER UN SOL POUR L'IDENTIFIER

Critères simples à retenir

4.1. LA PRATIQUE DE L'OBSERVATION PEDOLOGIQUE

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

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

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

→d'abord avec ses sens,

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

→ensuite avec quelques outils simples,

- **la pissette d'acide chlorhydrique HCl** (acide que l'on trouve chez le droguiste dilué 5 fois) qui renseigne sur le caractère calcaire ou non des sols en présence,
- **la tarière** enfin, qui permet de réaliser toutes les observations précédentes sur les couches sous-jacentes du sol. On accède ainsi jusqu'à 1,20 m de profondeur. Cette profondeur est dans de nombreux cas atteinte facilement par les racines des plantes cultivées. Le cas échéant, les couches de sol se différencient surtout par la couleur, la texture et la présence de taches rouille, grises ou noires en cas d'excès d'eau.

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

4.2. LES CRITERES D'OBSERVATION IMPORTANTS

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

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

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

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

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

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

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

4.2.2. La carbonatation : principe, vocabulaire, observation

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

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

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

- Si tous les éléments du sol (matrice fine, sables et cailloux) sont calcaires, ce sont les **sols calcaires (C3)**,
- Si la matrice est décarbonatée en surface (30 à 50 cm de profondeur), mais non en profondeur, ou si la matrice est décarbonatée sur toute sa profondeur, mais pas le squelette, ce sont les **sols calciques à réserve calcaire (C2)**,

- Si la matrice et le squelette sont totalement décarbonatés, mais que le sol est saturé en Ca^{++} (cette saturation est indiquée par un rapport S/T voisin de 100 %), ce sont les **sols calciques ou décalcarifiés (C1)**,
- Si la matrice et le squelette sont décarbonatés et appauvris, voire dépourvus de Ca^{++} , ce sont les **sols décalcifiés (C0) et acides (AC)**.

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

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

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

4.2.3. Les cailloux

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

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

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

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

4.2.4. L'hydromorphie (gley et pseudogley)

L'excès d'eau revêt en Alsace Bossue une grande importance.

Dans les vallées (Sarre, Isch et Eichel), il s'agit assez souvent de sols à couche de gley (ou horizon « réductique »), profond apparaissant à moins de 1,2 m de profondeur (longueur d'une tarière standard).

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

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

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 grise apparaissent : elles correspondent aux différentes formes du fer en présence d'oxygène ou non.

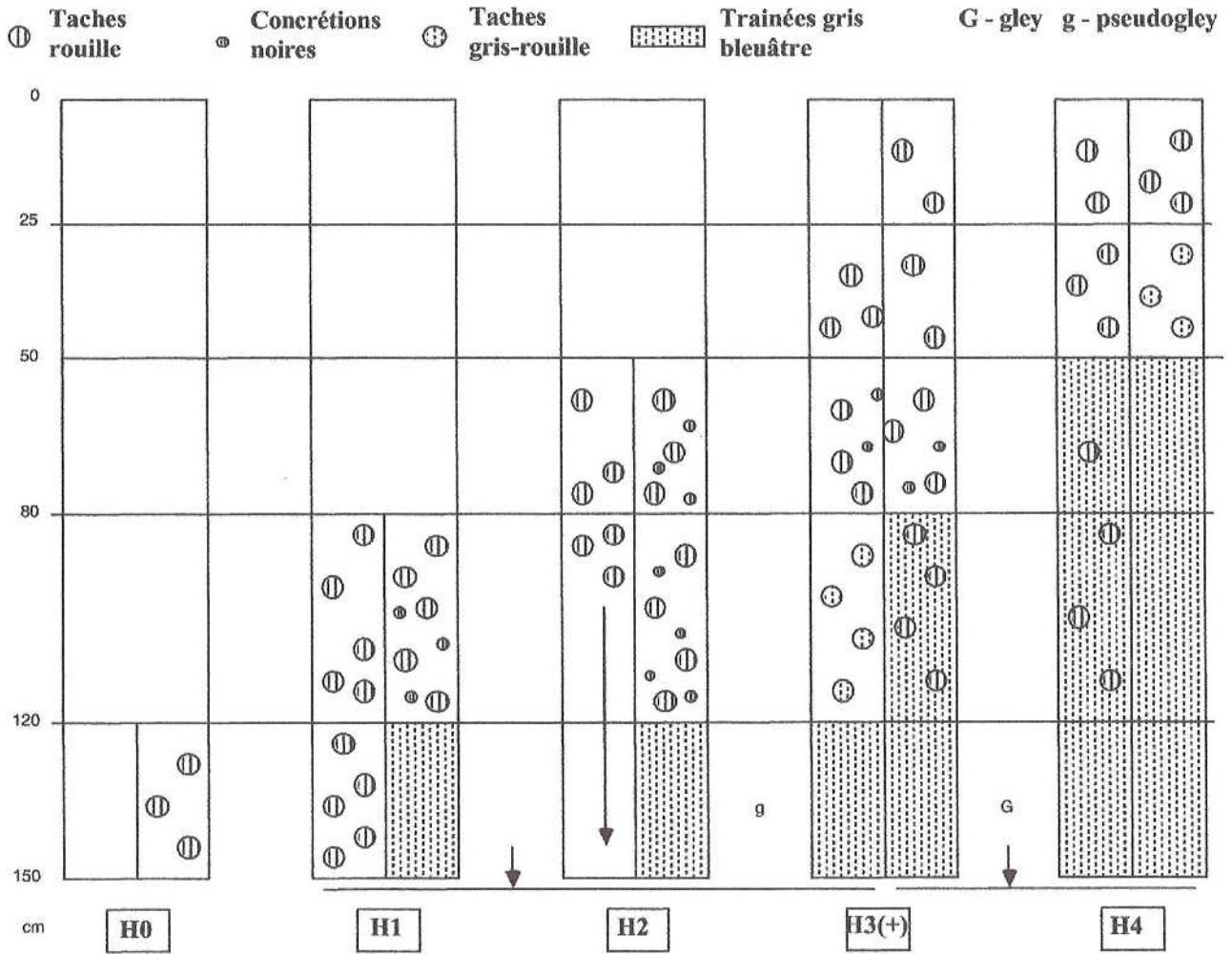
Ces nappes perchées sont souvent associées aux sols limoneux anciens, parfois sableux, lessivés, d'origine alluviale ou éolienne, comme les lehms.

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

Pour évaluer l'importance de l'hydromorphie, on observe la profondeur d'apparition des colorations rouille ou gris-bleu et leur intensité. Ceci permet d'apprécier alors le niveau d'hydromorphie et de le traduire en classes d'intensité conventionnelles pour faciliter l'échange d'information (voir tableau ci-dessous et illustration ci-contre d'après Favrot et Devillers, 1976, Favrot, 1983).

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

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



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

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

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

EN SURFACE :

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

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

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

ENFIN, EN FOND DE PROFIL, se distingue :

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

ET TOUT EN BAS...

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Elle doit comporter pour cela :

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

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

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

Elle comporte alors :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.5. LEXIQUE

Altérite	Formation superficielle meuble résultant de la fragmentation physique et de la transformation chimique sur place de roches en place sans transformations pédologiques notables. L'architecture et le volume de la roche y sont conservés.
Battance, sol battant	Désagrégation puis tassement de la terre sous l'action de l'eau de pluie ou des irrigations qui, par sédimentation du limon et du sable fin, forment une croûte superficielle et continue à la surface du sol. Phénomène apparaissant dans les sols riches en limons et pauvres en argiles, en matière organique et en calcium.
Brun, brunification (sol brun)	Processus de base de l'édification des sols conduisant à la formation de complexes stables d'argile et d'humus reliés par des oxydes de fer. Ce processus donne une couleur brune au sol. On parle de sol brun pour un sol ayant un horizon de surface brun, plus ou moins décarbonaté au moins dans les horizons de surface, et caractérisé par un lessivage nul ou faible des argiles et du fer.
Capacité d'échange cationique (CEC ou T)	Quantité maximale d'éléments chimiques (cations échangeables) qu'un sol peut retenir sur son complexe argilo-humique. Elle est exprimée en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche de sol, ou en cmol/kg.
Colmatage	Terme employé pour qualifier la quasi-imperméabilisation des vallées alluviales par des apports de sédiments fins (argiles et limons fins), liés à des inondations lentes et régulières au cours du temps.
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.
Dolomie, dolomitique	La dolomie est une roche sédimentaire carbonatée riche en magnésium, dont 50 % des carbonates ou plus est sous forme de dolomite $(Ca,Mg)(CO_3)_2$, avec un rapport $CaO/MgO < 4$. Le caractère dolomitique s'applique pour 10 à 50 % de dolomite et un rapport CaO/MgO de 4 à 25.
Drainage interne	Possibilité d'infiltration de l'eau en excès au travers des pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Erosion	Processus de détachement et de transport de matières solides. Il se traduit par un bilan d'exportation de matière par unité de surface. Erosion diffuse (ou en nappe) : transport des particules au sein d'une lame d'eau répartie de façon quasi-uniforme à la surface du sol Erosion concentrée : transport de particules de façon localisée dans des rigoles, des chenaux ou des ravines

ETM (Evapotranspiration maximale)	Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.
ETP (Evapotranspiration potentielle)	Elle correspond à l'ETM d'une culture donnée, sans restriction d'eau, bien adaptée et choisie comme référence dans des conditions climatiques données (généralement un gazon maintenu ras). Elle est aussi appelée évapotranspiration de référence.
ETR (Evapotranspiration réelle)	Évaporation 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.
Gélifluxion	Couverture de matériaux provenant d'un déplacement causé par les conditions du dégel après une période glaciaire.
Gley (Gr) (horizon réductique)	Horizon hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe permanente.
Gley minéral	Gley, de teinte gris-bleu, lié à une nappe à fortes oscillations, sans accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley organique	Gley de teinte noire lié à une nappe à faibles oscillations conduisant à une accumulation d'humus et de matières organiques.
Gley oxydé (Go)	Gley de teinte gris-bleu avec temporairement des tâches rouille (zone de battement de la nappe)
Horizon	Couche de sol plus ou moins parallèle à la surface du sol, différenciée selon l'évolution du sol : couleur, texture, effervescence etc... et/ou selon la nature des dépôts géologiques
Horst	Compartiment géologique soulevé entre 2 ou plusieurs failles
Humidité volumique à la capacité au champ	Humidité pondérale mesurée à la capacité au champ, multipliée par la densité apparente du sol. Notée V_m dans le modèle de lessivage des nitrates de Burns, elle est aussi parfois notée H_v .
Humus	Ensemble des composés organiques stables du sol issus de la transformation de la matière organique fraîche (litières et résidus de cultures).
Hydromorphie	Résultat de la saturation temporaire ou permanente de la porosité du sol par une eau peu renouvelée et donc peu ou pas oxygénée
Indice de battance (I_B)	Indice destiné à apprécier le risque de battance des sols. Il est calculé par une formule où intervient le rapport des teneurs en limons fins et grossiers sur les teneurs en argile et en matière organique (en pour mille)
Indice de pouvoir chlorosant (IPC)	Indice destiné à apprécier le risque de chlorose ferrique pour la vigne et les arbres fruitiers. Il est calculé par une formule où intervient le rapport entre le calcaire actif (en %) et le fer extractible (en ppm).
Infiltrabilité (capacité d'infiltration)	Quantité maximale d'eau pouvant s'infiltrer dans un sol par unité de temps sous des conditions précises (notamment conditions d'humectation). Elle dépend des constituants du sol et de l'arrangement de sa porosité. Elle varie dans le temps en fonction de l'état de saturation en eau du sol.

Lehm	Limons fins issus des loess et décarbonatés sur 1,5 m au moins.
Lehm-loess	Limons fins issus des loess et décarbonatés sur moins de 1 mètre.
Lessivé, lessivage	Entraînement mécanique des argiles et du fer par les eaux de gravité le plus souvent verticalement depuis les horizons supérieurs vers les horizons profonds du sol et parfois latéralement d'amont en aval d'un versant.
Limons de débordement	Limons fins des berges de rivières issus d'inondations lentes en plaine (décarbonatés sur 1,5 à 2 m au moins par exemple 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).
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).
Pélosol (pélosolique)	Sol très riche en argile (plus de 45 % d'argile) et en limons fins, non calcaire, à structure prismatique ou polyédrique grossière bien visible en période sèche, se manifestant par des fentes de retrait parfois très nette en surface.
Perméabilité	Capacité d'un sol à laisser plus ou moins facilement s'écouler l'eau dans les pores les plus gros du sol sous l'effet de la gravité.
Podzolisation (podzolique)	Processus de formation des sols sur roches mères filtrantes et riches en silice (grès, certains granites, sables alluviaux acides dérivés de ces roches) conduisant à la formation sous l'humus d'un horizon blanchi composé de quartz et à l'accumulation d'oxydes de fer, d'aluminium (rouille) et de composés organiques (noirs) en profondeur.
Point de flétrissement permanent	Quantité d'eau retenue par le sol au moment où la plante n'arrive plus à l'extraire et commence à se flétrir. Le point de flétrissement est défini comme la teneur en eau à pF 4,2 (16 atmosphères = équivalent de la force de succion des racines des plantes cultivées), cette teneur varie avec la texture du sol.
Porosité	Volume des vides du sol (s'exprime en % du volume total).
Pouvoir épurateur	Capacité du sol à retenir et/ou recycler les matières organiques et les éléments minéraux apportés par des déchets, sans transfert de pollution vers les eaux ou les cultures.
Pouvoir fixateur	Capacité du sol à fixer durablement certains éléments minéraux (le potassium ou le phosphore par exemple).

Pseudogley (g) (horizon rédoxique)	Horizon de sol hydromorphe (à excès d'eau non évacué par drainage interne) lié à une nappe temporaire reposant sur un horizon quasi-imperméable.
Réduit/oxydé	Etats du fer. En conditions anaérobies, dans les sols à nappe permanente (gley), le fer est réduit et prend une couleur gris-bleuté. En conditions aérobies partielles, dans les sols à nappe temporaire (pseudogley), il est oxydé et de couleur rouille.
Référentiel pédologique (RP)	C'est une typologie qui fait le point sur tout ce que l'on sait à ce jour sur les sols du monde (domaine tropical excepté). Il remplace 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).
Ruissellement	Ruissellement de surface : écoulement de l'eau à la surface du sol sous l'effet de la pente. Ruissellement hypodermique : écoulement rapide de l'eau du sol à faible profondeur (20 à 60 cm) sur un horizon plus ou moins imperméable, tel une semelle de labour.
Saturation en eau	Correspond à une occupation par l'eau de tous les vides disponibles du sol. C'est le cas dans une nappe.
Saturation du complexe adsorbant (Saturé,désaturé)	Rapport entre la somme des cations échangeables effectivement présents sur le complexe adsorbant (S) et la capacité d'échange cationique (T). Si $S/T = 1$, le complexe est saturé ou à saturation (surtout lié à la présence de calcium), s'il est < 1 , il est désaturé.
Squelette	En classification analytique (=notation des analyses granulométriques) il correspond à la fraction minérale du sol dont les particules sont d'une taille supérieure à 0,002 mm. Terme aussi appliqué sur le terrain aux particules grossières du sol dont on distingue les composants à l'oeil nu ($> 0,2$ mm, soit les sables grossiers, les graviers, les cailloux...).
Stabilité structurale	Résistance du sol aux processus de désagrégation des agrégats (éléments structuraux du sol), évaluée au laboratoire par des tests de comportement des agrégats en particulier sous l'action de l'eau.
Terrasses alluviales	Dépôt plat d'alluvions généralement grossières à la base, le plus souvent anciennes (ancien fond de vallée) et à contour marqué dans le paysage par un talus continu.
Tourbeux, tourbescent	Etat des matières organiques peu décomposées (tourbeuses) ou humifiées (tourbescentes) de sols hydromorphes.
Vitesse d'infiltration (conductivité hydraulique à saturation)	Définit la perméabilité d'un sol à l'eau de gravité en conditions de saturation hydrique de la porosité du sol. Elle s'exprime en mm/h ou en m/j.
Würm	Dernière glaciation de l'ère Quaternaire (-10 à -12 000 ans) ayant eu une influence importante sur les formations superficielles et les sols. C'est en particulier à cette époque qu'ont eu lieu les derniers dépôts éoliens massifs de matériaux limoneux, soit la plupart des loess actuels.

CHAPITRE 5

LES TYPES DE SOLS D'ALSACE BOSSUE

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

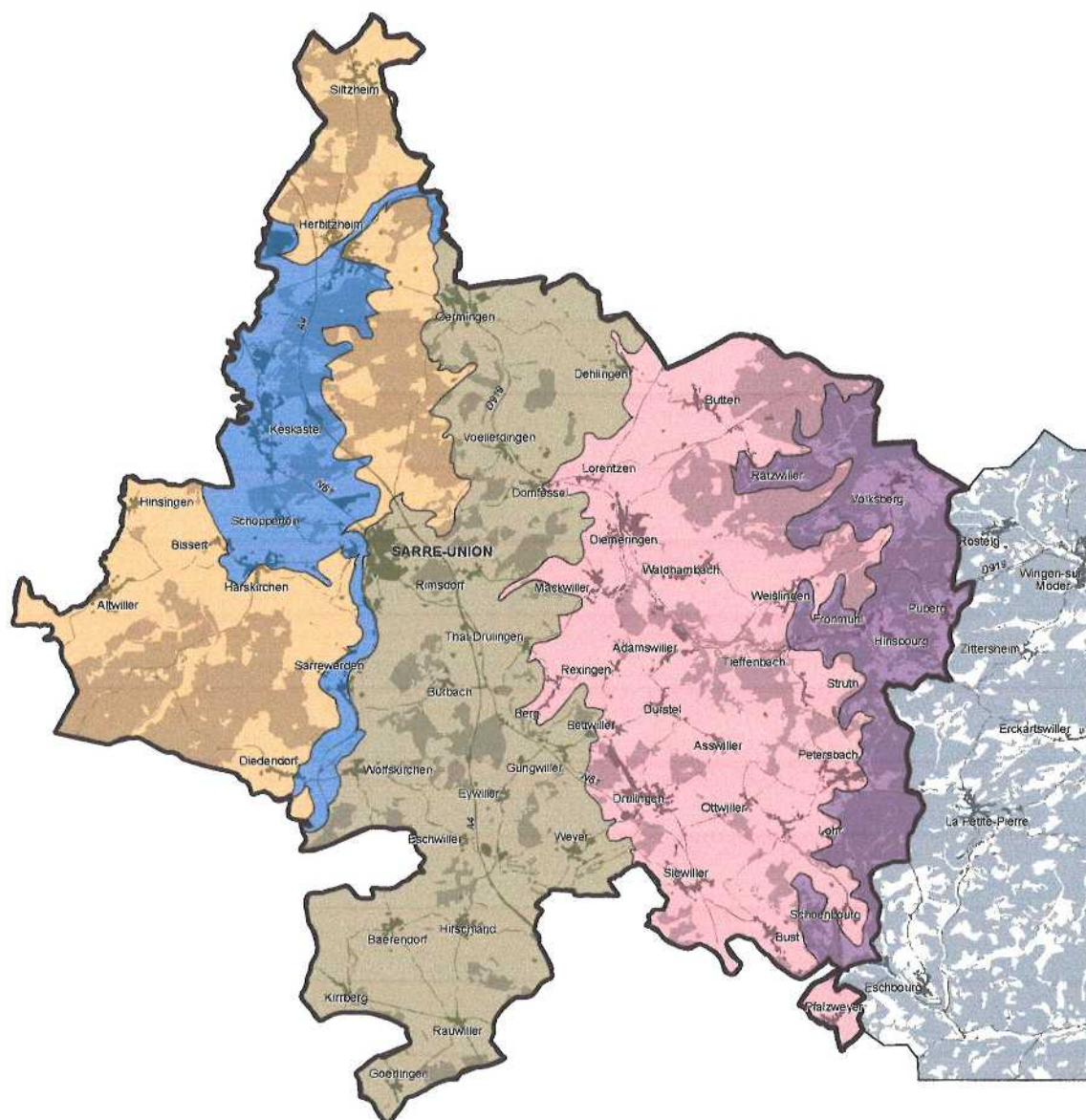
Le système proposé repose sur trois entrées possibles :

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

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

Zonage géomorphologique des paysages

Petite région naturelle "Alsace Bossue"



Unités géomorphologiques

- Piémont des Vosges gréseuses
- Collines marno-gréseuses (Muschelkalk inf.)
- Collines argilo-calcaires (Muschelkalk sup.)
- Collines argileuses (Keuper)
- Vallée de la Sarre

- Limite du guide des sols "Alsace Bossue"
- Surfaces urbanisées
- Bois et forêts

NB : Les collines de la région comportent aussi des placages limoneux qui ne sont pas cartographiés



SIG-ENV-2357

Réalisation : Région Alsace / SIG
Données : SOL CONSEIL, ARAA
Fond de Carte : ©BD OCS 2000-CIGAL
Février 2008

5.1. LA CLE D'IDENTIFICATION DES FICHES DE SOLS ALSACE BOSSUE

Paysage et géologie	Nature du matériau Carbonatation	Position topographique	Profondeur obstacle, hydromorphie Texture/Cailloux	Fiche n°	
VALLÉES ET TERRASSES ALLUVIALES	Vallée de la Sarre	Vallées planes et cuvettes	A très hydromorphe	15	
		Bordures de vallées	S à galets, non hydromorphe	20	
	Vallons et autres vallées planes (sich et Eichel)	Sable siliceux acide	Vallées vosgiennes étroites	S hydromorphe	19
			Vallées vosgiennes étroites	S faiblement hydromorphe à hydromorphe	18
		Dominante argileuse décarbonatée	Vallées planes et cuvettes	S très hydromorphe à tourbe	18v
			Pentes vallées et vallons	A très hydromorphe	15
	Sommets et pentes des collines	Argile gris-rougetre lie de vin	petites vallées et vallons	plutôt A, très hydromorphe	17
			Sommets arrondis et pentes	plutôt LA, hydromorphe à très hydromorphe	16
	Sommets et pentes des collines	Aflèvements calc. dur	Sommets arrondis et pentes	A, non ou peu hydromorphe	11
			Bas de pentes et vallons	A, très hydromorphe	12
COLLINES situées à l'Est de la Sarre	Pas d'aflèvements calc.	Sommets, ruptures de pentes	LA, R, calcaire à 30-40 cm et moins	8	
		Pentes ± convexes moyennes	LA-A, calcaire à 80-100 cm, sain	9	
	Sommets et ruptures de pentes	Pentes ± concaves faibles	AL-A, calcaire > 100 cm, hydromorphe	10	
		Sommets arrondis	A, superficiel, non hydromorphe	3	
	Sommets et ruptures de pentes	Dominante argileuse à limono-argileuse	Pentes faibles	LSA, hydromorphe	5
			Bas de pentes	A, hydromorphe	4
	Buttes, pentes et vallons agricoles	Dominante sableuse et limono-sableuse	Vallons	plutôt A, très hydromorphe	17
			Bas de pentes concaves	LSA, profond, hydromorphe	7
	Buttes, pentes et vallons agricoles	Dominante sableuse et limono-sableuse	Pentes rectilignes	LAS à SA, caillouteux, peu profond, calcaire	6
			Bas de pentes et pentes fortes	Sif, caillouteux, peu profond, acéfilifé	2
Buttes, pentes et vallons proches de la forêt vosgienne	Sable siliceux acide	Rebords de pentes et pentes fortes	Sg, sain, ± profond, à blocs gréseux	1	
		Bas de pentes et vallons secs	S faiblement hydromorphe à hydromorphe	18	
Buttes, pentes et vallons proches de la forêt vosgienne	Sable siliceux acide	Bas de pentes et vallons humides	Sg très hydromorphe à tourbe	18v	
		Toute la région	L-La, profond, très hydromorphe	14	
SOMMETS DES COLLINES	Limons	Sommets aplatis, plateaux	L-La, sur argile marneuse, hydromorphe	13	

5.2. LES FICHES DE SOLS

Ce guide comporte les fiches spécifiques à la région d'étude, soit en tout 19 fiches détaillées et 1 fiche simplifiée, les caractéristiques des variantes de sols localement importantes moins représentées dans la région étant intégrées aux fiches détaillées.

Chaque fiche détaillée se présente en 4 pages :

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

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

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

Une fiche simplifiée comporte 2 pages :

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

Comment lire les fiches de sols ?

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

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

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

Ainsi, les fiches désignent les principales contraintes dont il faut tenir compte. Elles doivent être complétées par des analyses adaptées à chaque objectif d'application parcellaire visé.

A l'aide de ces données de base, chaque culture pourra par exemple être calée sur un objectif de rendement selon un modèle de potentialité agronomique.

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

Liste des 20 fiches : 19 détaillées, 1 simplifiée

Fiche n°	Nom de l'unité de sol	page
<i>Plémont Ouest des Vosges gréseuses</i>		
1	Sable, acide, moyennement profond à profond, sur grès vosgien	p.47
2	Sable argilo-limoneux, acide, peu à moyennement profond, sur grès fin à Voltzia	p.51
<i>Collines marno-gréseuses du Muschelkalk moyen et inférieur</i>		
3	Argile, calcaire, de faible profondeur, sur marnes en plaquettes	p.55
4	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	p.59
5	Limon sablo-argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argileux	p.63
6	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur calcaire dolomitique	p.67
7	Limon argilo-sableux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux	p.71
<i>Collines marno-argileuses du Muschelkalk supérieur</i>		
8	Limon argileux, calcaire, peu profond, caillouteux, sur dalle calcaire	p.75
9	Limon argileux, calcique à calcaire, moyennement profond, sur argile caillouteuse	p.79
10	Argile limoneuse, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	p.83

Fiche n°	Nom de l'unité de sol	page
<i>Collines argileuses du Trias – Keuper et Lettenkohle</i>		
11	Argile limoneuse, calcique, peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	p.87
12	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	p.91
<i>Limons des plateaux de l'ensemble des collines</i>		
13	Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur argile limoneuse	p.95
14	Limon argileux, acide, très hydromorphe, sur argile limoneuse	p.99
<i>Alluvions et colluvions des vallons et vallées</i>		
15	Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe, sur alluvions récentes	p.103
16	Limon argileux, calcique, très hydromorphe, sur alluvions-colluvions argileuses	p.107
17	Argile, calcique, hydromorphe, sur colluvions récentes	p.111
18	Limon sablo-argileux, acide, hydromorphe, sur alluvions récentes	p.115
19	Sable, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	p.119
20 simplifiée	Sable, acide, peu hydromorphe, sur alluvions anciennes	p.123

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

ETABLISSEMENT DU ZONAGE : modalités d'élaboration et données utilisées

Le zonage que nous présentons ici correspond à une extrapolation du secteur de référence drainage de l'Alsace Bossue et d'une étude de sols réalisée en vue de l'épandage agricole des boues de stations d'épuration au 1/50 000^{ème} (voir bibliographie et annexe 4).

Celle-ci a été menée en 4 temps :

- exploitation des données existantes sur le périmètre notamment toutes les observations associées au secteur de référence drainage d'Alsace Bossue à la précision du 1/10.000^{ème} (Party et al., 1993-2003),
- étude des sols des secteurs non cartographiés à la précision du 1/50.000^{ème}, c'est-à-dire avec en moyenne une observation par sondage pour 50 à 100 ha et 25 profils de sol, soit un pour 1500 ha environ,

Ce travail a permis d'aboutir à :

- la réalisation de la carte au 1/100.000^{ème}, assortie d'une typologie des sols présentée dans ce guide,
- l'informatisation de toutes les données dans la base de données régionale sur les sols d'Alsace.

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

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

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

Le zonage réalisé au 1/100 000^{ème} est inséré hors-texte à la fin du document. Il concerne les zones agricoles. Pour les zones forestières, des guides et catalogues des stations forestières ont été édités à cet effet.

Répartition des principaux types de sols dans la petite région Alsace Bossue

Types de paysages Guide Alsace Bossue	Unités cartographiques (UC)		Unités de sols (US)		Fiche n°	US/UC % [1]	Surf. % [2]
	N°	Paysage et matériau	N°	Description simplifiée			
1 - Collines gréseuses du Piémont Vosgien	1	Hauts de pentes et sommets aplanis des collines	1	Sable, acide, moyennement profond à profond sur grès vosgien	1	20	1.2
			1A	idem 1, superficiel, sur pentes fortes	-	50	
			1B	idem 1, très acide, sur plateaux	-	30	
	2	Flancs des vallées au pied des Vosges et bas de pentes concaves des collines plus à l'Ouest	2	Sable argilo-limoneux, acide, peu à moyennement profond, sur grès fin à Voltzia	2	100	3.1
2 - Collines marno-gréseuses du Muschelkalk moyen et inférieur	3	Sommets arrondis des collines	3	Argile, calcaire, de faible profondeur (30 cm) sur marnes en plaquettes	3	10	0.9
			4	Argile, décarbonatée, hydromorphe sur matériau argileux	4	15	1.4
			5	Limon sablo-argileux, décarbonaté, hydromorphe sur matériau argileux	5	75	7.0
	4	Versants rectilignes des collines	6	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur calcaire dolomitique	6	100	1.9
			7	Limon argilo-sableux, décarbonaté hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux	7	100	6.0
3 - Collines marno-argileuses du Muschelkalk supérieur	6	Sommets des collines et affleurements des pentes fortes	8	Limon argileux, calcaire, peu profond caillouteux, sur dalle calcaire	8	100	5.8
			9	Limon argileux, calcique à calcaire, moyen- nement profond, sur argile caillouteuse	9	70	4.2
	7	Sommets et pentes convexes des collines	9A	idem 9, caillouteux sur pentes fortes	-	10	0.6
			10	Argile limoneuse, décarbonatée, hydromorphe sur matériau argileux	10	20	1.2
	8	Pentes concaves des collines	10	Argile limoneuse, décarbonatée, hydromorphe sur matériau argileux	10	60	11.6
			9	Limon argileux, calcique à calcaire, moyen- nement profond, sur argile caillouteuse	9	40	7.8
4 - Collines argileuses et limono-argileuses du Keuper	9	Pentes faibles à moyennes des collines	11	Argile limoneuse, calcique, peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	11	60	2.4
			11A	idem 11, limon argileux en surface	-	40	1.5
	10	Pentes faibles et concavités des collines	12	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	12	100	3.9
5 - Sommet des collines à limons des plateaux	11	Limons d'apport sur matériaux filtrants	13	Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur argile limoneuse	13	80	2.4
			14	Limon argileux, acide, très hydromorphe, sur argile limoneuse	14	20	0.6
	12	Limons d'apport sur matériaux étanches	14	Limon argileux, acide, très hydromorphe, sur argile limoneuse	14	70	4.9
			14A	Argile limoneuse, hydromorphe, sur argile	-	10	0.7
			13	Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur argile limoneuse	13	20	1.4
6 - Alluvions et colluvions de la Sarre et affluents	13	Alluvions récentes argileuses (vallée de la Sarre et affluents)	15	Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe, sur alluvions récentes	15	100	10.4
			16	Limon argileux, calcique, très hydromorphe, sur alluvions-colluvions argileuses	16	80	7.2
	14	Alluvions et colluvions très humides des collines	16A	Limon argileux, calcique, peu hydromorphe, sur argile en profondeur	-	20	1.8
			17	Argile, calcique, hydromorphe, sur colluvions récentes	17	70	2.0
	15	Colluvions humides des collines	17A	Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe, sur colluvions récentes	-	30	0.8
			16	Alluvions récentes sableuses	18	95	1.4
	17	Alluvions anciennes sableuses (vallée de la Sarre) avec agriculture	18A	Tourbe localisée	-	5	0.1
			19	Sable, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	19	60	3.0
			20	Sable, acide, peu hydromorphe, sur alluvions anciennes	20	30	1.5
			20A	idem 19, mais plus caillouteux	-	5	0.3
			20B	Sable localement calcaire	-	5	0.2
18			Alluvions anciennes sableuses (vallée de la Sarre) proches des forêts	20	Sable, acide, peu hydromorphe, sur alluvions anciennes	20	60
19	Sable, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	19	10	0.1			
19A	idem 20, mais plus caillouteux	-	30	0.2			

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

[2] % de surface occupée par le sol, décrit dans une fiche, dans la petite région naturelle Alsace Bossue

Guide des sols "Alsace Bossue" - © Région Alsace, 2008
 Maîtrise d'ouvrage : Région Alsace
 Financement : Région Alsace - Agence de l'Eau Rhin-Meuse

Réalisation : JP. Party - N. Muller / SOL-CONSEIL

LES FICHES DE SOLS

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Sable, acide, moyennement profond
à profond, sur grès vosgien**

1

Sol sableux, brun, acide, puis beige rougeâtre à 35 cm, puis rosâtre orangé à 100 cm, reposant à 140 cm sur un sable argileux rosâtre avec quelques cailloux gréseux altérés.

Typologie des sols d'Alsace : code 42.1

Classification CPCS : Sol brun acide sur grès vosgien

Classification RP : Alocrisol sableux issu de grès vosgien

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe en bordure Est de l'Alsace Bossue le long du massif forestier vosgien. Il correspond à la bordure des grès vosgiens. Les sols qui en sont issus sont donc avant tout sableux.

Les forêts sur les replats présentent généralement des sols très acides (voire podzolisés), souvent caillouteux et peu épais. Les sols exploités par l'agriculture, situés sur des pentes convexo-concaves, sont de profondeur irrégulière, et ce sont souvent les sols les plus profonds et les moins caillouteux qui sont utilisés.

Mise en valeur actuelle :

ce sol présente des contraintes de pente, de réserve utile, localement de forte pierrosité et porte généralement des prairies naturelles pâturées, parfois quelques arbres fruitiers.

Etendue estimée : environ 1 %



Ces sols sont associés à un paysage de prés et vergers en bordure de forêt vosgienne

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Bordure Ouest des Vosges gréseuses

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales en bordure de forêt

- Position topographique :

Bords de plateaux et pentes fortes, en bordure de forêt vosgienne

au toucher (surface) :



- Texture sableuse dès la surface

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

- Matériau :

Matériau sableux, acide, avec quelques cailloux gréseux, sain

à la tarière :



- Sol de profondeur variable (60-70 cm à plus de 1 m), sain ; texture à sable grossier, rosâtre

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Sable, acide, moyennement profond
à profond, sur grès vosgien

1

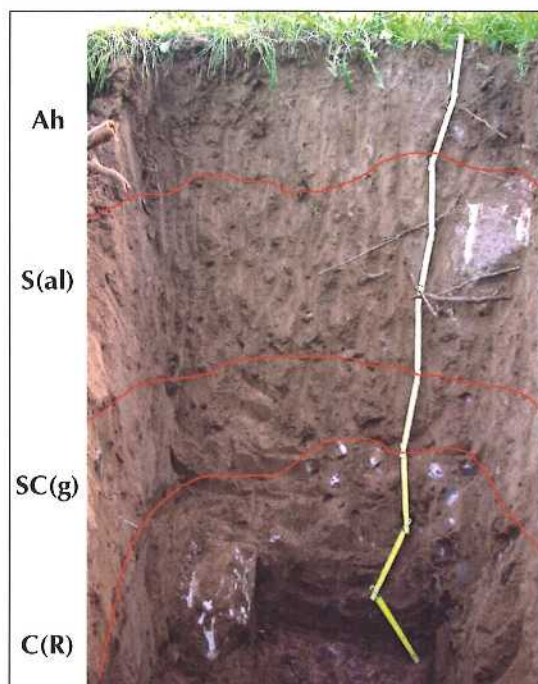
Sol sableux, brun, acide, puis beige rougeâtre à 35 cm, puis rosâtre orangé à 100 cm, reposant à 140 cm sur un sable argileux rosâtre avec quelques cailloux gréseux altérés.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Prairie permanente - Verger

Puberg : X = 964,8 - Y = 2445,3

Variante profonde de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-35 cm) - Sable, brun rougeâtre (7,5 YR 33), structure polyédrique nette (20 à 30 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines assez grosses. Quelques cailloux gréseux.

Horizon S(al) (35-100 cm) - Sable, beige rougeâtre (5 YR 34), structure polyédrique nette (50 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines assez grosses. Quelques cailloux gréseux.

Horizon SC(g) (100-140 cm) - Sable, beige rosâtre orangé (5 YR 46), structure polyédrique (50 à 100 mm), assez compact, non friable. Quelques taches rouille. Peu de racines fines à moyennes. Quelques cailloux gréseux.

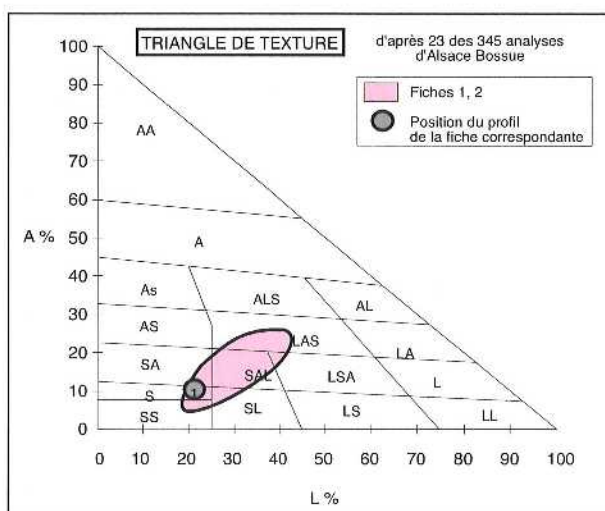
Horizon C(R) (140-180 cm) - Sable argileux, rosâtre (5 YR 44), structure continue, compact. Pas de racines. Quelques cailloux gréseux. Roche altérée.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	Ah	42,5	26,0	7,5	11,8	9,8	2,2
35-100	S(al)	44,0	27,4	7,3	12,5	8,2	0,5
100-140	SC(g)	48,0	23,6	6,9	9,9	11,4	0,2
140-180	C(R)	40,1	22,1	8,5	13,5	15,6	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 cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,8	0	-	450	110	6,0	4,9	2,75	0,55	0,85	0,01	5,5	76
8,1	0	-	68	11	6,4	5,4	1,75	0,18	0,43	0,01	2,8	84
6,2	0	-	26	-	6,4	5,1	1,11	0,18	0,47	0,01	2,6	68
5,5	0	-	51	-	5,4	4,3	2,75	0,14	0,21	0,01	5,1	61



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Sable, acide, moyennement profond
 à profond, sur grès vosgien

1

Sol sableux, brun, acide, puis beige rougeâtre à 35 cm, puis rosâtre orangé à 100 cm, reposant à 140 cm sur un sable argileux rosâtre avec quelques cailloux gréseux altérés.

Variabilité du sol

Ce sol présente une hétérogénéité de profondeur. A une ou plusieurs dizaines de mètres de distance sur les parcelles, peuvent se trouver des sols de moins de 50 cm de profondeur, à plus de 1,5 m, et ceci même sur pentes fortes.

2 variantes de sols sont aussi possibles :

- l'une superficielle (moins de 30-40 cm), très caillouteuse sur les pentes les plus fortes,
- l'autre très acide (sols plus ou moins podzolisés) sur les plateaux gréseux forestiers.

Pour plus de détails sur ces types de sols, on pourra se reporter au "Guide pour l'identification des stations et le choix des essences des milieux forestiers des vosges du Nord" -2003 - Région Alsace / Région Lorraine / CRPF / ONE.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de profondeur variable (60-70 cm à plus de 100 cm)
- Superposition des textures : sable (au plus 10 à 12 % d'argile) jusqu'à 100 cm, sable argileux (15 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de Ah à SC(g))
- Réserve utile de 90 mm pour un enracinement de 120 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH compris entre 5,5 et 6,5 sur le premier mètre (si chaulage), à partir de 4,5 sous forêt
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant désaturé (50 à 80 %)

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile limitée malgré un enracinement souvent observé à 100-120 cm et plus
- Pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux de sable (60 à 80 %) et du taux de matière organique quasiment toujours supérieur à 2,0 %
- Profondeur irrégulière, substrat très perméable, ressuyage rapide
- Pas de sensibilité à la battance, mais érosion possible lorsque les pentes fortes sont cultivées
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Sable, acide, moyennement profond
 à profond, sur grès vosgien

1

Sol sableux, brun, acide, puis beige rougeâtre à 35 cm, puis rosâtre orangé à 100 cm, reposant à 140 cm sur un sable argileux rosâtre avec quelques cailloux gréseux altérés.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole limité aux prairies et vergers traditionnels
- Une faible réserve en eau et une irrigation inenvisageable conduisent à un déficit de production pour la deuxième coupe d'herbe ainsi que pour les pâtures à partir de mi-juin

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait d'un taux de matière organique toujours supérieur à 2 %

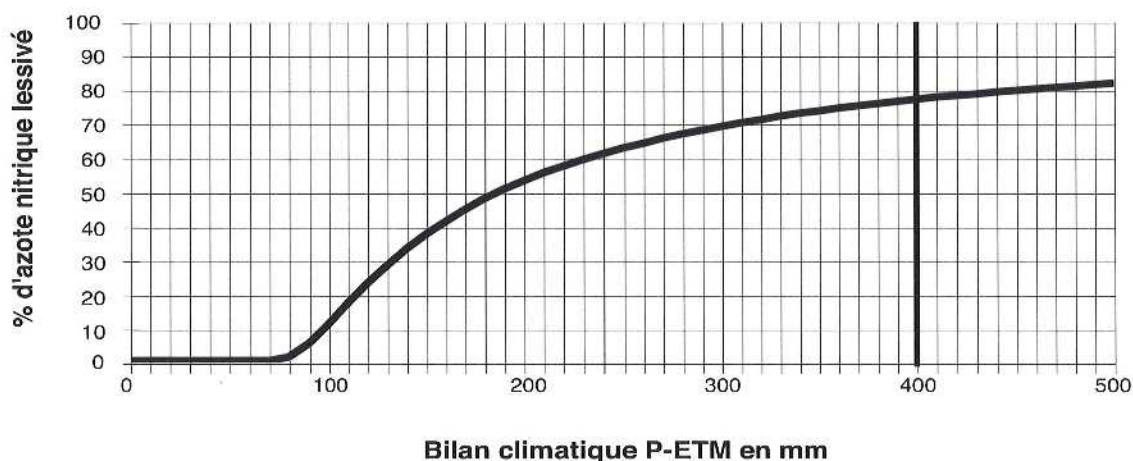
Fertilisation

- Sol désaturé en bases (S/T compris entre 50 et 80 %)
- 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 ; contraintes liées à la faible réserve utile et à la forte perméabilité
- Surveillance du pH indispensable

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Sable argilo-limoneux, acide, peu à moyennement profond, sur grès fin à Voltzia

2

Sol sablo-argilo-limoneux, brun, acide, puis sable argileux beige orangé à 15-20 cm, reposant à 50-60 cm sur un sable caillouteux orangé-jaunâtre avec de nombreux cailloux gréseux issus d'une roche mère démantelée.

Typologie des sols d'Alsace : code 42.2

Classification CPCS : Sol brun acide sur grès à Voltzia

Classification RP : Alocrisol sablo-argileux issu de grès à Voltzia

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

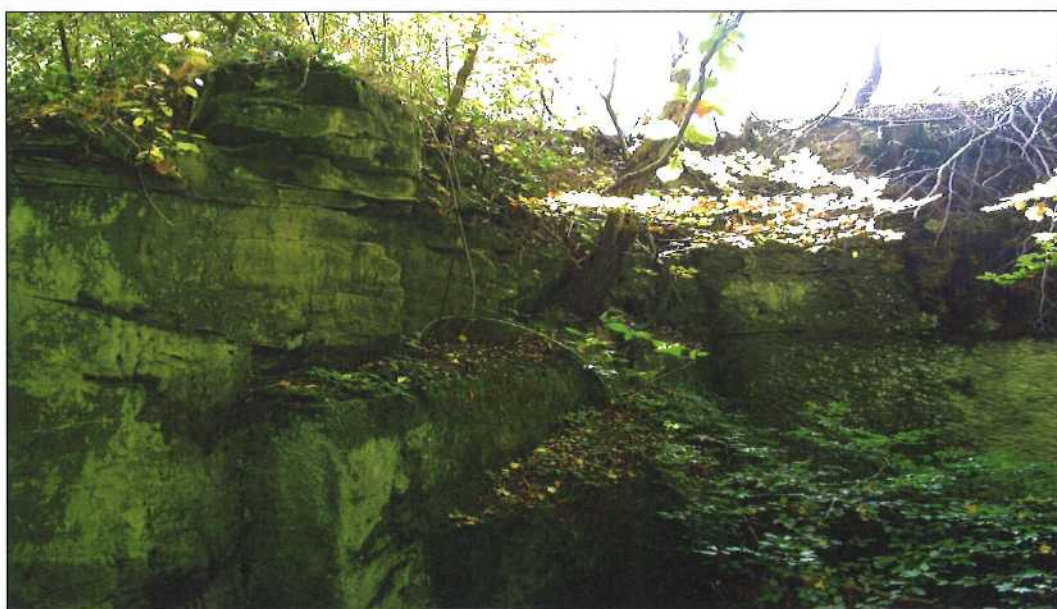
Comme le précédent, ce type de sol se situe en bordure Est de l'Alsace Bossue. Il succède au grès vosgien et borde les pentes des petites vallées directement issues du Massif Vosgien gréseux. De grain plus fin que le grès vosgien (c'est le grès "à meules"), le grès à Voltzia donne une altérite un peu plus argileuse.

De ce fait, les sols qui en sont issus ont une tendance à l'acidification moins marquée et un pouvoir de rétention de l'eau un peu plus important. Ceci est cependant tempéré par une profondeur limitée et une teneur en cailloux qui peut être élevée.

Mise en valeur actuelle :

ce sol qui présente des contraintes de réserve utile et de pierrosité, voire d'affleurement du substrat est principalement occupé par des prairies permanentes ou temporaires et parfois par quelques cultures fourragères.

Etendue estimée : environ 3 %



En bordure de ces sols, les pentes fortes boisées révèlent souvent des carrières autrefois exploitées localement

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Bordure Ouest des Vosges gréseuses

- Position topographique :

Flancs des vallées et vallons au pied des Vosges gréseuses et bas des pentes concaves des collines plus à l'Ouest

- Matériau :

Matériau sablo-argileux, acide, avec quelques cailloux et affleurements gréseux, sain

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales et cultivées sur des surfaces à pente faible ; bois sur les pentes fortes

au toucher (surface) :



- Texture limono-sablo-argileuse à sablo-argileuse dès la surface

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol de profondeur variable (50-60 cm à 80-100 cm), sain ; texture à sable fin, plus ou moins jaunâtre

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Sable argilo-limoneux, acide, peu à
moyennement profond, sur grès fin à Voltzia

2

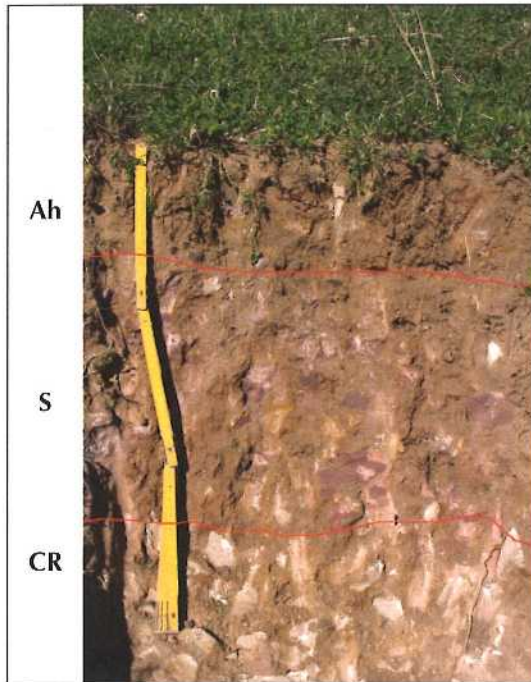
Sol sablo-argilo-limoneux, brun, acide, puis sable argileux beige orangé à 15-20 cm, reposant à 50-60 cm sur un sable caillouteux orangé-jaunâtre avec de nombreux cailloux gréseux issus d'une roche mère démantelée.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Weislingen : X = 960,2 - Y = 2445,9

Octobre 2005 - Prairie temporaire pâturée

Variante peu profonde non hydromorphe de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-15 cm) - Sable argilo-limoneux, brun (10 YR 34), structure polyédrique nette (10 à 30 mm), meuble, peu friable. Nombreuses racines fines. Quelques cailloux gréseux.

Horizon S (15-50 cm) - Sable argileux, beige orangé (10 YR 56), structure polyédrique nette (50 à 60 mm), compact, non friable. Nombreuses racines fines. Nombreux cailloux gréseux.

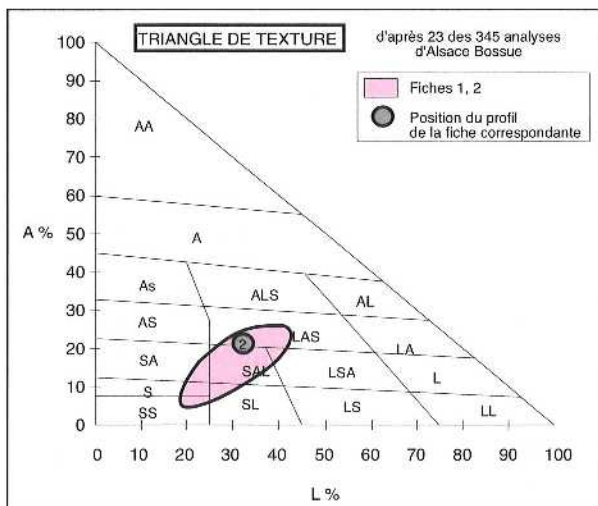
Horizon CR (50-60 cm et plus) - Sable caillouteux, orangé (10 YR 58), structure continue, très compact, non friable. Pas de racines. Très nombreux cailloux gréseux. Roche mère démantelée.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-15	Ah	9,7	26,8	14,7	22,2	25,2	1,4
15-50	S	21,3	33,1	10,2	14,7	20,2	0,4
50-60	CR	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	ClC	
8,6	0	-	66	24	6,2	5,3	5,85	1,34	0,66	0,03	9,3	85
6,9	0	-	20	6	6,6	4,9	4,78	1,04	0,57	0,02	7,0	92



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Sable argilo-limoneux, acide, peu à
 moyennement profond, sur grès fin à Voltzia**

2

Sol sablo-argilo-limoneux, brun, acide, puis sable argileux beige orangé à 15-20 cm, reposant à 50-60 cm sur un sable caillouteux orangé-jaunâtre avec de nombreux cailloux gréseux issus d'une roche mère démantelée.

Variabilité du sol

Ce sol est souvent associé à une variante dont le profil est plus profond et, de plus, hydromorphe. Il s'agit de sols limono-sablo-argileux à limono-argilo-sableux en surface, assez profonds (80 à 100 cm), reposant sur un sable argileux ou une argile sableuse avec des taches rouille à gris rouille apparaissant entre 30 et 50 cm. Cette variante a souvent été drainée dans la région.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de profondeur variable (50-60 cm si sain, 80-100 cm si hydromorphe) ; 10-15 % de cailloux
- Superposition des textures : sable argilo-limoneux (au plus 20 à 25 % d'argile) jusqu'à 50 cm, sable argileux (15 à 20 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance quasi-nul (R voisin de 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de Ah à S)
- Réserve utile de 50 (à 80) mm pour un enracinement de 45 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 (à H2-H3)
- pH compris entre 6,0 et 6,5 sur le premier mètre (après pratique du chaulage, sinon < 6,0)
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant légèrement désaturé (80 à 100 %)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très limitée ; hydromorphie parfois suffisamment forte pour justifier le drainage
- Peu de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux de sable (40 à 60 %) et du taux de matière organique très souvent supérieur à 2,0 %
- Profondeur irrégulière, substrat soit très perméable à ressuyage rapide et faible profondeur, soit localement peu perméable et plus profond
- Pas de sensibilité à la battance, mais érosion possible si les pentes fortes sont cultivées
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Sol sablo-argilo-limoneux, brun, acide, puis sable argileux beige orangé à 15-20 cm, reposant à 50-60 cm sur un sable caillouteux orangé-jaunâtre avec de nombreux cailloux gréseux issus d'une roche mère démantelée.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole principalement associé aux prairies permanentes ou temporaires, à la culture de maïs fourrage et parfois de céréales à paille
- Une faible réserve en eau et une irrigation inenvisageable conduisent à un déficit de production pour la deuxième coupe d'herbe ainsi que pour les pâtures à partir de mi-juin
- Le drainage peut localement être nécessaire pour la mise en culture. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait d'un taux de matière organique souvent supérieur à 2 %

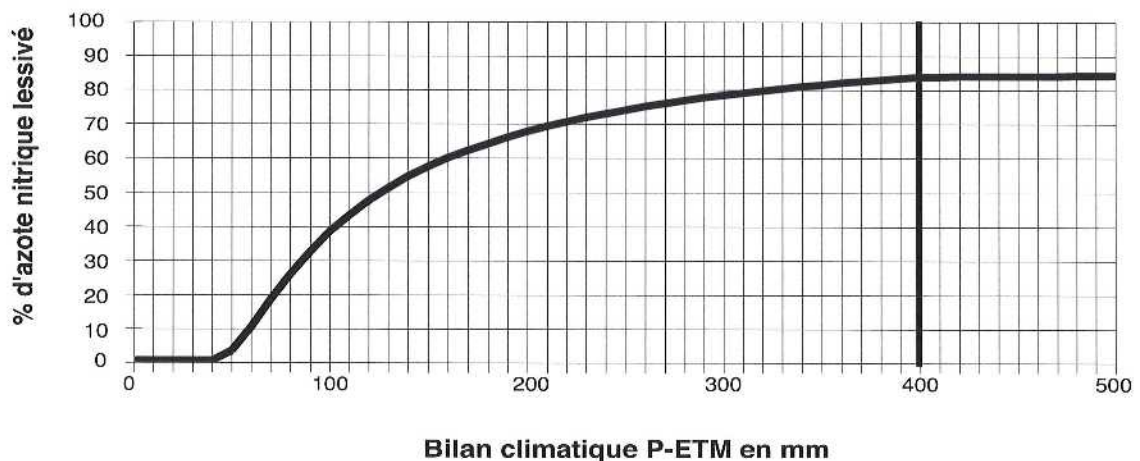
Fertilisation et entretien calcique

- Sol légèrement désaturé en bases (S/T compris entre 80 et 100 %) ; amendement basique nécessaire sous culture si $\text{pH} < 6,5$
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 3 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 ; contraintes liées à la très faible réserve utile et à la forte perméabilité, plus localement à l'hydromorphie
- Surveillance du pH indispensable
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Argile, calcaire, de faible profondeur,
 sur marnes en plaquettes**

3

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, puis argile, calcaire, beige jaunâtre à 20 cm, reposant à 40-50 cm sur un sable à plaquettes jaunâtre avec de nombreux cailloux issus d'une roche mère altérée.

Typologie des sols d'Alsace : code 32.1

Classification CPCS : Sol brun calcaire sur marne du Muschelkalk moyen

Classification RP : Calcisol argileux leptique issu de marnes du Muschelkalk moyen

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est de l'Alsace Bossue (vers Diemeringen et Drulingen). Il correspond le plus souvent à des sommets de collines arrondies et aux pentes qui les prolongent sur des matériaux marneux qui se délitent en plaquettes plus ou moins épaisses. Ils peuvent être localement associés à des sols argileux ou limoneux profonds desquels ils se distinguent cependant très bien par leur aspect de surface (photo ci-dessous).

Mise en valeur actuelle :

malgré des atouts limités, ce sol présente plusieurs types de cultures du fait de son association avec d'autres types de sols (fiches 4, 5, 13 et 14) sur les mêmes parcelles (prairies temporaires, maïs fourrage, céréales à pailles...).

Etendue estimée : environ 1 %



La couleur et l'aspect motteux de ce type de sol (au premier plan) se distinguent bien de ceux des sols limoneux battants des fiches 13 ou 14 (en arrière plan)

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Est de l'Alsace Bossue

- Position topographique :

Sommets de collines arrondies

- Matériau :

Matériau argileux, calcaire, avec plaquettes, sain

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales et cultivées sur pentes moyennes convexes ; bois sur les sommets les plus superficiels

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limono-sableuse à argileuse dès la surface

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol de faible profondeur (30-50 cm), sain

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile, calcaire, de faible profondeur,
sur marnes en plaquettes

3

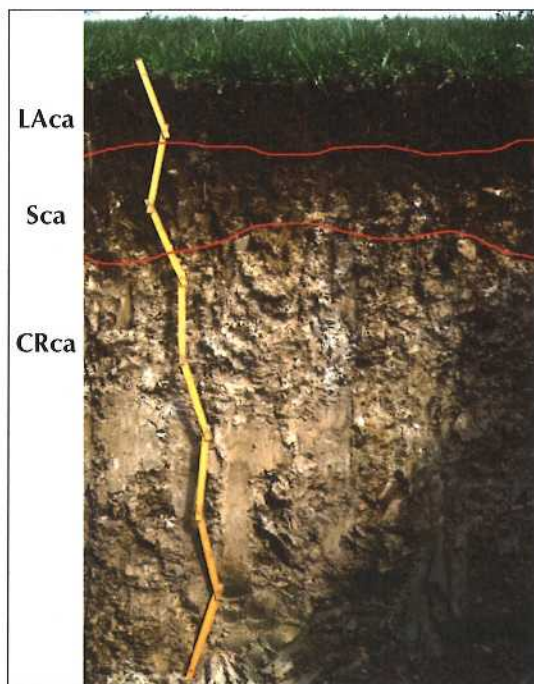
Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, puis argile, calcaire, beige jaunâtre à 20 cm, reposant à 40-50 cm sur un sable à plaquettes jaunâtre avec de nombreux cailloux issus d'une roche mère altérée.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Maï's

Bust : X = 958,1 - Y = 2437,5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-20 cm) - Argile limono-sableuse, brun (10 YR 22), calcaire, structure polyédrique nette (30 à 50 mm), meuble, non friable. Peu de racines fines. Pas de cailloux.

Horizon Sca (20-45 cm) - Argile, beige jaunâtre (7,5 YR 58), calcaire, structure polyédrique nette (50 mm), peu compact, non friable. Peu de racines fines. Quelques cailloux calcaires.

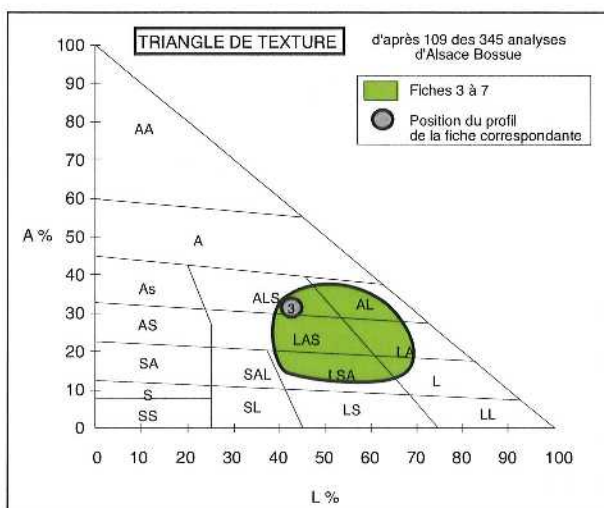
Horizon CRca (45 cm et plus) - Sable caillouteux à plaquettes, jaunâtre (10 YR 44), calcaire, compact, peu friable. Pas de racines. Très nombreuses plaquettes calcaires. Roche mère altérée.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	LAca	10,9	14,4	15,1	24,0	33,7	2,0
20-45	Sca	11,4	12,9	10,9	19,5	44,4	0,9
> 45	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,2	24,8	1,8	42	24	8,2	7,4	16,4	7,24	0,91	0,04	12,5	Sat
5,9	29,7	1,4	10	6	8,2	7,3	17,4	8,88	0,89	0,03	15,2	Sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile, calcaire, de faible profondeur,
 sur marnes en plaquettes

3

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, puis argile, calcaire, beige jaunâtre à 20 cm, reposant à 40-50 cm sur un sable à plaquettes jaunâtre avec de nombreux cailloux issus d'une roche mère altérée.

Variabilité du sol

Ce sol a la particularité de présenter des teneurs assez élevées en magnésium.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de faible profondeur (30-50 cm)
- Superposition des textures : argile limono-sableuse à argile (35 à 50 % d'argile le plus souvent) jusqu'à 50 cm,
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 2
- Densité apparente de 1,4 à 1,5 (de LAca à Sca)
- Réserve utile de 60 à 90 mm pour un enracinement de 45 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8 dès la surface
- Calcaire total de 25 à 30 %, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile limitée
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 2,0 %
- Profondeur faible à très faible, substrat à ressuyage rapide du fait de fentes de retrait et des pentes sur lesquelles se trouve ce sol
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Sol argilo-limono-sableux, brun, calcaire, puis argile, calcaire, beige jaunâtre à 20 cm, reposant à 40-50 cm sur un sable à plaquettes jaunâtre avec de nombreux cailloux issus d'une roche mère altérée.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies permanentes ou temporaires, ainsi qu'à la culture de maïs fourrage et parfois de céréales à paille
- Une faible réserve en eau et une irrigation inenvisageable conduisent à un déficit de production pour la deuxième coupe d'herbe ainsi que pour les pâtures à partir de mi-juin

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 2 %

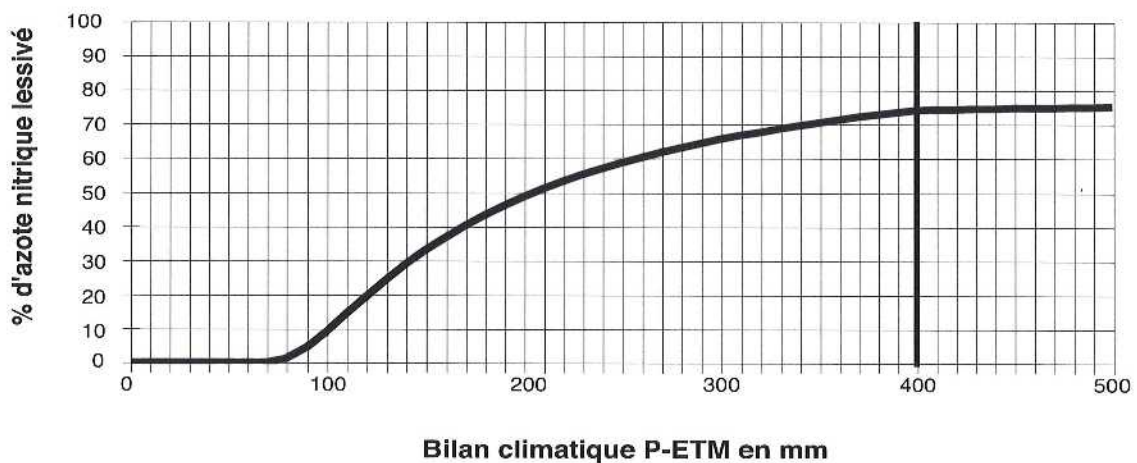
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$) ; pas d'entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 3 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 ; contraintes liées à la faible réserve utile et au risque très élevé de lessivage des nitrates
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible

Sol argileux, brun-noir, décarbonaté, puis argile, olive jaunâtre à 20 cm, avec quelques taches rouille à partir de 30-40 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile vert olive grisé.

Typologie des sols d'Alsace : code 31.1

Classification CPC : Pélosol à caractère vertique sur marne du Muschelkalk moyen

Classification RP : Pélosol vertique pachique issu de marnes du Muschelkalk moyen

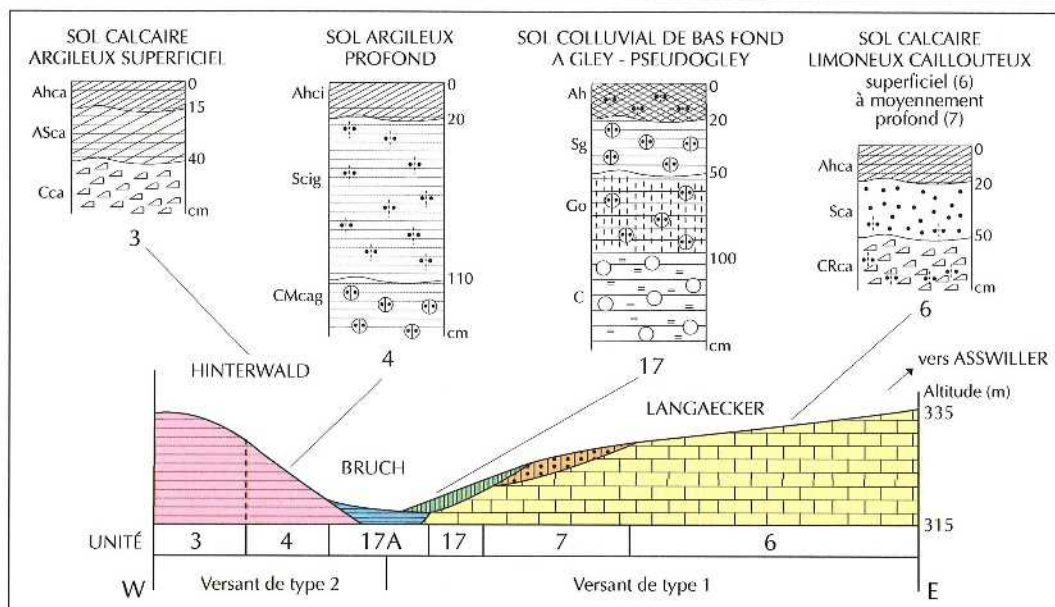
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est de l'Alsace Bossue (vers Diemeringen et Drulingen). Il correspond le plus souvent aux pentes concaves de la base des collines arrondies. Ces sols argileux profonds et humides prolongent les sols superficiels et sains de la fiche 3 précédente desquels ils se distinguent cependant très bien par leur aspect de surface (voir photo du profil ci-après).

Mise en valeur actuelle :

du fait d'une hydromorphie souvent forte, ce sol présente surtout des prairies naturelles humides ; mais fourrage et autres cultures fourragères sont localisés préférentiellement sur les sols drainés.

Etendue estimée : de 1 à 2 %



Ce type de sol est souvent associé aux pentes concaves du tiers inférieur de collines arrondies qui comportent des prairies naturelles fraîches à humides

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Est de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales sur pentes faibles à moyennes concaves

- Position topographique :

Partie inférieure de collines arrondies

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limoneuse à argileuse dès la surface

- Matériau :

Matériau argileux, non calcaire, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (150 cm et plus), taches rouille marquées vers 40-60 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile, décarbonatée, hydromorphe,
sur matériau argileux

4

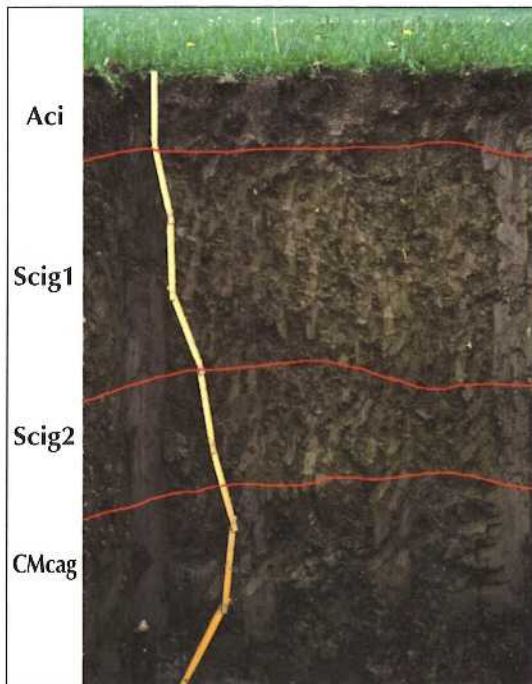
Sol argileux, brun-noir, décarbonaté, puis argile, olive jaunâtre à 20 cm, avec quelques taches rouille à partir de 30-40 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile vert olive grisé.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1992 - Prairie naturelle

Asswiller : X = 958,2 - Y = 2441,7

Profil présenté non calcaire ; il existe une variante carbonatée



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Aci (0-20 cm) - Argile, brun noir (10 YR 22), non calcaire, structure grumeleuse (2 mm) à polyédrique fine (5 mm) nette, compact, non friable. Nombreuses racines fines.

Horizon Scig1 (20-80 cm) - Argile, vert jaunâtre (2,5 Y 54), non calcaire, structure prismatique nette (50 mm), très compact, non friable. Peu de racines fines. Quelques taches rouille.

Horizon Scig2 (80-110 cm) - Argile, vert olive (2,5 Y 52), non calcaire, structure prismatique nette (100 mm), très compact, non friable. Pas de racines. Taches gris-rouille assez nombreuses.

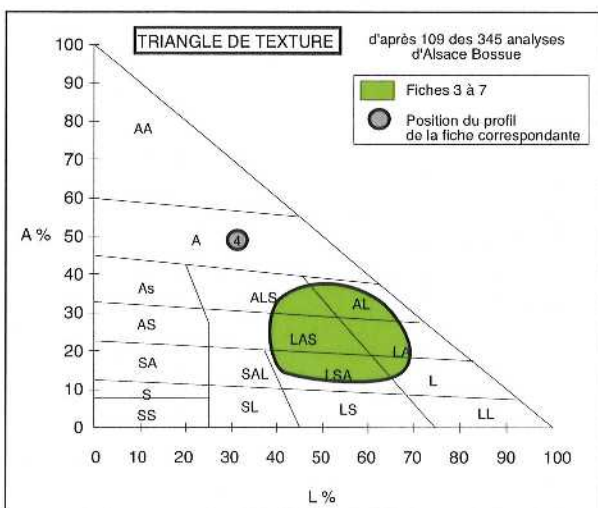
Horizon CMcag (110-150 cm et plus) - Argile lourde, vert olive gris (2,5 Y 52), localement faiblement calcaire, structure continue, très compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches grises de réduction.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	Aci	2,6	4,1	8,3	28,3	51,1	5,4
20-80	Scig1	3,0	4,4	8,6	29,7	52,4	1,8
80-110	Scig2	2,2	3,6	9,0	31,2	52,5	1,6-
110-150	CMcag	2,0	2,6	5,3	28,3	61,3	0,5

PROFIL CHIMIQUE

CN	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					SRT en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	0,3	-	45	-	8,2	6,1	27,0	9,11	0,50	0,12	31,9	Sat
8,2	0,5	-	8	-	8,2	6,7	24,0	8,83	0,55	0,08	25,2	Sat
8,3	0,4	-	10	-	8,2	6,6	22,5	8,18	0,54	0,07	24,5	Sat
6,5	0,2	-	10	-	8,2	6,4	21,6	8,32	0,52	0,10	23,6	Sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile, décarbonatée, hydromorphe,
 sur matériau argileux

4

Sol argileux, brun-noir, décarbonaté, puis argile, olive jaunâtre à 20 cm, avec quelques taches rouille à partir de 30-40 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile vert olive grisé.

Variabilité du sol

Ce sol, comme le précédent, a la particularité de présenter des teneurs assez élevées en magnésium. Ce type de sol est généralement décarbonaté, mais peut aussi être calcaire, cependant moins fréquemment.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de forte profondeur (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : argile limoneuse à argile (35 à 50-60 % d'argile le plus souvent) jusqu'à plus de 100 cm,
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,55 à 1,75 (de Aci à Sgci)
- Réserve utile de 100 à 150 mm pour un enracinement de 90 cm
- Classe d'hydromorphie : H2-H3
- pH de 7,5 à 8,0 et plus, dès la surface
- Calcaire total < 2 %, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile assez forte ; taux d'argile élevé et hydromorphie pouvant justifier le drainage
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 2,0 %
- Profondeur importante, substrat à ressuyage d'autant plus limité que les pentes sur lesquelles se trouve ce sol sont faibles
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol argileux, brun-noir, décarbonaté, puis argile, olive jaunâtre à 20 cm, avec quelques taches rouille à partir de 30-40 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile vert olive grisé.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies permanentes ou temporaires, ainsi qu'à la culture de maïs fourrage, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à l'automne du fait d'un ressuyage lent
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 2 %

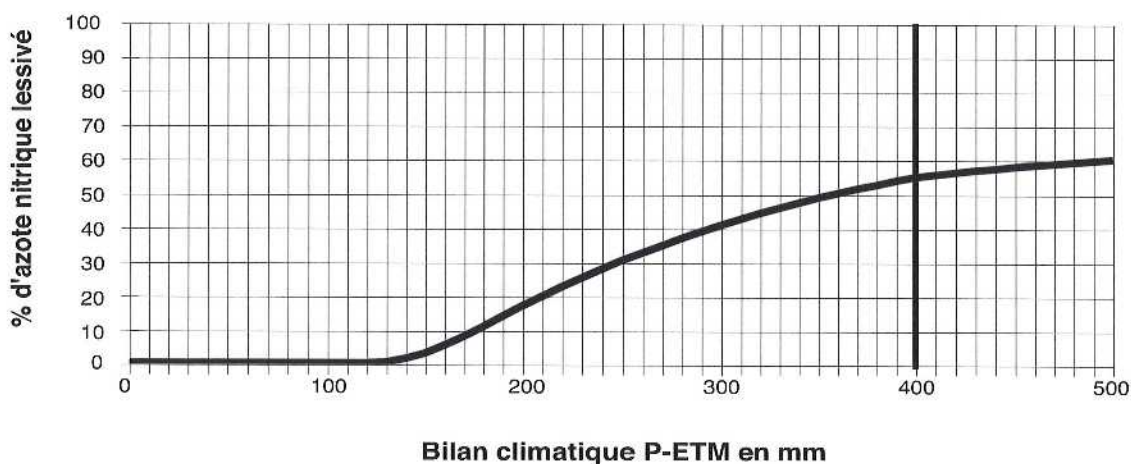
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$) ; pas d'entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 fois

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 ; contraintes surtout liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates
- La vérification du niveau d'excès d'eau est nécessaire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, décarbonaté,
 hydromorphe, sur matériau argileux**

5

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige jaunâtre à 30 cm, à nombreuses taches rouille, reposant entre 65 et 130 cm sur une argile limono-sableuse gris bleuâtre à jaunâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.4

Classification CPCS : Sol brun lessivé à pseudogley sur argile du Muschelkalk inférieur

Classification RP : Néoluvisol rédoxique issu de l'altération des marnes du Muschelkalk inférieur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est de l'Alsace Bossue (vers Diemeringen et Drulingen). Il correspond le plus souvent aux versants rectilignes du haut des collines à pentes faibles. Ces sols à tendance limoneuse en surface peuvent être très humides du fait d'un plancher argileux vers 40-60 cm de profondeur. Ils accompagnent les sols des fiches 3 et 4 précédentes.

Mise en valeur actuelle :

du fait d'une hydromorphie souvent forte, ce sol présente des prairies naturelles humides ; comme pour la fiche 4, maïs fourrage (ou grain) et autres cultures fourragères sont souvent associés à des sols drainés.

Etendue estimée : de 7 à 8 %



Ce type de sol est souvent associé aux zones à pente faible de collines à prairies naturelles humides

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
Partie Est de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales sur pentes faibles

- **Position topographique :**
Pentes faibles et zones planes des collines

au toucher (surface) :



- Texture limono-sablo-argileuse en surface

- **Matériau :**
Limon d'altération sur matériau argileux, non calcaire, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100 à 150 cm et plus), nombreuses taches rouille dès 20-30 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, décarbonaté,
hydromorphe, sur matériau argileux

5

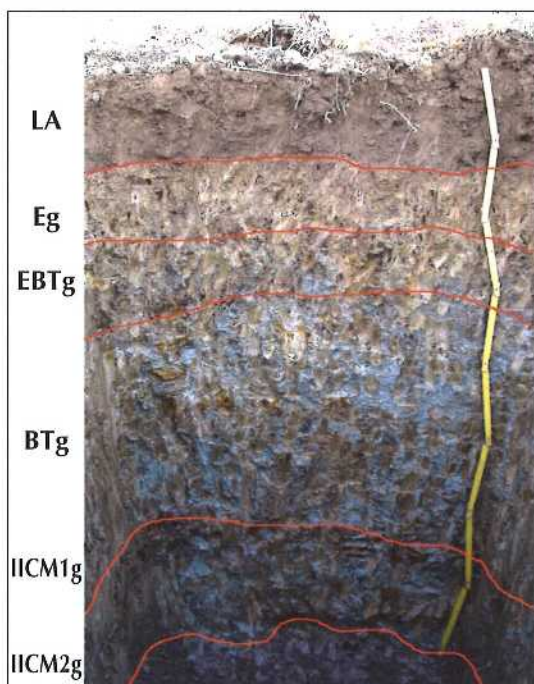
Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige jaunâtre à 30 cm, à nombreuses taches rouille, reposant entre 65 et 130 cm sur une argile limono-sableuse gris bleuâtre à jaunâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Chaume (blé)

Petersbach : X = 961,1 - Y = 2440,9

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-30 cm) - Limon sablo-argileux, brun (2,5 Y 43), structure polyédrique fine (10 mm) nette, meuble, peu friable. Peu de racines fines.

Horizon Eg (30-45 cm) - Limon argilo-sableux, jaunâtre (2,5 Y 54), structure polyédrique nette (30 à 50 mm), peu compact, peu friable. Peu de racines fines. Quelques taches rouille.

Horizon EBTg (45-65 cm) - Argile limono-sableuse, jaunâtre gris (2,5 Y 53), structure polyédrique à prismatique nette (50 à 100 mm), compact, non friable. Peu de racines très fines. Taches rouille assez nombreuses.

Horizon BTg (65-130 cm) - Argile limono-sableuse, gris jaunâtre (2,5 Y 72), structure prismatique nette (100 mm), très compact, non friable. Peu de racines très fines. Nombreuses taches gris-rouille. Cailloux assez nombreux.

Horizon IICM1g (130-160 cm) - Limon argilo-sableux, grisâtre (2,5 Y 62), structure prismatique nette (100 mm), très compact, non friable. Pas de racines. Nombreuses taches gris-rouille. Nombreux cailloux.

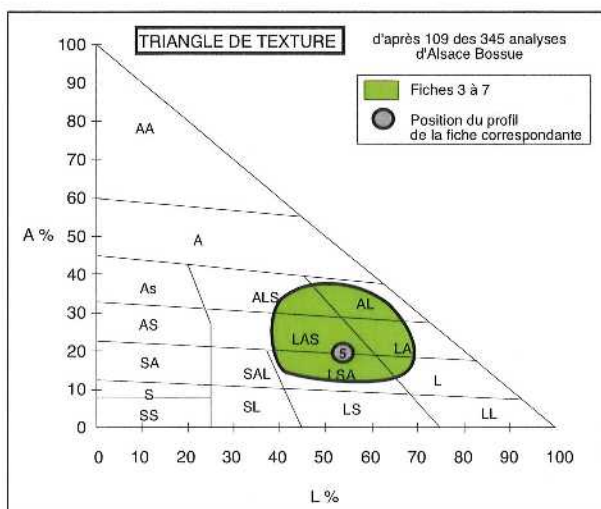
Horizon IICM2g (160 cm et plus) - Limon argilo-sableux, violacé (7,5 YR 54), structure prismatique (100 mm), très compact. Pas de racines. Plages grisâtres. Pas de cailloux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LA	5,9	20,3	22,3	30,0	18,9	2,6
30-45	Eg	9,0	13,9	22,7	29,5	24,2	0,7
45-65	EBTg	8,1	11,5	20,8	26,4	32,8	0,3
65-130	BTg	2,7	7,6	20,3	29,3	39,9	0,2
130-160	IICM1g	6,2	10,4	20,0	33,7	29,5	0,2
> 160	IICM2g	2,7	14,3	27,7	32,5	22,7	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,7	0,2	-	190	49	6,8	6,1	8,03	1,64	0,53	0,07	9,4	Sat
6,6	0,2	-	10	10	7,3	6,1	6,64	1,79	0,38	0,07	8,5	Sat
5,4	0,3	-	10	-	6,9	5,5	8,32	3,62	0,45	0,11	11,9	Sat
4,6	0	-	17	-	5,4	3,9	4,39	5,11	0,38	0,08	12,5	80
4,6	0	-	20	-	5,7	4,3	4,39	5,65	0,36	0,09	12,5	84
4,7	0	-	11	-	5,9	4,3	4,39	5,60	0,38	0,07	11,1	94



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, décarbonaté,
 hydromorphe, sur matériau argileux**

5

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige jaunâtre à 30 cm, à nombreuses taches rouille, reposant entre 65 et 130 cm sur une argile limono-sableuse gris bleuâtre à jaunâtre.

Variabilité du sol

Pas de particularité à signaler.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de forte profondeur (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon sablo-argileux à limon argilo-sableux (18 à 22 % d'argile) jusqu'à 50-60 cm, argile limono-sableuse à argile (35 à 45 % d'argile) au delà,
- Indice de battance faible (R = 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,4-1,6 à 1,9 (de LA à BTg)
- Réserve utile de 140 à 180 mm pour un enracinement de 90 à 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3-H3+
- pH de 6,0 à 7,0 en surface, pouvant s'abaisser à moins de 6 en profondeur
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant pouvant être légèrement désaturé (S/T de 80 à 100 %)

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Forte réserve utile ; hydromorphie forte pouvant justifier le drainage
- Risque de tassement en conditions non ressuyées du fait de la texture lorsque le taux de matière organique est inférieur à 2,5 %
- Profondeur importante, substrat à ressuyage d'autant plus limité que les pentes sur lesquelles se trouve ce sol sont faibles
- Sensibilité à la battance si le taux de matière organique est inférieur à 2,5 %
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol limono-sablo-argileux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige jaunâtre à 30 cm, à nombreuses taches rouille, reposant entre 65 et 130 cm sur une argile limono-sableuse gris bleuâtre à jaunâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies permanentes ou temporaires, ainsi qu'à la culture de maïs (fourrage ou grain), sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; 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 ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à l'automne du fait d'un ressuyage lent
- Risques de tassement importants du fait de la texture limoneuse lorsque le taux de matière organique est inférieur à 2,0-2,5 %

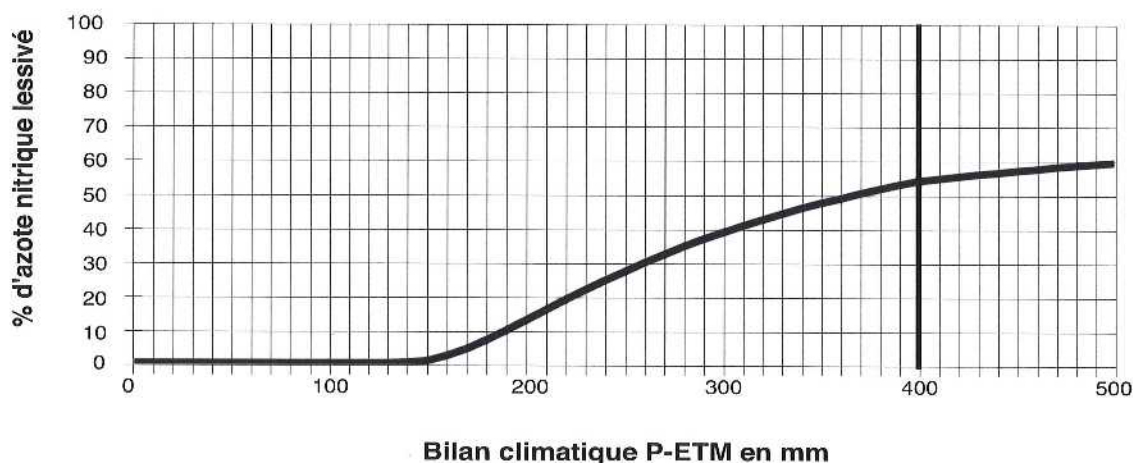
Fertilisation

- Sol pouvant être désaturé en bases (S/T de 80 à 100 %) ; entretien basique à prévoir (pH < 6,5)
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 fois

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 ; contraintes liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates
- Surveillance du pH indispensable
- Vérification du niveau d'excès d'eau nécessaire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible
- Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond,
sur calcaire dolomitique

6

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, reposant à 30-50 cm sur un sable jaunâtre à petits cailloux issus d'une roche mère altérée.

Typologie des sols d'Alsace : code 34.1

Classification CPCS : Rendzine sur calcaire dolomitique du Muschelkalk inférieur

Classification RP : Rendosol issu de calcaire dolomitique du Muschelkalk inférieur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est de l'Alsace Bossue (vers Diemeringen et Drulingen). Il correspond le plus souvent à des collines aux versants rectilignes dont la profondeur des sols est limitée au plus à 50-60 cm jusque dans le tiers inférieur des pentes. Ces sols peuvent être alors associés à des sols plus profonds (80-100 cm, voir fiche n° 7) qui sont aussi plus humides.

Mise en valeur actuelle :

principalement occupé par des prairies naturelles ou artificielles, ce sol présente aussi des cultures de céréales à paille ou de maïs du fait de son association avec d'autres types de sols (fiche n° 7) sur les mêmes parcelles.

Etendue estimée : environ 2 %



Ce type de sol, du fait d'affleurements possibles de la roche, est associé autour des villages à des prairies, des vergers et des bois jusque dans le bas des pentes

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Est de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales sur pentes moyennes convexes ; parfois cultivées (céréales, protéagineux)

- Position topographique :

Hauts des versants rectilignes ou bas de pentes convexes en bordure des vallons

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse en surface

- Matériau :

Matériau limono-argilo-sableux, calcaire, à petits cailloux concassés, sain

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol de faible profondeur (tarière bloquée sur cailloux à 30-50 cm), sain

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond,
 sur calcaire dolomitique**

6

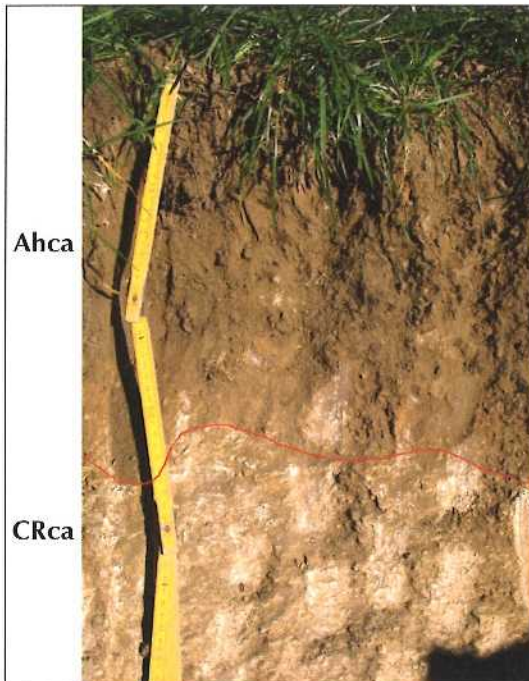
Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, reposant à 30-50 cm sur un sable jaunâtre à petits cailloux issus d'une roche mère altérée.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Prairie artificielle (ray-grass) pâturée

Waldhambach : X = 958,7 - Y = 2447,5

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ahca (0-30 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 43), calcaire, structure polyédrique nette (10 à 20 mm), meuble, peu friable. Nombreuses racines fines. Quelques cailloux.

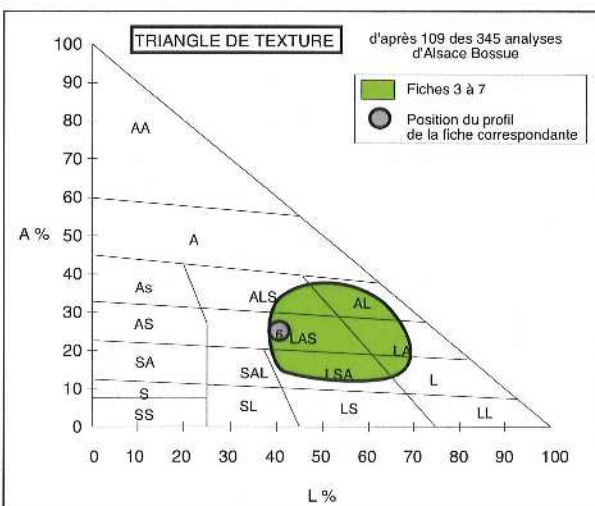
Horizon CRca (30 cm et plus) - Sable caillouteux, jaune blanchâtre (2,5 Y 74), sur dalle calcaire.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	Ahca	13,3	19,3	18,2	20,7	24,9	3,5
> 30	CRca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,0	28,0	1,6	230	120	8,0	7,4	13,4	5,85	1,40	0,03	11,7	Sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle N° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond,
 sur calcaire dolomitique**

6

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, reposant à 30-50 cm sur un sable jaunâtre à petits cailloux issus d'une roche mère altérée.

Variabilité du sol

Ce sol a la particularité de présenter des teneurs assez élevées en magnésium.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de faible profondeur (30-50 cm) ; 10-15 % de cailloux calcaires
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à argile limoneuse (25 à 35 % d'argile le plus souvent) jusqu'à 30-50 cm,
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,3 à 1,4 (pour Ahca)
- Réserve utile de 40 à 60 mm pour un enracinement de 30 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8 dès la surface
- Calcaire total de 25 à 30 %, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très limitée
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait de la nature graveleuse du matériau et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Profondeur faible à très faible, substrat à ressuyage rapide
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond,
 sur calcaire dolomitique**

6

Sol limono-argilo-sableux, brun, calcaire, reposant à 30-50 cm sur un sable jaunâtre à petits cailloux issus d'une roche mère altérée.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies permanentes ou temporaires, parfois à la culture de céréales à paille ou maïs
- Une faible réserve en eau et une irrigation inenvisageable conduisent à un déficit de production pour la deuxième coupe d'herbe ainsi que pour les pâtures à partir de mi-juin

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait de la nature graveleuse du matériau et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 %
- Usure prématurée des outils de travail du sol du fait de la pierrosité

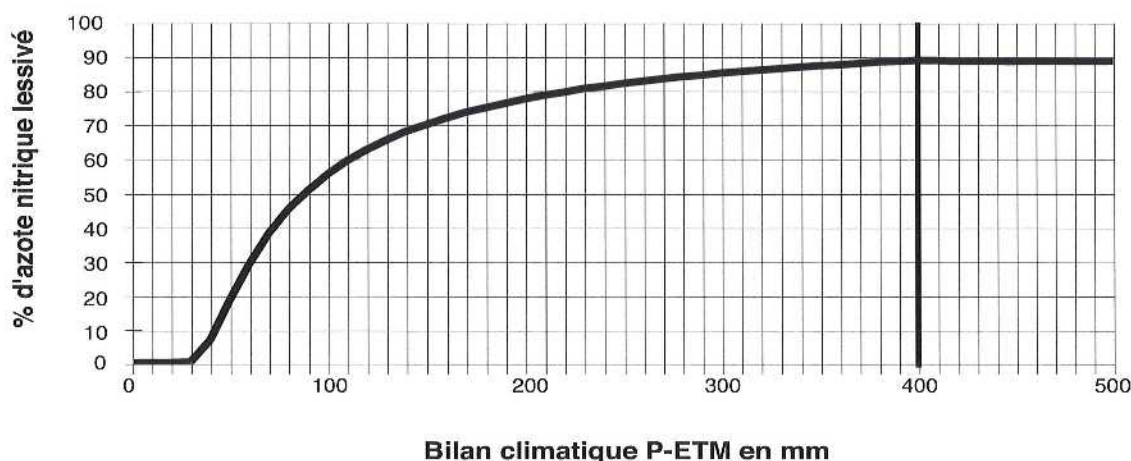
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$) ; pas d'entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, nécessité de fractionner les apports azotés en 3 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 ; contraintes liées à la faible réserve utile et au risque très élevé de lessivage des nitrates
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, décarbonaté,
 hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux**

7

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige orangé à 20 cm, à nombreuses taches rouille, reposant à 70-100 cm sur une argile limoneuse gris jaunâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code 34.2

Classification CPCS : Sol brun calcique hydromorphe sur marne gréseuse dolomitique du Muschelkalk inférieur

Classification RP : Calcisol rédoxique issu de marne gréseuse dolomitique du Muschelkalk inférieur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Est de l'Alsace Bossue (vers Diemeringen et Drulingen). Il correspond le plus souvent aux pentes concaves du bas de collines à pentes faibles. Ces sols à tendance limoneuse en surface peuvent être très humides du fait d'un plancher argileux vers 40-60 cm de profondeur. Ils prolongent le sol de la fiche 6 précédente dans les bas de versants.

Mise en valeur actuelle :

du fait d'une hydromorphie souvent forte, ce sol présente des prairies naturelles humides ; comme pour les fiches 4 et 5, maïs fourrage (ou grain) et autres cultures fourragères sont souvent localisés sur des sols drainés.

Etendue estimée : environ 6 %



Ce type de sol est souvent associé aux zones à pente faible de collines à prairies naturelles humides drainées par des ruisseaux bordés d'aulnes glutineux

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Est de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales sur pentes faibles

- Position topographique :

Bas de pentes faibles concaves proches des fonds de vallons

au toucher (surface) :



- Texture limono-argilo-sableuse en surface, argileuse en profondeur

- Matériau :

Limon colluvionné sur matériau argilo-limoneux, calcaire en profondeur, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol assez profond (80-100 cm et plus), taches rouille marquées vers 40-50 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, décarbonaté,
hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux

7

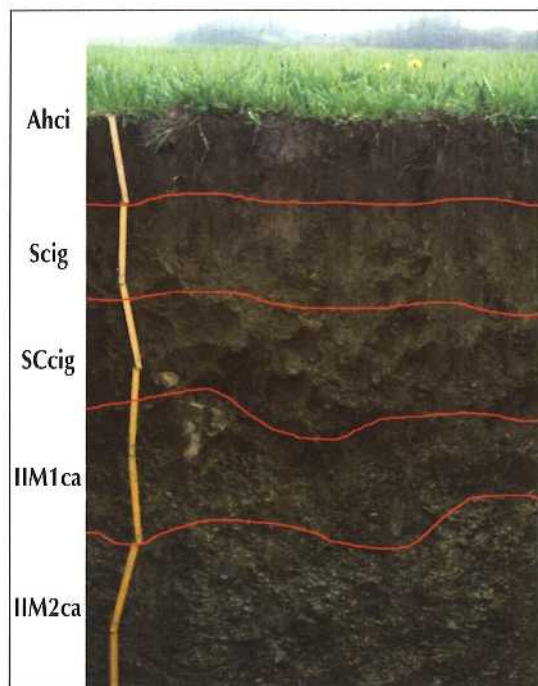
Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige orangé à 20 cm, à nombreuses taches rouille, reposant à 70-100 cm sur une argile limoneuse gris jaunâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Weislingen : X = 959,5 - Y = 2447,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ahci (0-20 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 32), structure polyédrique fine (10 à 20 mm) nette, meuble, peu friable. Nombreuses racines fines.

Horizon Scig (20-45 cm) - Limon argilo-sableux, beige orangé (10 YR 56), structure polyédrique nette (30 à 50 mm), compact, peu friable. Peu de racines très fines. Taches gris-rouille assez nombreuses. Nombreux cailloux.

Horizon SCcig (45-70 cm) - Argile limoneuse, beige orangé (10 YR 56), structure continue, très compact, non friable. Pas ou peu de racines très fines. Taches rouille assez nombreuses. Très nombreux cailloux.

Horizon IIM1ca (70-100 cm) - Argile limoneuse, brun rougeâtre (5 YR 43), faiblement calcaire, structure continue à prismatique (100 mm), très compact, non friable. Pas de racines. Plages grisâtres. Quelques graviers.

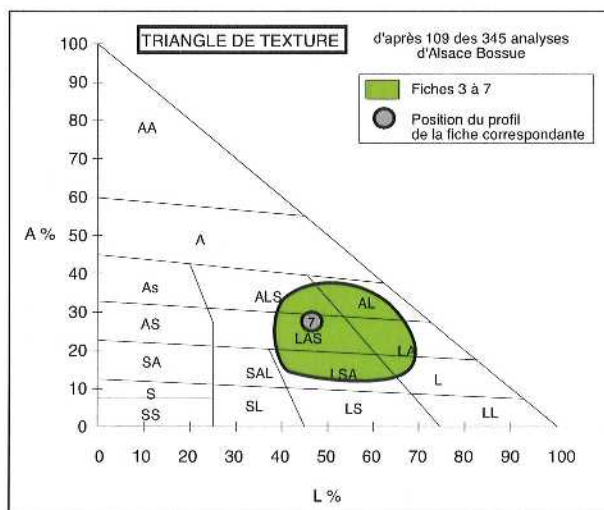
Horizon IIM2ca (100-120 cm) - Argile, gris jaunâtre (10 GY 5), calcaire structure continue à prismatique nette (100 mm), très compact, non friable. Pas de racines. Plages grisâtres. Nombreux graviers.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	Ahci	2,4	17,3	21,1	23,7	26,9	5,0
20-45	Scig	7,8	28,7	18,1	19,4	25,4	0,3
45-70	SCcig	0,5	3,7	21,1	41,7	32,9	0,2
70-100	IIM1ca	0,7	1,1	13,1	54,3	30,6	0,2
100-120	IIM2ca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, JH ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/I en %
							Ca	Mg	K	Na	ClC	
9,4	0,3	-	120	34	7,4	6,8	20,1	6,10	0,55	0,08	20,1	Sat
6,4	0	-	10	1	7,8	6,4	9,2	3,87	0,28	0,03	9,4	Sat
5,5	2,0	-	13	-	8,4	7,1	10,8	6,00	0,32	0,04	10,3	Sat
6,5	8,6	1,8	10	-	8,7	7,8	21,4	5,70	0,36	0,06	9,8	Sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, décarbonaté,
 hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux**

7

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige orangé à 20 cm, à nombreuses taches rouille, reposant à 70-100 cm sur une argile limoneuse gris jaunâtre.

Variabilité du sol

Pas de particularité à signaler.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol assez profond (80-100 cm)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux (25 à 30 % d'argile) jusqu'à 50-70 cm, argile à argile limoneuse (30 à 35 % d'argile et plus) au delà,
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,0 à 1,6-1,7 (de Ahci à SCcig)
- Réserve utile de 120 à 140 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2-H3
- pH de 7,0 à 7,5 en surface, jusqu'à 8,0-8,5 en profondeur
- Calcaire total < 2% en surface, > à 5-10 % en profondeur, complexe adsorbant saturé (S/T > à 100 %)

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile correcte ; hydromorphie forte pouvant justifier le drainage
- Risque de tassement très limité en conditions non ressuyées du fait de la texture et du taux de matière organique souvent supérieur à 3 à 5 %
- Profondeur importante, substrat à ressuyage d'autant plus limité que les bas de pente sur lesquelles se trouve ce sol sont concaves et proches du fond du vallon
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol limono-argilo-sableux, brun, décarbonaté, puis limon argilo-sableux, beige orangé à 20 cm, à nombreuses taches rouille, reposant à 70-100 cm sur une argile limoneuse gris jaunâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies permanentes ou temporaires, plus rarement à la culture de maïs (fourrage ou grain), sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; 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 possibles du fait de faibles risques de tassement ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à l'automne à cause d'un ressuyage lent
- Peu de risques de tassement du fait de la texture et du taux de matière organique souvent supérieur à 3,0 voire 5,0 %

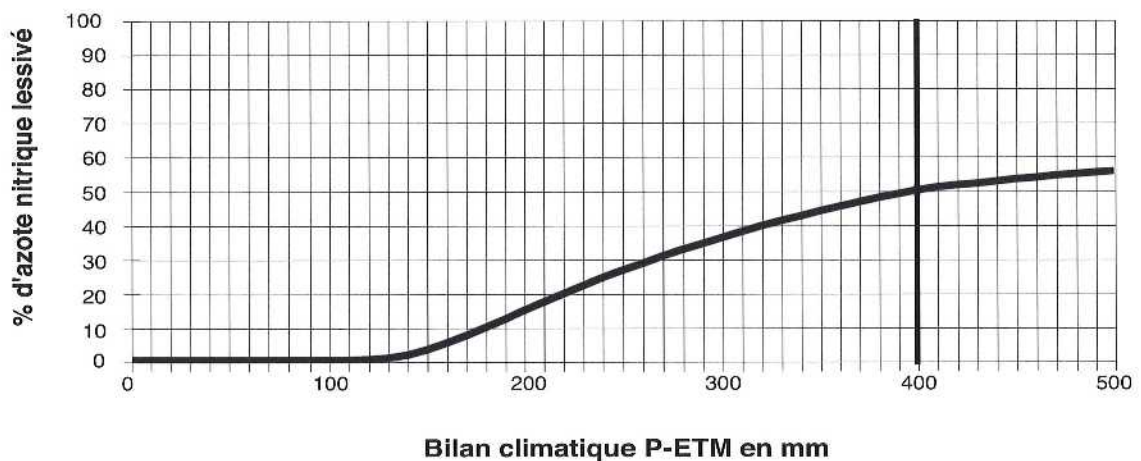
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$), généralement pas d'entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 fois

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 ; contraintes liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates
- Vérification du niveau d'excès d'eau à faire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible
- Surveillance du pH utile

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
8
 Limon argileux, calcaire,
 peu profond, caillouteux, sur dalle calcaire

8

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 30 cm sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

Typologie des sols d'Alsace : code 33.1

Classification CPCS : Rendzine sur calcaire du Muschelkalk supérieur

Classification RP : Rendosol argileux à limono-argileux issu de calcaire du Muschelkalk supérieur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie centrale de l'Alsace Bossue, entre Diemeringen - Drulingen et la vallée de la Sarre. Il correspond le plus souvent à des sommets de collines ou des ruptures de pentes jusque dans le tiers inférieur des pentes. La profondeur de ce sol est limitée et des affleurements de la roche sont parfois visibles. Ces sols sont toujours associés à des sols plus profonds des fiches n° 9 et 10.

Mise en valeur actuelle :

outre les prairies naturelles ou artificielles, ce sol présente aussi des cultures de maïs fourrage ou de céréales à paille du fait de son association avec d'autres types de sols (fiches 9 et 10) sur les mêmes parcelles.

Etendue estimée : environ 6 %



Ce type de sol est souvent associé à des affleurements de la roche sur les ruptures de pentes à flanc de collines

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie centrale de l'Alsace Bossue

- Position topographique :

Versants et sommets de collines

- Matériau :

Matériau argileux, calcaire,
à cailloux et blocs, sain

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales sur pentes ;
bosquets sur les sols les plus
superficiels

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse
à argileuse en surface

à la pissette (HCl) :



- Forte effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol de très faible profondeur
(20-30 cm), sain

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon argileux, calcaire, peu profond,
caillouteux, sur dalle calcaire

8

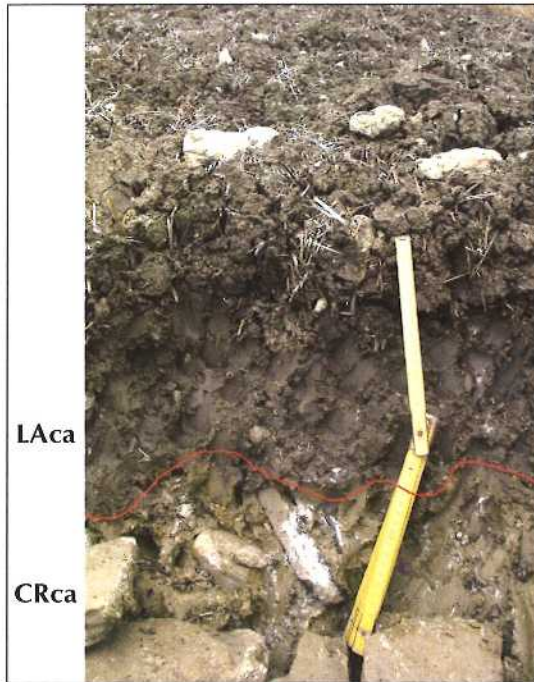
Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 30 cm sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Labour

Baerendorf : X = 949,4 - Y = 2436,6

Variante plus argileuse en surface



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAca (0-30 cm) - Argile, brun jaunâtre (2,5 Y 33), calcaire, structure polyédrique nette (30 à 50 mm), peu compact, non friable. Peu de racines fines. Cailloux assez nombreux.

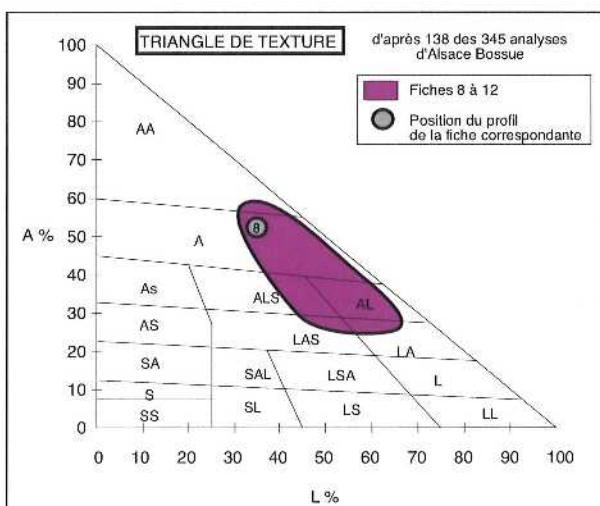
Horizon CRca (30 cm et plus) - Limon argilo-caillouteux, jaunâtre (2,5 Y 54), calcaire, structure prismatique, compact, non friable. Pas de racines. Très nombreux cailloux calcaires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-30	LAca	5,5	2,3	8,7	28,6	52,4	4,6
> 30	CRca	7,6	3,4	26,4	40,9	21,3	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,7	8,3	2,6	520	230	8,0	7,4	43,9	1,79	1,28	0,04	18,7	Sat
10,0	21,9	6,2	10	1	8,3	7,4	49,6	1,39	0,57	0,07	15,5	Sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcaire, peu profond,
 caillouteux, sur dalle calcaire**

8

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 30 cm sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

Variabilité du sol

Variabilité des textures de surface de limono-argileuse à argileuse.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de très faible profondeur (20-30 cm), 10 à 30 % de cailloux
- Superposition des textures : argile (45 à 50 % d'argile le plus souvent) jusqu'à 30 cm, puis limon argileux (20 à 30 % d'argile)
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,2 à 1,5 (de LAca à CRca)
- Réserve utile de 50 mm pour un enracinement de 30-50 cm
- Classe d'hydromorphie : H0
- pH supérieur à 8 dès la surface
- Calcaire total de 10 à 30 %, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile très limitée
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Profondeur faible à très faible. Ressuyage rapide du fait du substrat et des pentes sur lesquelles se trouve ce sol
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 30 cm sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies permanentes ou temporaires, ainsi qu'à la culture de maïs fourrage et parfois de céréales à paille lorsqu'il est associé aux sols des fiches n° 9 et 10
- Une faible réserve en eau et une irrigation inenvisageable conduisent à un déficit de production pour la deuxième coupe d'herbe ainsi que pour les pâtures à partir de mi-juin

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 %
- Usure rapide du matériel de travail du sol du fait du taux de cailloux et de pierres ; épierrage à réaliser systématiquement

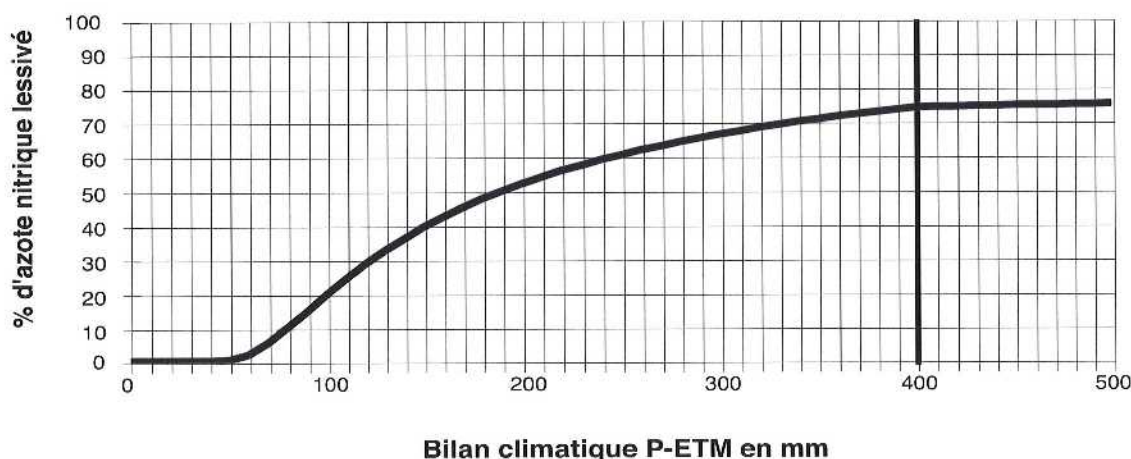
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$), pas d'entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports d'azote en 3 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 ; contraintes liées à la faible réserve utile et au risque de lessivage des nitrates
- Un calendrier d'épandage adapté est indispensable pour les sous-produits contenant de l'azote disponible

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, beige jaunâtre à 30-40 cm, reposant à 60-85 cm sur une argile limoneuse jaunâtre, puis sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

Typologie des sols d'Alsace : code 33.2

Classification CPCS : Sol brun calcique à calcaire sur calcaire du Muschelkalk supérieur

Classification RP : Calcisol à calcisol limono-argileux issu de calcaire du Muschelkalk supérieur

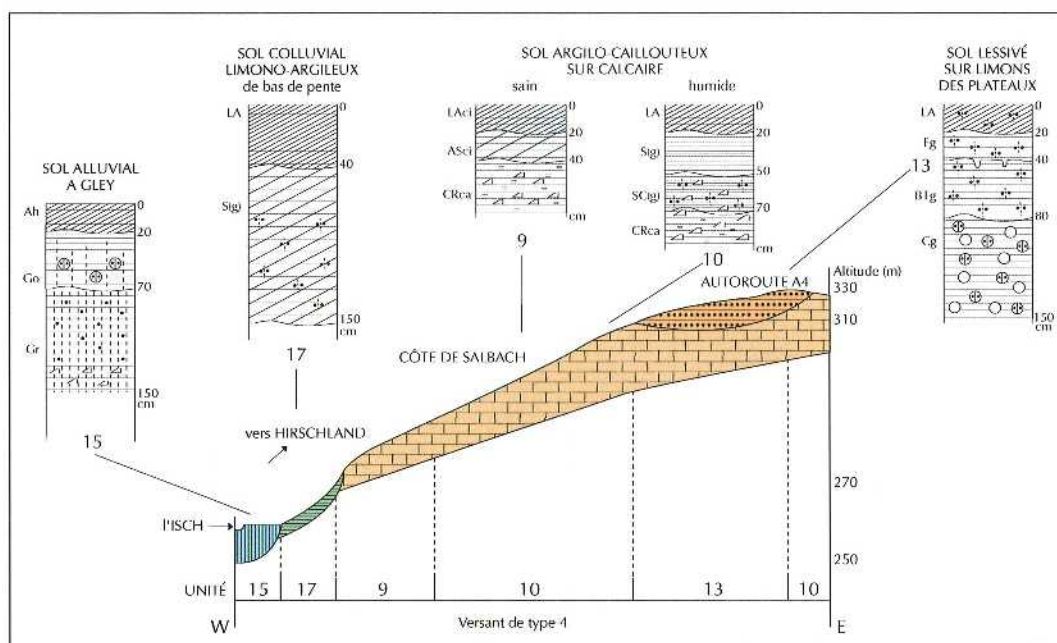
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie centrale de l'Alsace Bossue, entre Diemeringen - Drulingen et la vallée de la Sarre. Il correspond à la plupart des pentes convexes des collines argilo-calcaires aux sols plus ou moins profonds, non hydromorphes de la région. Les sols de cette fiche englobent le plus souvent ceux de la fiche 8 et leurs affleurements de roche. Ils sont associés sur les versants concaves aux sols plus humides de la fiche n° 10.

Mise en valeur actuelle :

outre les prairies naturelles ou artificielles, ce sol présente aussi des cultures de maïs fourrage ou de céréales à paille.

Etendue estimée : 10 à 12 %



Ce type de sol est souvent localisé sur des buttes et versants convexes à pente faible (environ 5 %)

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie centrale de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales ou à céréales à paille sur pentes

- Position topographique :

Buttes et versants convexes des collines

au toucher (surface) :



- Texture limono-argileuse en surface, à argileuse en profondeur

- Matériau :

Matériau argileux, calcaire, à cailloux et blocs, sain

à la pissette (HCl) :



- Effervescence à l'acide faible à nulle

à la tarière :



- Sol de profondeur moyenne (50-80 cm), sain

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon argileux, calcique à calcaire,
moyennement profond, sur argile caillouteuse

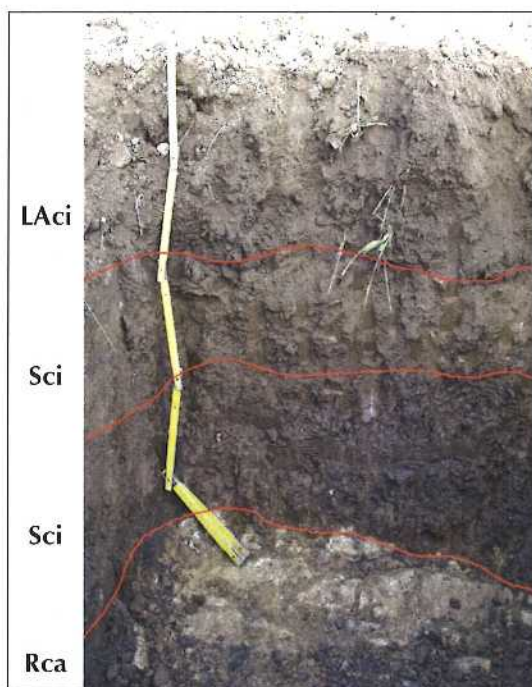
9

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, beige jaunâtre à 30-40 cm, reposant à 60-85 cm sur une argile limoneuse jaunâtre, puis sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Jachère sur chaume de blé

Mackwiller : X = 954,7 - Y = 2446,4



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LAci (0-35 cm) - Limon argileux, brun (10 YR 33), faiblement calcaire, structure grumeleuse nette (5 à 10 mm) à polyédrique (20 à 30 mm), meuble, non friable. Nombreuses racines fines.

Horizon Sci (35-60 cm) - Limon argileux, beige (10 YR 54), faiblement calcaire, structure polyédrique nette (30 à 50 mm), peu compact, non friable. Nombreuses racines fines.

Horizon Sci (60-85 cm) - Argile, jaunâtre (10 YR 44), faiblement calcaire, structure polyédrique nette (50 à 80 mm), compact, non friable. Nombreuses racines fines.

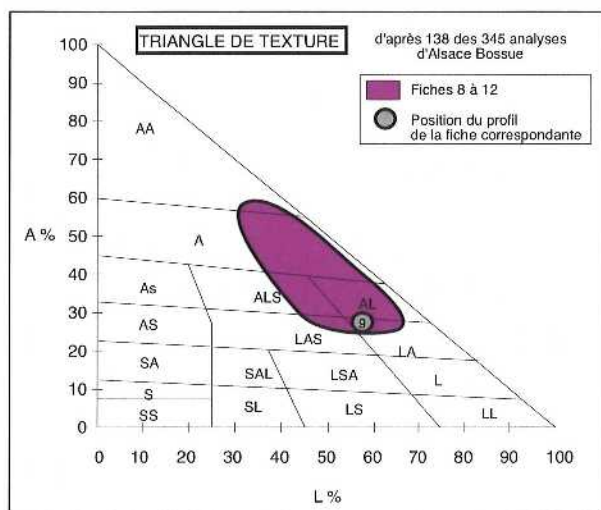
Horizon Rca (85 cm et plus) - Dalle calcaire, jaunâtre (2,5 Y 54). Pas de racines. Très nombreux cailloux calcaires.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-35	LAci	4,5	6,6	26,8	33,5	25,7	2,9
35-60	Sci	4,7	5,9	27,4	33,8	27,0	1,3
60-85	Sci	5,1	4,5	17,0	25,7	46,4	1,3
> 85	Rca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
7,9	6,3	1,0	32	230	8,0	7,3	14,2	5,26	0,49	0,05	13,3	Sat
7,2	4,6	-	16	1	8,1	7,2	12,3	5,26	0,43	0,03	11,5	Sat
7,0	1,7	-	10	-	8,1	7,1	18,5	8,43	0,66	0,06	19,0	Sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcique à calcaire,
 moyennement profond, sur argile caillouteuse**

9

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, beige jaunâtre à 30-40 cm, reposant à 60-85 cm sur une argile limoneuse jaunâtre, puis sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

Variabilité du sol

2 variantes peuvent se présenter :

- l'une, peu représentée, faiblement hydromorphe en profondeur,
- l'autre, plus fréquente, plus caillouteuse sur les pentes les plus fortes.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol de profondeur moyenne (50-80 cm)
- Superposition des textures : limon argileux (25 à 35 % d'argile), puis argileux (45 à 50 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance quasi-nul (R voisin de 1,0)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de LAca à Sca)
- Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement de 80-90 cm
- Classe d'hydromorphie : H0 (à H2 localement)
- pH supérieur à 7,5-8,5 dès la surface
- Calcaire total < à 5 %, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile correcte
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Profondeur moyenne. Ressuyage rapide essentiellement lié au substrat sur lequel se trouve ce sol
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol limono-argileux à argileux, brun, calcaire, puis limon argileux, calcaire, beige jaunâtre à 30-40 cm, reposant à 60-85 cm sur une argile limoneuse jaunâtre, puis sur une dalle calcaire avec de nombreux cailloux.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé à la culture de maïs fourrage et parfois de céréales à paille, ainsi qu'aux prairies permanentes ou temporaires

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement limités du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 %

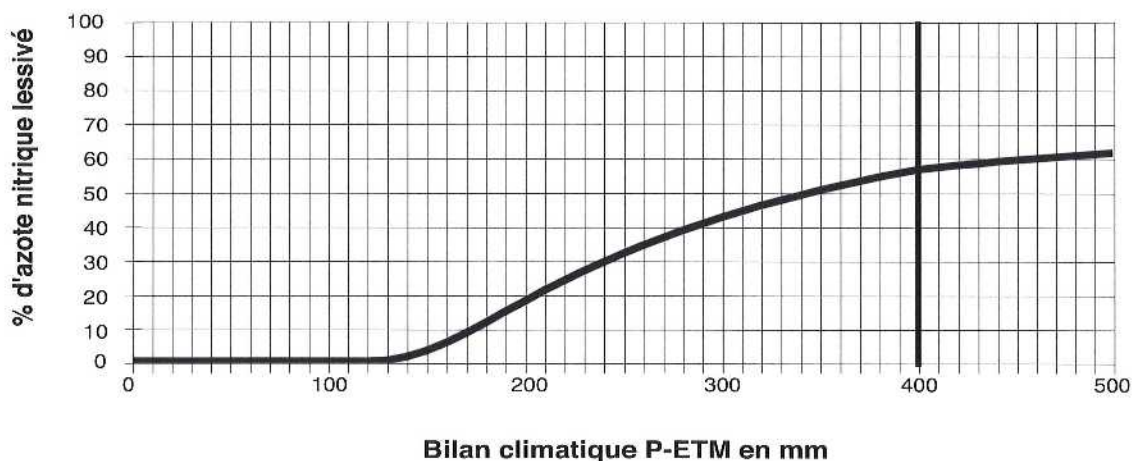
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$), pas d'entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 ou 3 fois

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

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Argile limoneuse, décarbonatée,
 hydromorphe, sur matériau argileux**

10

Sol argilo-limoneux à argileux, brun, puis argileux, beige jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 40-50 cm sur une argile lourde beige jaunâtre, puis jaunâtre à 80-100 cm avec de nombreux cailloux.

Typologie des sols d'Alsace : code 31.2

Classification CPCS : Pélosol hydromorphe sur marne calcaire du Muschelkalk supérieur

Classification RP : Pélosol rédoxique issu de marne calcaire du Muschelkalk supérieur

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie centrale de l'Alsace Bossue (entre Diemeringen - Drulingen) et la vallée de la Sarre. Il correspond généralement aux pentes concaves des collines argilo-calcaires qui présentent des sols assez profonds et hydromorphes. Plutôt qu'un excès d'eau généralisé, on observe souvent de nombreuses mouillères sur les versants. Les sols de cette fiche sont associés aux sols des fiches n° 8 et 9.

Mise en valeur actuelle :

comme pour la fiche 9, et bien que les prairies naturelles ou artificielles y soient plus fréquentes, ce sol présente aussi des cultures de maïs fourrage ou de céréales à paille.

Etendue estimée : de 10 à 12 %



Ce type de sol présente une structure prismatique caractéristique qui peut provoquer des effondrements spectaculaires des bordures de fossés

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- | | | | |
|---|------------------------|--|--|
| - Localisation géographique :
Partie centrale de l'Alsace Bossue | à l'oeil (surface) : |  | - Surfaces prairiales ou cultures de maïs sur pentes |
| - Position topographique :
Versants concaves des collines | au toucher (surface) : |  | - Texture argilo-limoneuse en surface, à argileuse en profondeur |
| - Matériau :
Matériau argileux, décarbonaté, à cailloux et blocs, hydromorphe | à la pissette (HCl) : |  | - Pas d'effervescence à l'acide jusqu'à 50 cm et plus |
| | à la tarière : |  | - Sol profond (80-100 cm et plus), taches rouille à 20-30 cm |

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Argile limoneuse, décarbonatée,
 hydromorphe, sur matériau argileux**

10

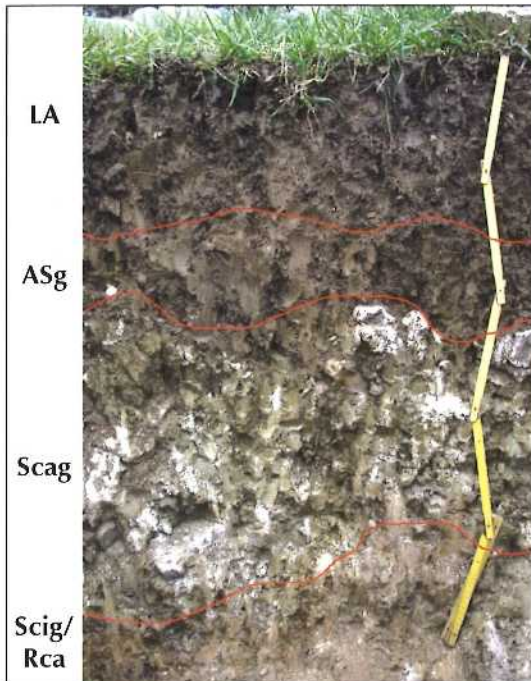
Sol argilo-limoneux à argileux, brun, puis argileux, beige jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 40-50 cm sur une argile lourde beige jaunâtre, puis jaunâtre à 80-100 cm avec de nombreux cailloux.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Lorentzen : X = 954,0 - Y = 2452,0

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Variante avec réprécipitations calcaires à 50-80 cm



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-20 cm) - Argile, brun (2,5 Y 32), structure prismatique à polyédrique nette (100 à 200 mm), compact, non friable. Rares taches rouille. Nombreuses racines fines. Quelques cailloux.

Horizon ASg (20-45 cm) - Argile lourde, beige (2,5 Y 43), structure prismatique à polyédrique nette (100 à 200 mm), compact, non friable. Taches rouille assez nombreuses. Nombreuses racines fines. Quelques cailloux.

Horizon Scag (45-80 cm) - Argile lourde, beige jaunâtre (5 Y 54), calcaire, structure prismatique nette (100 à 200 mm), compact, non friable. Taches rouille assez nombreuses. Peu de racines fines. Nombreux cailloux.

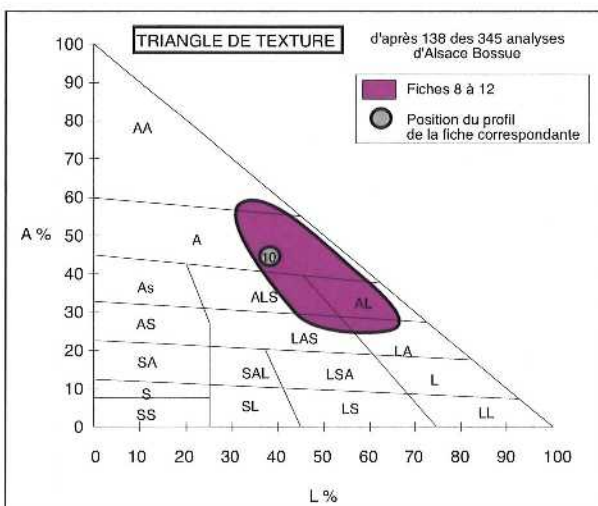
Horizon Scig/Rca (80-100 cm et plus) - Argile lourde, jaunâtre (2,5 Y 54), structure prismatique nette (100 à 200 mm), très compact, non friable. Taches rouille assez nombreuses. Peu de racines fines. Très nombreux cailloux.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	LA	2,5	5,2	13,2	27,3	46,5	5,3
20-45	ASg	1,1	3,5	10,4	20,7	63,2	1,1
45-80	Scag	5,0	2,3	5,4	27,8	59,0	0,5
80-100	Scig/Rca	4,7	1,8	7,6	26,3	59,2	0,3

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CFC	
8,4	2,6	-	56	25	7,9	7,2	41,1	3,62	0,68	0,11	23,5	Sat
5,7	0,4	-	18	1	7,9	6,6	32,7	1,69	0,85	0,09	23,9	Sat
5,7	15,9	4,3	12	-	8,4	7,3	56,1	1,24	0,57	0,11	19,1	Sat
4,5	3,3	-	130	-	8,4	7,2	50,3	1,29	0,51	0,13	20,9	Sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile limoneuse, décarbonatée,
 hydromorphe, sur matériau argileux

10

Sol argilo-limoneux à argileux, brun, puis argileux, beige jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 40-50 cm sur une argile lourde beige jaunâtre, puis jaunâtre à 80-100 cm avec de nombreux cailloux.

Variabilité du sol

Variante plus acide possible localement : pH de surface voisin de 6, absence d'horizon calcaire avant 1 m de profondeur.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-100 cm et plus)
- Superposition des textures : argile limoneuse (35 à 45 % d'argile), puis argile (45 à 60 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,5 à 1,6-1,7 (de LA à Scag)
- Réserve utile de 100 à 140 mm pour un enracinement de 70-80 cm
- Classe d'hydromorphie : H3
- pH de 6,0 à 7,5 en surface
- Calcaire total < à 2 %, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile correcte
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat très argileux sur lequel se trouve ce sol
- Pas ou peu de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol argilo-limoneux à argileux, brun, puis argileux, beige jaunâtre à 20-30 cm, reposant à 40-50 cm sur une argile lourde beige jaunâtre, puis jaunâtre à 80-100 cm avec de nombreux cailloux.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé sur certaines surfaces à la culture de maïs fourrage et parfois de céréales à paille, ainsi qu'aux prairies temporaires, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à l'automne du fait d'un ressuyage lent

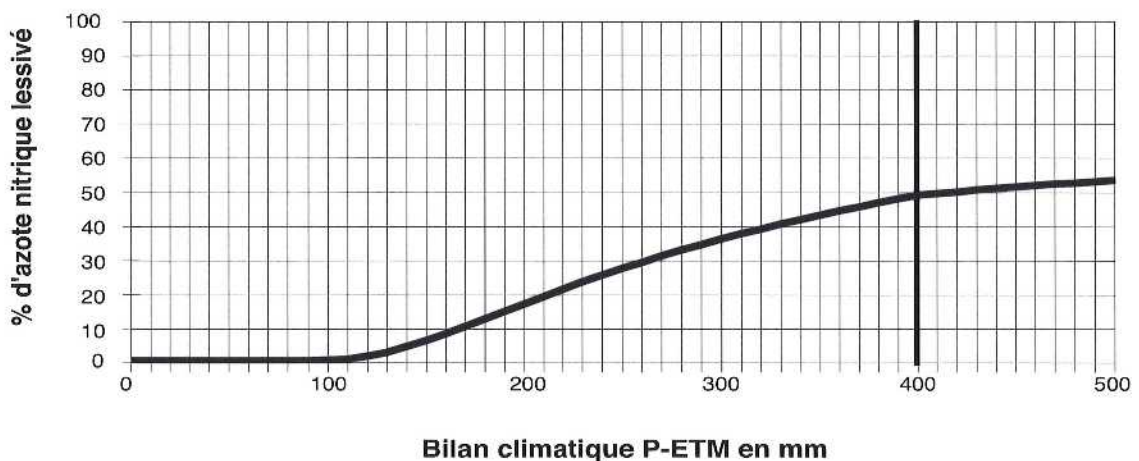
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$), entretien basique à prévoir sans culture si $pH < 6,0$
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 fois

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 ; contraintes liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates
- Contrôle du pH utile
- Vérification du niveau d'excès d'eau à faire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile limoneuse, calcique,
 peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin

11

Sol argilo-limoneux à argileux, brun rougeâtre, puis argileux, beige rougeâtre à 15-20 cm, reposant à 60-100 cm sur une argile limono-sableuse, grisâtre à rosâtre lie de vin, calcaire.

Typologie des sols d'Alsace : code 32.2

Classification CPCS : Pélosol sur marne du Keuper

Classification RP : Pélosol issu de marnes du Keuper

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Ouest de l'Alsace Bossue, plus précisément au Sud-Ouest de Sarrewerden et de la vallée de la Sarre. Il est localisé généralement sur la partie haute des pentes convexes des collines argilo-calcaires des marnes bariolées gris-rougeâtre du Keuper. Ce sont des sols peu à moyennement profonds très argileux. Les sols de cette fiche sont associés dans la partie inférieure des collines aux sols plus humides de la fiche n° 12.

Mise en valeur actuelle :

principalement par des prairies naturelles souvent pâturées, plus localement par des cultures de maïs fourrage ou de céréales à paille.

Etendue estimée : 3 à 4 %



En surface des labours, ce type de sol présente fréquemment, des couleurs bariolées beige, rosâtre clair à lie de vin et gris à gris verdâtre

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Ouest de l'Alsace Bossue

- Position topographique :

Sommets arrondis et versants des collines

- Matériau :

Matériau argileux, décarbonaté à calcaire, généralement sain

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales, plus rarement cultures de maïs et de céréales à paille

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limoneuse en surface, à argileuse en profondeur

à la pissette (HCl) :



- Peu d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol assez profond (60-100 cm et plus), en principe non hydromorphe

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile limoneuse, calcique,
peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin

11

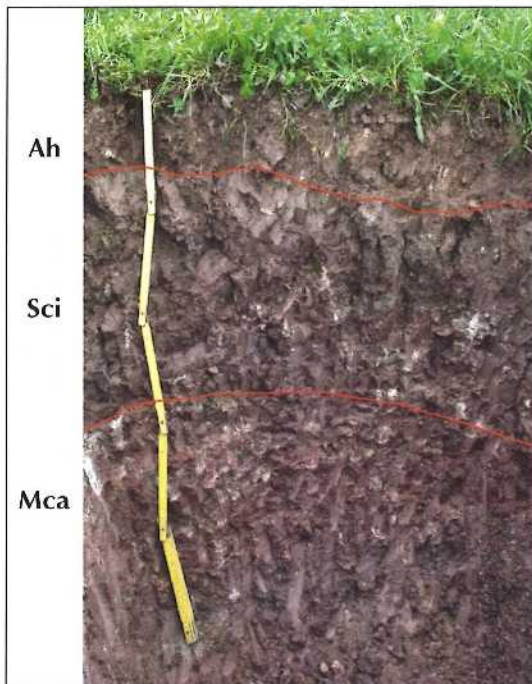
Sol argilo-limoneux à argileux, brun rougeâtre, puis argileux, beige rougeâtre à 15-20 cm, reposant à 60-100 cm sur une argile limono-sableuse, grisâtre à rosâtre lie de vin, calcaire.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Hinsingen : X = 941,0 - Y = 2449,9

Profil présenté plus sableux en surface



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-15 cm) - Argile limono-sableuse, brun (7,5 YR 32), structure polyédrique nette (20 à 30 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines fines.

Horizon Sci (15-60 cm) - Argile, beige clair (2,5 YR 43), faiblement calcaire, structure polyédrique (50 mm) à prismatique (100 mm) nette, compact, non friable. Nombreuses racines fines.

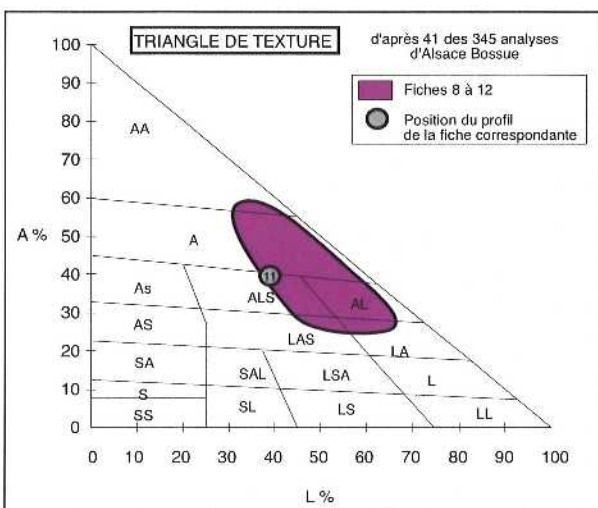
Horizon Mca (60-100 cm et plus) - Argile limono-sableuse, rosâtre (2,5 YR 34) à grisâtre (2,5 Y 51), calcaire, structure continue, très compact. Pas ou peu de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-15	Ah	19,7	9,6	14,9	19,2	33,0	3,7
15-60	Sci	1,9	2,3	10,0	28,7	56,3	0,7
60-100	Mca	17,9	5,9	7,4	26,1	42,3	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0	-	340	26	6,6	5,8	17,2	3,32	0,47	0,07	17,2	Sat
8,4	12,4	3,1	10	1	8,3	7,3	47,8	5,31	0,60	0,07	19,8	Sat
7,1	12,9	1,4	22	-	8,0	7,2	41,8	4,91	0,45	0,06	17,4	Sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile limoneuse, calcique,
 peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin

11

Sol argilo-limoneux à argileux, brun rougeâtre, puis argileux, beige rougeâtre à 15-20 cm, reposant à 60-100 cm sur une argile limono-sableuse, grisâtre à rosâtre lie de vin, calcaire.

Variabilité du sol

Une variante légèrement limono-argileuse est possible localement.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol moyennement profond à profond (60-100 cm et plus)
- Superposition des textures : argile limoneuse (35 à 45 % d'argile), puis argile (45 à 60 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,2 à 1,5 (de Ah à Sci)
- Réserve utile de 100 à 150 mm pour un enracinement de 70-80 cm
- Classe d'hydromorphie : H0-H2
- pH de 6,5 à 7,5 en surface
- Calcaire total de 2 à 15 %, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile correcte
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat très argileux sur lequel se trouve ce sol
- Pas ou peu de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile limoneuse, calcique,
 peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin

11

Sol argilo-limoneux à argileux, brun rougeâtre, puis argileux, beige rougeâtre à 15-20 cm, reposant à 60-100 cm sur une argile limono-sableuse, grisâtre à rosâtre lie de vin, calcaire.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies et parfois à la culture de maïs et de céréales à paille, ainsi qu'aux prairies temporaires, sous réserve de l'évacuation de l'eau en excès localement. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Possibilités de conduire des itinéraires techniques nécessitant de nombreuses interventions
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles ressuyées au début du printemps et à l'automne du fait d'un ressuyage lent

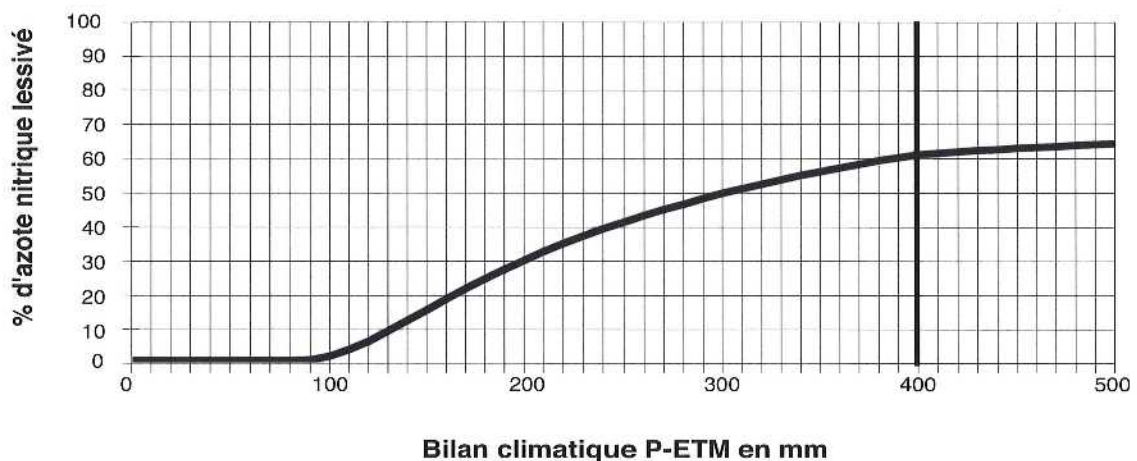
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$) ; entretien basique à prévoir sous culture si $pH < 6,0$
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 fois

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 du risque de lessivage des nitrates ; contrainte localement liée à l'hydromorphie
- Contrôle du pH et vérification du niveau d'excès d'eau utiles
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Argile, décarbonatée, hydromorphe
 sur argile gris-lie de vin**

12

Sol argileux, brun noir, puis beige à 15-20 cm, reposant à 70-100 cm sur une argile lourde gris-rosâtre, puis à 140 cm sur une argile limono-sableuse rougeâtre lie de vin calcaire à plages grises.

Typologie des sols d'Alsace : code 31.3

Classification CPCS : Sol brun colluvial hydromorphe sur marne du Keuper

Classification RP : Pélosol colluvique réductique issu de marnes du Keuper

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie Ouest de l'Alsace Bossue, comme le précédent au Sud-Ouest de Sarrewerden dans la vallée de la Sarre. Il correspond généralement à la partie basse des pentes concaves et aux thalwegs de collines arrondies argilo-calcaires des marnes bariolées gris-rougeâtre du Keuper. Ces sols sont profonds très argileux et souvent très humides. Les sols de cette fiche sont associés aux sols de la fiche n° 11 plus sains.

Mise en valeur actuelle :

principalement par des prairies naturelles humides à très humides souvent pâturées, plus rarement fauchées.

Etendue estimée : 3 à 4 %



Ce type de sol se situe fréquemment en bas de versant et dans les thalwegs ;
 il associe des prairies naturelles humides et des bois le plus souvent

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Ouest de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales et bois

- Position topographique :

Bas de versants concaves et vallons
 des collines

au toucher (surface) :



- Texture argileuse en surface
 comme en profondeur

- Matériau :

Matériau argileux,
 décarbonaté à calcaire,
 généralement hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide
 jusqu'à 1 m et plus

à la tarière :



- Sol profond (100-150 cm et
 plus), taches gris rouille à 20 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile, décarbonatée, hydromorphe
sur argile gris-lie de vin

12

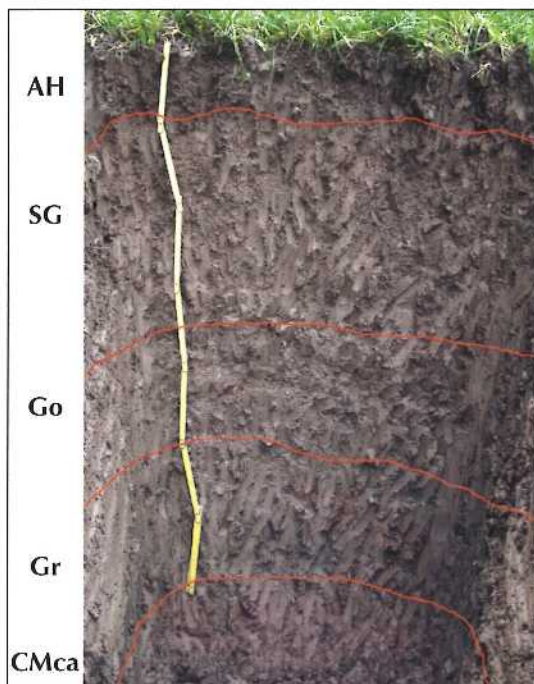
Sol argileux, brun noir, puis beige à 15-20 cm, reposant à 70-100 cm sur une argile lourde gris-rosâtre, puis à 140 cm sur une argile limono-sableuse rougeâtre lie de vin calcaire à plages grises.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Altwiller : X = 941,2 - Y = 2446,1

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon AH (0-15 cm) - Argile, brun noir (5 YR 31), structure polyédrique nette (50 mm), compact, peu friable. Nombreuses racines fines.

Horizon SG (15-70 cm) - Argile, beige (5 YR 42), structure polyédrique (50 mm) nette, compact, non friable. Peu de racines très fines.

Horizon Go (70-100 cm) - Argile, gris-rosâtre (5 Y 41 / 2,5 YR 44), structure continue, très compact. Taches rouille assez nombreuses. Peu de racines très fines.

Horizon Gr (100-140 cm) - Argile lourde, gris-rosâtre (5 Y 41 / 5 YR 43), structure continue, très compact. Quelques taches rouille. Pas de racines.

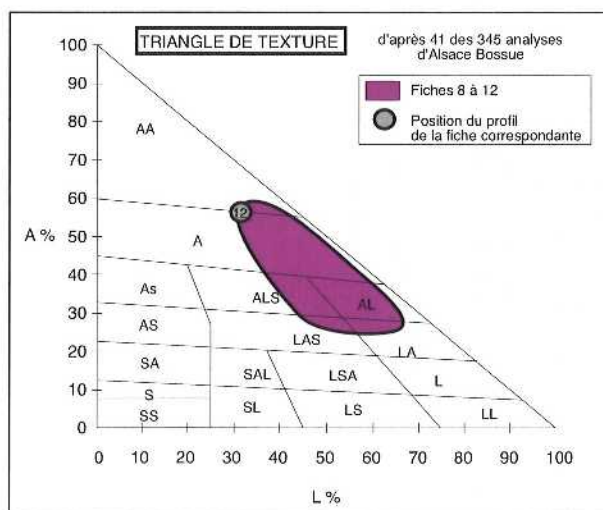
Horizon CMca (140-160 cm et plus) - Argile limono-sableuse, rougeâtre (2,5 YR 43) à plages grisâtre (2,5 YR 61), calcaire, structure polyédrique (50 à 100 mm), très compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-15	AH	7,0	4,9	8,1	20,1	54,3	3,2
15-70	SG	15,3	7,3	10,2	21,9	44,2	0,6
70-100	Go	8,6	6,4	9,7	23,4	50,4	0,8
100-140	Gr	9,5	3,4	6,3	17,0	63,1	0,4
140-160	CMca	16,3	19,5	7,4	20,1	36,2	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 cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,4	1,0	-	38	11	7,7	6,9	25,7	8,58	0,66	0,07	25,6	Sat
8,8	2,3	-	10	1	8,2	7,2	27,8	6,05	0,55	0,05	16,3	Sat
9,0	0,4	-	10	-	8,1	7,0	19,3	7,94	0,64	0,06	18,5	Sat
7,9	0,4	-	10	-	8,2	7,0	21,3	10,2	0,68	0,07	21,6	Sat
9,5	18,4	1,4	10	-	8,2	7,2	28,1	9,47	0,40	0,05	14,5	Sat



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile, décarbonatée, hydromorphe
 sur argile gris-lie de vin

12

Sol argileux, brun noir, puis beige à 15-20 cm, reposant à 70-100 cm sur une argile lourde gris-rosâtre, puis à 140 cm sur une argile limono-sableuse rougeâtre lie de vin calcaire à plages grises.

Variabilité du sol

Parfois, texture de surface plus limoneuse. Variante hydromorphe sans gley possible aussi.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : argile (45 à 60 % d'argile), en surface comme en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de AH à Go)
- Réserve utile de 150 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3-H3+(parfois H4)
- pH de 7,5 à 8,0 en surface
- Pas de calcaire total jusqu'à 100 cm et plus, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile importante
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du matériau très argileux sur lequel se trouve ce sol ; entrée dans les parcelles quasiment impossible en début de printemps et dès le milieu de l'automne
- Pas ou peu de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol argileux, brun noir, puis beige à 15-20 cm, reposant à 70-100 cm sur une argile lourde gris-rosâtre, puis à 140 cm sur une argile limono-sableuse rougeâtre lie de vin calcaire à plages grises.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies naturelles humides, très rarement aux cultures du fait de la nécessité de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles ressuyées au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un ressuyage très lent

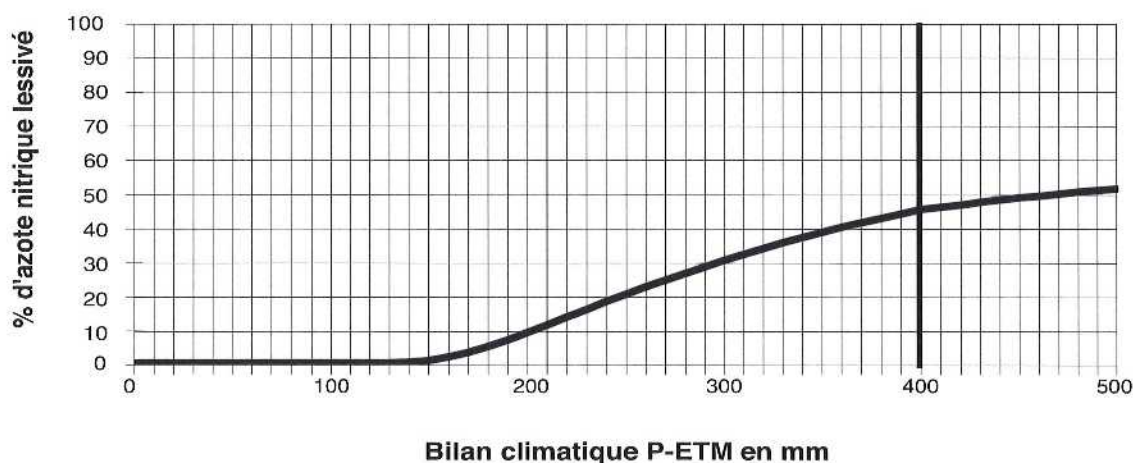
Fertilisation

- Sol saturé en bases ($S/T > 100\%$), pas d'entretien basique 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

- A peine suffisant ; contraintes importantes liées à l'hydromorphie, et secondairement au risque de lessivage des nitrates

Sol limono-argilo-sableux, brun, puis beige grisé à 20 cm, reposant à 45-70 cm sur une argile limoneuse gris-rouille, devenant ocre grisâtre à 120-150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.6

Classification CPCS : Sol brun lessivé hydromorphe sur limons d'apport et d'altération des marnes

Classification RP : Néoluvisol rédoxique issu de limons d'apport et d'altération des marnes

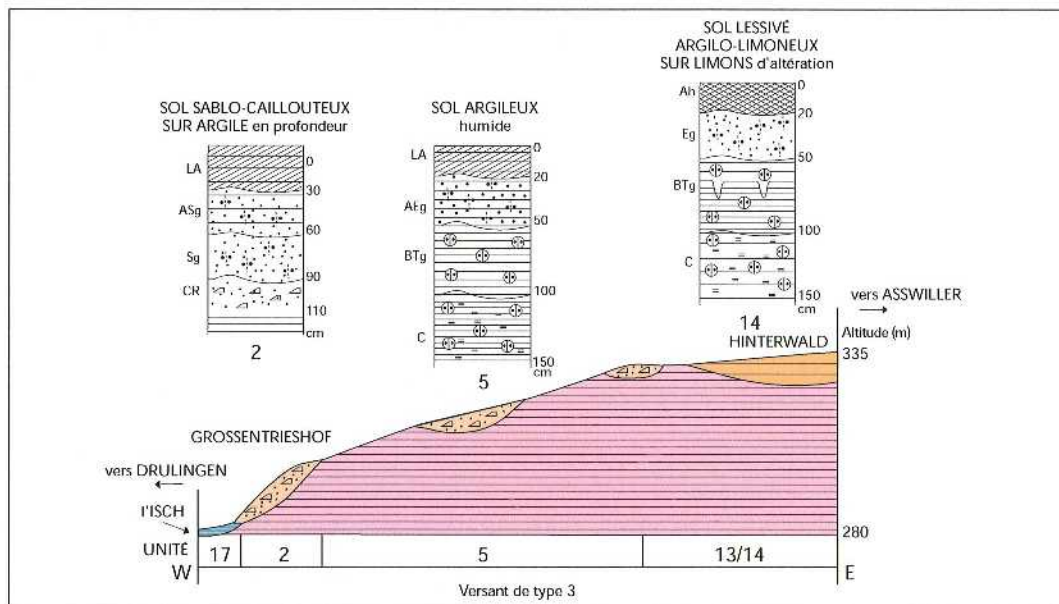
GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est disséminé sur l'ensemble de l'Alsace Bossue. Il correspond le plus souvent à des situations de plateau ou de pentes faibles rectilignes du haut des collines. Ces sols à tendance limoneuse en surface sont relativement humides du fait d'un plancher argileux vers 40-60 cm de profondeur. Ils sont associés aux sols de la fiche n° 14 dont le niveau plus argileux, est plus proche de la surface.

Mise en valeur actuelle :

sur ces sols, les prairies naturelles humides laissent souvent la place à des cultures de maïs fourrage (ou grain) et autres cultures céréalières ; celles-ci sont souvent préférentiellement localisées sur des sols drainés.

Etendue estimée : 3 à 4 %



Ce type de sol se situe fréquemment dans les parties planes des hauts de collines ; il est le plus souvent cultivé avec du maïs

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Ensemble de l'Alsace Bossue

- Position topographique :

Parties planes des hauts de collines

- Matériau :

Matériau limono-argilo-sableux, plus ou moins acide, hydromorphe, superposé à une argile limoneuse

à l'oeil (surface) :



- Surfaces cultivées en maïs

au toucher (surface) :



- Texture à dominante limoneuse en surface, plus argileuse en profondeur vers 50-80 cm

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100 cm et plus), taches rouille à partir de 30-50 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe
sur argile limoneuse

13

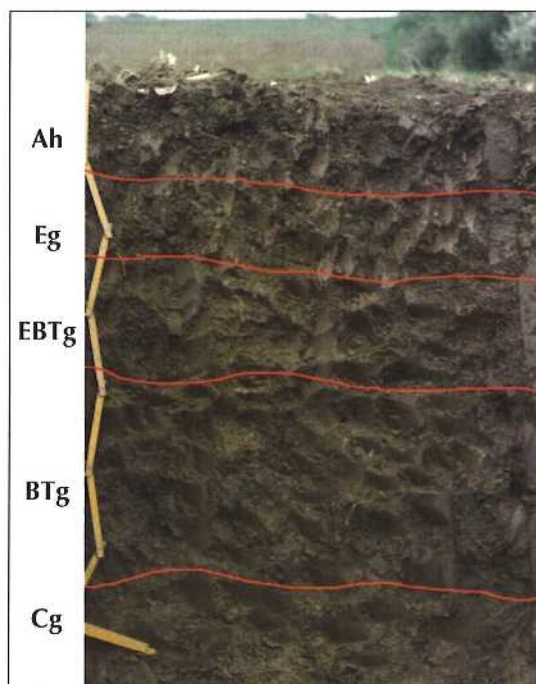
Sol limono-argilo-sableux, brun, puis beige grisé à 20 cm, reposant à 45-70 cm sur une argile limoneuse gris-rouille, devenant ocre grisâtre à 120-150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Avril 1992 - Prairie

Siewiller : X = 958,6 - Y = 2439,2

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-20 cm) - Limon argilo-sableux, brun (10 YR 43), structure grumeleuse nette (5 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines fines.

Horizon Eg (20-45 cm) - Limon sablo-argileux, beige grisé (10 YR 62), structure polyédrique (10 mm) nette, peu compact, peu friable. Peu de racines très fines.

Horizon EBTg (45-70 cm) - Argile limoneuse, grisé (10 YR 52/54), structure squameuse (50 mm), compact. Taches gris-rouille assez nombreuses. Peu de racines très fines.

Horizon BTg (70-120 cm) - Argile limoneuse, ocre gris-blanchâtre (10 YR 56/72), structure squameuse (100 mm), très compact. Nombreuses taches gris-rouille. Pas de racines.

Horizon Cg (120-150 cm et plus) - Argile limoneuse, ocre bariolé de gris (10 YR 68/62), structure squameuse (50 mm), très compact, quelques trainées gris-rouille. Pas de racines.

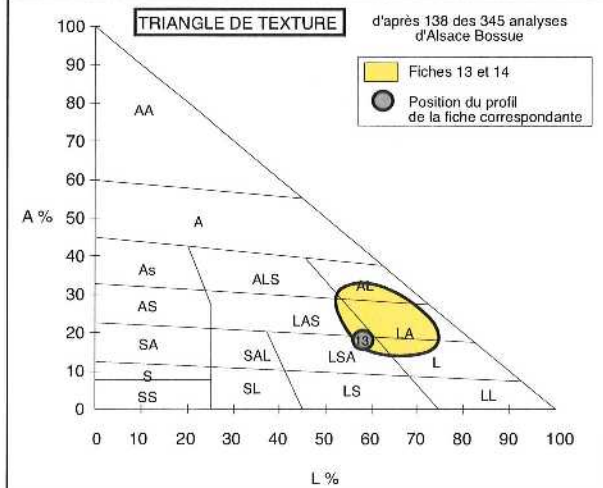
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.C.	S.F.	L.C.	L.F.	A.	
0-20	Ah	2,2	14,4	23,4	32,2	20,9	6,8
20-45	Eg	13,6	13,3	22,7	31,8	17,3	1,3
45-70	EBTg	5,1	10,7	22,0	30,9	30,9	0,3
70-120	BTg	10,5	18,7	19,7	21,5	29,5	0,2
120-150	Cg	4,2	27,1	18,9	17,0	32,6	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy: IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
11,2	0,2	-	56	-	6,5	5,7	12,1	4,57	0,20	0,11	16,2	Sat
8,7	0,2	-	6	-	7,5	6,2	6,2	2,69	0,11	0,06	9,1	Sat
4,8	0,2	-	10	-	7,5	6,2	8,9	6,28	0,27	0,10	13,6	Sat
4,4	0,2	-	10	-	6,8	5,0	7,7	7,68	0,27	0,11	14,7	Sat
3,9	0,2	-	10	-	7,4	5,5	9,5	8,64	0,27	0,14	14,4	Sat

TRIANGLE DE TEXTURE



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe
sur argile limoneuse**

13

Sol limono-argilo-sableux, brun, puis beige grisé à 20 cm, reposant à 45-70 cm sur une argile limoneuse gris-rouille, devenant ocre grisâtre à 120-150 cm.

Variabilité du sol

Variante pouvant être carbonatée entre 50 et 100 cm du fait d'une faible épaisseur des dépôts limoneux. Les 2 types sont souvent associés sur les mêmes parcelles ce qui rend difficile le diagnostic de chaulage.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon argilo-sableux à limon sablo-argileux (15 à 20 % d'argile) en surface, argile limoneuse (30 à 35 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance faible à moyen (R = 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,0 à 1,6-1,7 (de Ah à BTg)
- Réserve utile de 160 à 180 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2-H3
- pH de 6,0 à 6,5 en surface
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant saturé ou presque saturé (voisin de 80-100 %)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile importante
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées si le taux de matière organique reste supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat argilo-limoneux sur lequel se trouve ce sol et de la structure ; entrée dans les parcelles parfois difficile en début de printemps et dès le milieu de l'automne
- Sensibilité à la battance faible à moyenne
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol limono-argilo-sableux, brun, puis beige grisé à 20 cm, reposant à 45-70 cm sur une argile limoneuse gris-rouille, devenant ocre grisâtre à 120-150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies humides ou à la culture du maïs après évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement limités si le taux de matière organique est supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un ressuyage lent

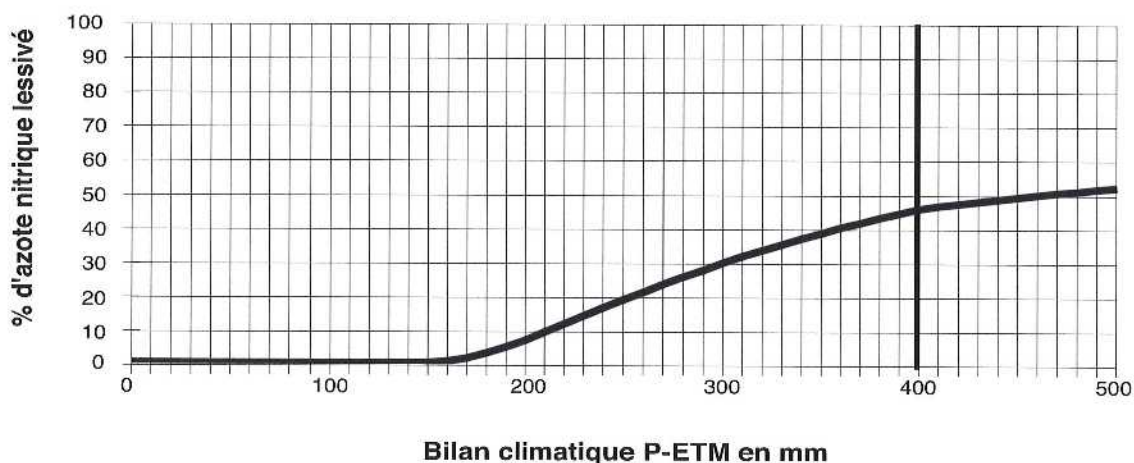
Fertilisation

- Sol saturé ou presque saturé en bases (S/T voisin de 80-100 %), entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 fois

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 ; contraintes liées au risque de lessivage des nitrates et à l'hydromorphie
- Nécessité de vérifier le pH
- Vérification du niveau d'excès d'eau nécessaire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible
- Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, acide, très hydromorphe
 sur argile limoneuse**

14

Sol limoneux à limono-argileux, brun, puis beige clair à 20-30 cm, reposant à 40-100 cm sur une argile limoneuse gris-orangé, devenant jaunâtre à 100-150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 22.0

Classification CPC : Sol lessivé glossique à pseudogley sur limons d'apport

Classification RP : Luvisol rédoxique issu de limons d'apport

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est disséminé sur l'ensemble de l'Alsace Bossue. Comme pour la fiche n° 13, il correspond à des situations de plateau ou de pentes faibles rectilignes du haut des collines. Ces sols à tendance limoneuse en surface peuvent être très humides du fait d'un plancher argileux vers 40-60 cm de profondeur. Ils sont associés aux sols de la fiche n° 13 au plancher argileux en principe plus profond.

Mise en valeur actuelle :

comme pour les sols de la fiche n°13, les prairies naturelles humides laissent souvent la place à des cultures de maïs fourrage (ou grain) et autres cultures céréalières ; celles-ci sont souvent préférentiellement localisées sur des sols drainés.

Etendue estimée : 3 à 5 %



Ce type de sol montre fréquemment des états de surface qui traduisent une sensibilité affirmée aux phénomènes de battance

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Ensemble de l'Alsace Bossue

- Position topographique :

Parties planes des hauts de collines

- Matériau :

Matériau limoneux à limono-argileux, acide, hydromorphe, superposé à une argile limoneuse

à l'oeil (surface) :



- Surfaces cultivées en maïs

au toucher (surface) :



- Texture à dominante limoneuse en surface, argileuse en profondeur vers 30-40 cm

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100 cm et plus), taches gris-rouille dès 20-30 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

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

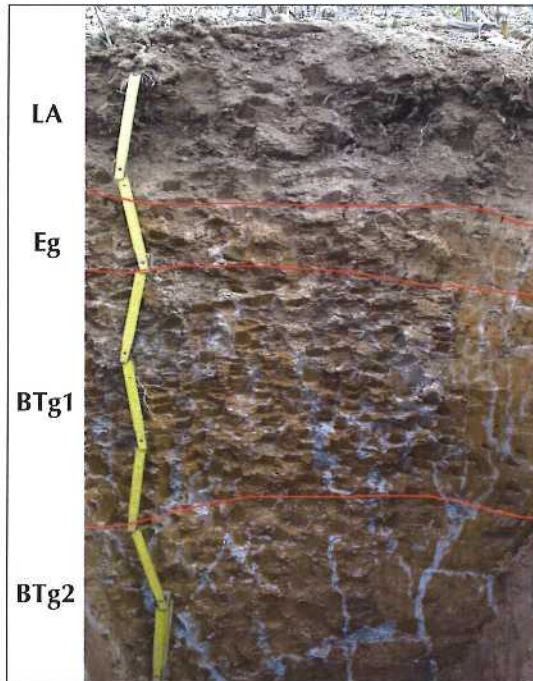
14

Sol limoneux à limono-argileux, brun, puis beige clair à 20-30 cm, reposant à 40-100 cm sur une argile limoneuse gris-orangé, devenant jaunâtre à 100-150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Maïß

Diedendorf : X = 944,0 - Y = 2441,9



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon LA (0-25 cm) - Limon, beige (10 YR 53), structure polyédrique nette (10 mm), peu compact, peu friable. Peu de racines fines.

Horizon Eg (25-40 cm) - Limon, beige clair (10 YR 64), structure polyédrique (20 à 30 mm) nette, peu compact, peu friable. Taches rouille et concrétions noires assez nombreuses. Peu de racines fines.

Horizon BTg1 (40-100 cm) - Argile limoneuse, gris orangé (7,5 YR 66 / 10 YR 72), structure prismatique (100 à 200 mm), très compact. Très nombreuses taches gris-rouille. Pas ou peu de racines très fines.

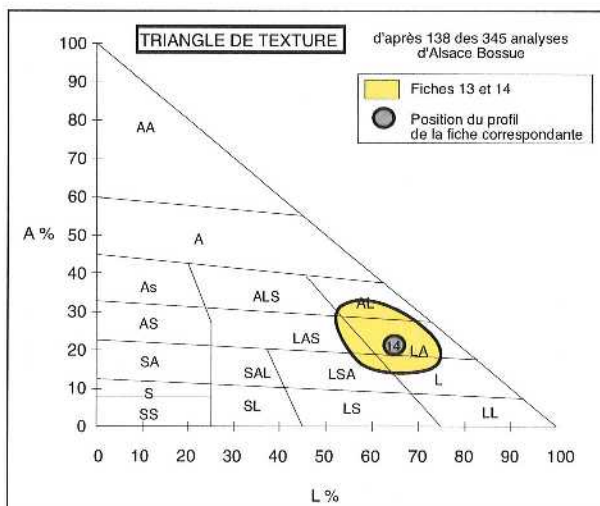
Horizon BTg2 (100-150 cm) - Limon argileux, jaunâtre (10 YR 74), structure prismatique (200 à 300 mm), très compact. Très nombreuses taches gris-rouille. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	LA	5,9	3,7	29,7	35,5	23,4	1,8
25-40	Eg	6,1	3,3	30,1	35,6	23,4	1,5
40-100	BTg1	1,0	1,4	29,5	26,7	41,1	0,3
100-150	BTg2	4,4	2,7	23,7	40,2	28,8	0,1

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					s/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,5	0	-	67	33	6,5	5,9	12,3	1,74	0,66	0,04	10,8	Sat
8,9	0,3	-	45	22	6,9	5,9	9,40	1,69	0,57	0,05	10,3	Sat
5,6	0	-	10	-	5,0	3,9	9,75	2,88	0,43	0,06	16,6	79
3,7	0	-	10	-	4,9	3,6	5,53	2,78	0,26	0,05	14,4	60



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, acide, très hydromorphe
sur argile limoneuse**

14

Sol limoneux à limono-argileux, brun, puis beige clair à 20-30 cm, reposant à 40-100 cm sur une argile limoneuse gris-orangé, devenant jaunâtre à 100-150 cm.

Variabilité du sol

Une première variante est limono-sableuse, limono-sablo-argileuse, limono-argilo-sableuse ou limono-argileuse sur les 50 premiers cm de sol. Ces types dépendent des conditions de matériaux environnants et peuvent être associés sur les mêmes parcelles.

Une seconde variante est tronquée (départ des limons par érosion sur les 40 à 60 premiers cm) et présente une argile limoneuse dès la surface. Ce type fait souvent transition avec le sol des fiches 9 et 10.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon à limon argileux (15 à 25 % d'argile) en surface, argile limoneuse (35 à 45 % d'argile) en profondeur
- Indice de battance moyen à élevé (R = 1,4 à 1,8)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,6 à 1,7 (de LA à BTg)
- Réserve utile de 160 à 240 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3-H3+
- pH de 5,0 à 6,0 en surface (6,0 à 6,5 après chaulage)
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant désaturé (compris entre 50 et 80 %)

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile importante
- Risque de tassement en conditions non ressuyées sur les terrains mis en culture car le taux de matière organique y est souvent inférieur à 2,0 %
- Substrat à ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat argilo-limoneux sur lequel se trouve ce sol et de sa structure ; entrée dans les parcelles quasiment impossible en début de printemps et dès le milieu de l'automne
- Sensibilité à la battance moyenne à élevée
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur à peine suffisant

Sol limoneux à limono-argileux, brun, puis beige clair à 20-30 cm, reposant à 40-100 cm sur une argile limoneuse gris-orangé, devenant jaunâtre à 100-150 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole souvent associé à la culture du maïs après évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement importants si le taux de matière organique est inférieur à 2 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un ressuyage très lent

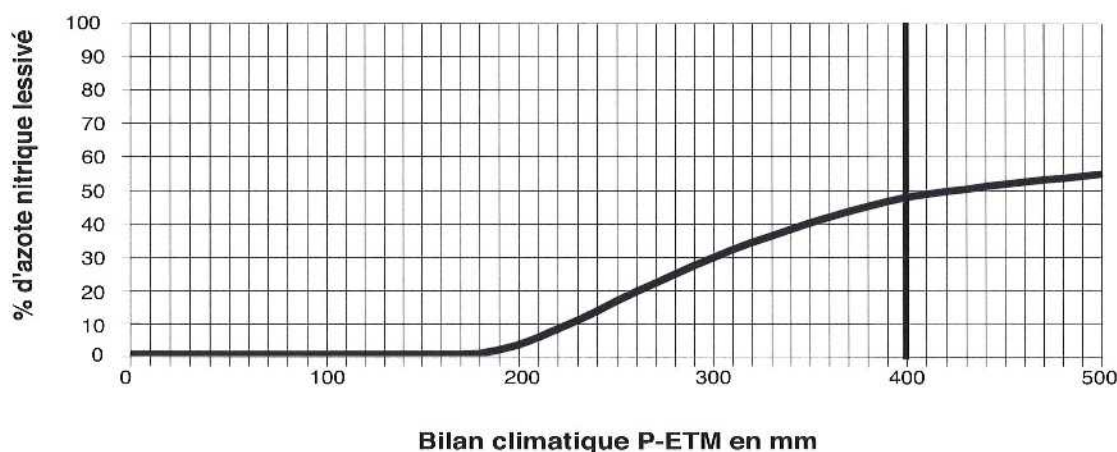
Fertilisation

- Sol désaturé en bases (S/T de 50 à 80 %), amendement basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 2 ou 3 fois

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 ; contraintes importantes liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates
- Contrôle régulier du pH indispensable
- Vérification du niveau d'excès d'eau nécessaire
- Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte en adaptant le calendrier d'épandage des sous-produits contenant de l'azote disponible
- Sur ces sols à tendance acide, l'épandage de sous-produits minéraux riches en calcium est agronomiquement valorisé

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe
sur alluvions récentes

15

Sol argilo-limoneux, brun, puis gris jaunâtre à 20 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile limono-sableuse gris-rouille, puis à 160 cm sur une argile grisâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.2

Classification CPCS : Sol à gley réduit sur alluvions récentes argileuses

Classification RP : Réductisol fluviqne argileux issu d'alluvions récentes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol correspond aux vallées les plus larges de l'Alsace Bossue ; la Sarre, l'Isch et l'Eichel. Il correspond à la partie la plus basse des vallées où les dépôts argileux sont prédominants. Ces sols sont profonds, très argileux, avec un niveau de nappe permanente proche de la surface. Ces sols sont de plus fréquemment inondés au printemps.

Mise en valeur actuelle :

pratiquement que des prairies naturelles humides à très humides souvent pâturées, rarement fauchées.

Etendue estimée : environ 10 %



Ce type de sol se situe dans les vallées à fond plat ; de ce fait au printemps la nappe affleure à la surface du sol

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Vallées de la Sarre, de l'Isch et de l'Eichel

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales et bois, souvent inondées au printemps

- Position topographique :

Fonds de vallées larges à fond plat

au toucher (surface) :



- Texture argilo-limoneuse en surface comme en profondeur

- Matériau :

Matériau argileux, décarbonaté à calcique, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas ou très peu d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100-150 cm et plus), taches rouille dès la surface puis gris-rouille vers 40 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe
sur alluvions récentes

15

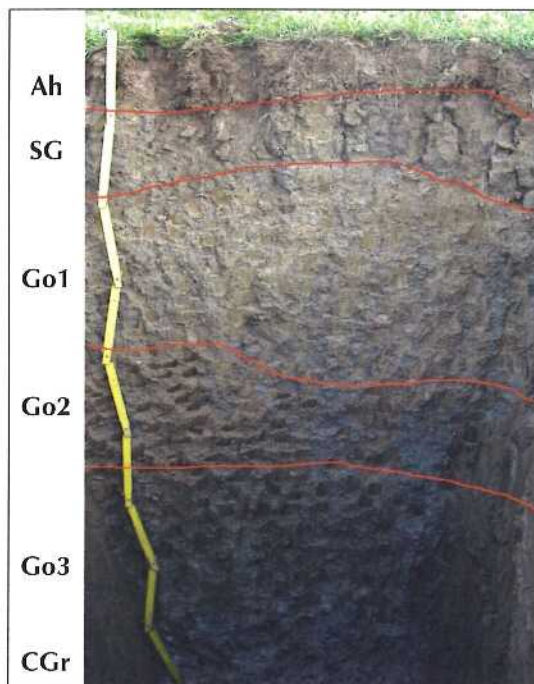
Sol argilo-limoneux, brun, puis gris jaunâtre à 20 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile limono-sableuse gris-rouille, puis à 160 cm sur une argile grisâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Keskastel : X = 944,0 - Y = 2451,1

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-15 cm) - Argile limoneuse, brun (10 YR 5/3), structure polyédrique nette (10 mm), peu compact, peu friable. Quelques taches rouille. Nombreuses racines fines.

Horizon SG (15-40 cm) - Argile limoneuse, gris jaunâtre (5 Y 5/2), structure prismatique (150 mm) nette, compact, non friable. Nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines fines.

Horizon Go1 (40-80 cm) - Argile limoneuse, jaunâtre gris (5 Y 4/2), structure continue, compact. Nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines très fines.

Horizon Go2 (80-110 cm) - Argile limono-sableuse, gris-rouille (5 GY 6), structure continue, très compact. Très nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines très fines.

Horizon Go3 (110-160 cm et plus) - Argile limono-sableuse, gris-rouille (10 Y 5), structure continue, très compact. Nombreuses taches gris-rouille.

Horizon CGr (160-180 cm) - Argile limoneuse, grisâtre (5 BG 5), structure continue, compact.

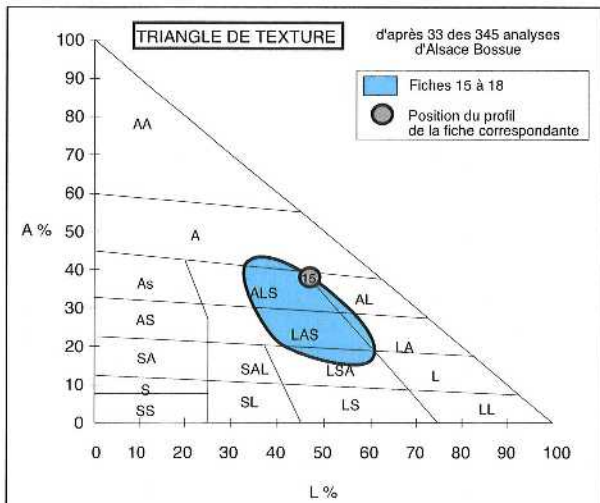
PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-15	Ah	1,3	1,8	11,3	37,5	40,3	7,8
15-40	SG	3,0	2,6	11,4	39,0	42,0	2,0
40-80	Go1	3,9	3,0	11,9	43,3	36,6	1,3
80-110	Go2	8,3	15,9	19,5	26,5	29,1	0,6
110-160	Go3	9,5	9,6	16,7	30,7	32,7	0,7
160-180	CGr	2,7	3,3	19,9	34,7	38,7	0,9

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 cmol/kg					S _r en %
							Ca	Mg	K	Na	CTC	
8,7	0	-	37	19	5,7	4,5	19,5	4,91	0,57	0,13	25,4	99
7,3	0	-	12	4	6,8	5,2	19,5	5,36	0,43	0,07	19,1	Sat
8,0	0,2	-	27	-	7,0	5,5	16,2	4,56	0,40	0,03	15,7	Sat
7,7	0,2	-	15	-	7,4	6,0	13,3	4,17	0,38	0,05	13,3	Sat
7,4	0,3	-	25	-	7,4	6,1	15,4	5,21	0,38	0,04	15,0	Sat
7,3	0,2	-	25	-	7,4	5,8	19,4	6,70	0,45	0,06	18,1	Sat

TRIANGLE DE TEXTURE



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe
 sur alluvions récentes

15

Sol argilo-limoneux, brun, puis gris jaunâtre à 20 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile limono-sableuse gris-rouille, puis à 160 cm sur une argile grisâtre.

Variabilité du sol

Variante limono-argilo-sableuse à argilo-limono-sableuse hydromorphe à gley profond (100-120 cm) possible en amont des cours d'eau de l'Isch et de l'Eichel en direction des Vosges gréseuses.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : argile limoneuse à argile (35 à 45 % d'argile), en surface comme en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 0,8-1,0 à 1,4-1,6 (de Ah à Go)
- Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H3+ à H4
- pH de 6,0-6,5 en surface
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile limitée par le niveau de nappe permanente
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat très argileux sur lequel se trouve ce sol ; entrée dans les parcelles quasiment impossible en début de printemps et dès le milieu de l'automne
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol argilo-limoneux, brun, puis gris jaunâtre à 20 cm, reposant à 80-110 cm sur une argile limono-sableuse gris-rouille, puis à 160 cm sur une argile grisâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies naturelles humides, très rarement aux cultures du fait de l'excès d'eau
- Difficulté de maîtriser le niveau de la nappe

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un ressuyage lent

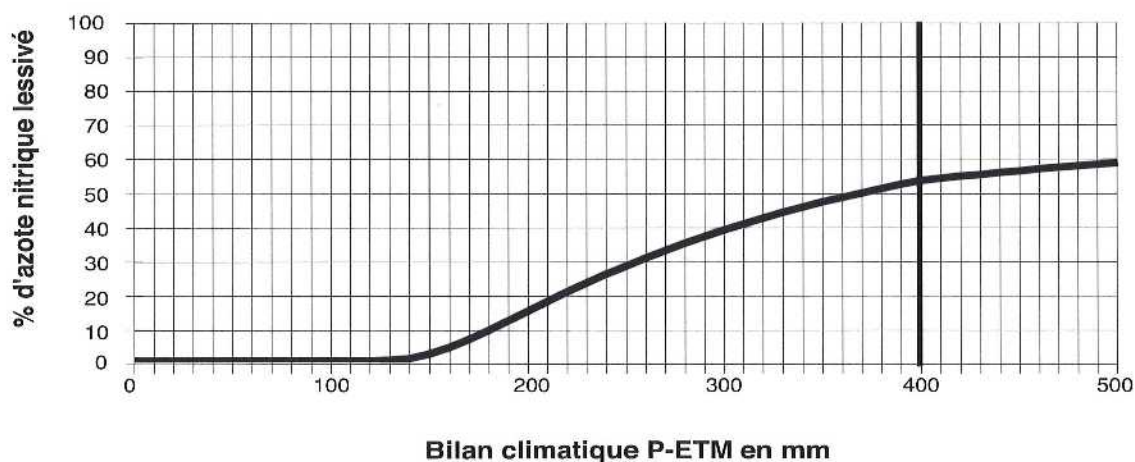
Fertilisation

- Sol saturé en bases (S/T voisin de 100 %), entretien basique à prévoir sous culture si pH < 6,0
- 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 du fort excès d'eau, du caractère inondable et du risque de lessivage des nitrates
- Nécessité de vérifier régulièrement le pH

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcique, très hydromorphe
 sur alluvions-colluvions argileuses**

16

**Sol limono-argileux, brun, puis beige à 25 cm,
 reposant à 50-80 cm sur une argile lourde grisâtre à gris olive.**

Typologie des sols d'Alsace : code 31.5

Classification CPCS : Sol hydromorphe à gley oxydé alluvio-colluvial

Classification RP : Colluviosol rédoxique à réductrice issu d'alluvions-colluvions argileuses

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la plupart des thalwegs et des petites vallées de l'Alsace Bossue, qui se raccordent en aval aux vallées plus larges de la Sarre, de l'Isch et de l'Eichel. Il correspond généralement à des entraînements d'éléments fins dans les thalwegs des collines argilo-calcaires issues de différents matériaux marneux. On y trouve des sols profonds à tendance limono-argileuse et souvent très humides.

Mise en valeur actuelle :




principalement les prairies naturelles humides à très humides souvent pâturées, plus rarement fauchées.

Etendue estimée : de 6 à 8 %



Ce type de sol se situe fréquemment dans les thalwegs ; des prairies naturelles humides, des roselières et des bois humides les recouvrent le plus souvent

CRITERES DE RECONNAISSANCE

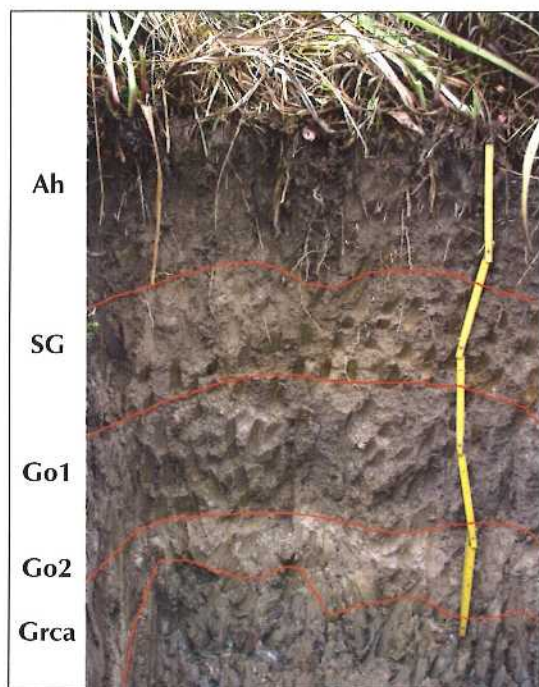
- | | | | |
|---|------------------------|--|---|
| - Localisation géographique :
Ensemble de l'Alsace Bossue | à l'oeil (surface) : |  | - Surfaces prairiales, bois et zones humides |
| - Position topographique :
Bas de versants concaves et vallons des collines | au toucher (surface) : |  | - Texture limono-argileuse en surface, argileuse en profondeur |
| - Matériau :
Matériau limono-argileux, décarbonaté, sur argile calcaire, généralement hydromorphe | à la pissette (HCl) : |  | - Pas d'effervescence à l'acide |
| | à la tarière : |  | - Sol profond (100-150 cm et plus), taches rouille à 25 cm, grises à 50-80 cm |

Sol limono-argileux, brun, puis beige à 25 cm, reposant à 50-80 cm sur une argile lourde grisâtre à gris olive.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Marécage (Grands Carex, Grande Berce, saules et aulnes)

Siltzheim : X = 946,6 - Y = 2461,5



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-25 cm) - Limon argilo-sableux, brun (2,5 Y 32), structures polyédrique et grumeleuse nettes (5 à 10 mm), compact, peu friable. Quelques taches rouille. Nombreuses racines fines.

Horizon SG (25-50 cm) - Limon argileux, beige (2,5 Y 53), structure polyédrique nette (30 à 50 mm), compact, non friable. Nombreuses taches gris-rouille. Nombreuses racines fines.

Horizon Go1 (50-80 cm) - Limon argileux, gris-jaunâtre (2,5 Y 42), structure polyédrique nette (50 à 100 mm), compact. Nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines très fines.

Horizon Go2 (80-90 cm) - Limon, gris-rosâtre (2,5 Y 63), structure continue, compact. Taches gris-rouille assez nombreuses. Pas de racines.

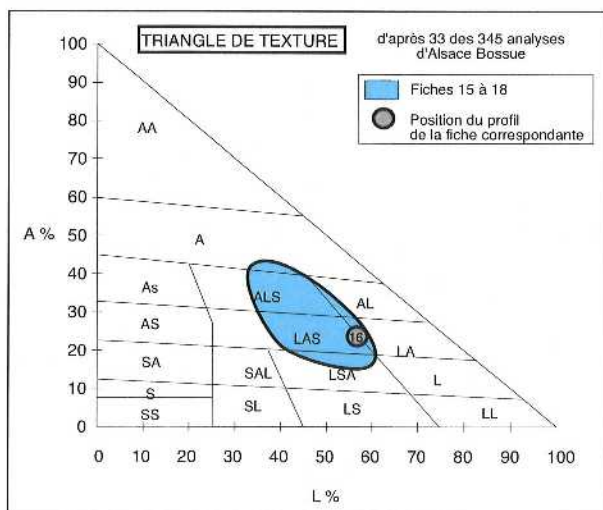
Horizon Grca (90-120 cm et plus) - Argile lourde, grisâtre (5 GY 4) calcaire, structure continue, peu compact. Rares taches rouille. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	Ah	8,3	6,0	27,0	29,5	23,8	5,4
25-50	SG	5,5	5,6	31,2	33,1	23,1	1,5
50-80	Go1	8,0	2,1	28,2	41,1	25,9	1,9
80-90	Go2	1,2	4,8	37,9	34,7	20,6	0,8
90-120	Grca	0,5	0,6	8,6	27,6	62,4	0,5

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
10,0	0	-	78	10	6,6	5,8	14,6	5,41	0,49	0,05	17,5	Sat
9,8	0,4	-	10	3	7,2	6,0	10,0	4,32	0,21	0,05	11,0	Sat
11,0	0,2	-	10	-	7,2	6,0	10,2	4,51	0,26	0,05	12,1	Sat
11,0	0,2	-	22	-	7,7	6,5	6,43	3,72	0,21	0,04	8,1	Sat
7,5	5,4	1,4	10	-	8,5	7,5	36,1	10,7	0,66	0,09	15,3	Sat

**Variabilité des textures de surface :**

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcique, très hydromorphe
 sur alluvions-colluvions argileuses**

16

Sol limono-argileux, brun, puis beige à 25 cm, reposant à 50-80 cm sur une argile lourde grisâtre à gris olive.

Variabilité du sol

Une variante moins hydromorphe est possible notamment dans les têtes de vallon. Quelques taches rouille apparaissent à partir de 60-80 cm seulement et l'horizon de surface peut être un peu moins organique. Les autres caractéristiques sont semblables au profil présenté.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-120 cm et plus)
- Superposition des textures : limon à limon argileux (25 à 35 % d'argile) en surface, argile (> 45 %) en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 3-4
- Densité apparente de 1,2 à 1,6 (de Ah à Go)
- Réserve utile de 140 à 160 mm pour un enracinement de 70-80 cm
- Classe d'hydromorphie : H3-H4 (parfois H1-H2 en tête de vallon)
- pH de 6,5 à 7,5 en surface
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant saturé

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile importante
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat très argileux sur lequel se trouve ce sol ; entrée dans les parcelles quasiment impossible en début de printemps et dès le milieu de l'automne
- Pas ou peu de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon argileux, calcique, très hydromorphe
sur alluvions-colluvions argileuses**

16

Sol limono-argileux, brun, puis beige à 25 cm, reposant à 50-80 cm sur une argile lourde grisâtre à gris olive.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies naturelles humides, très rarement aux cultures du fait de la nécessité de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un ressuyage lent

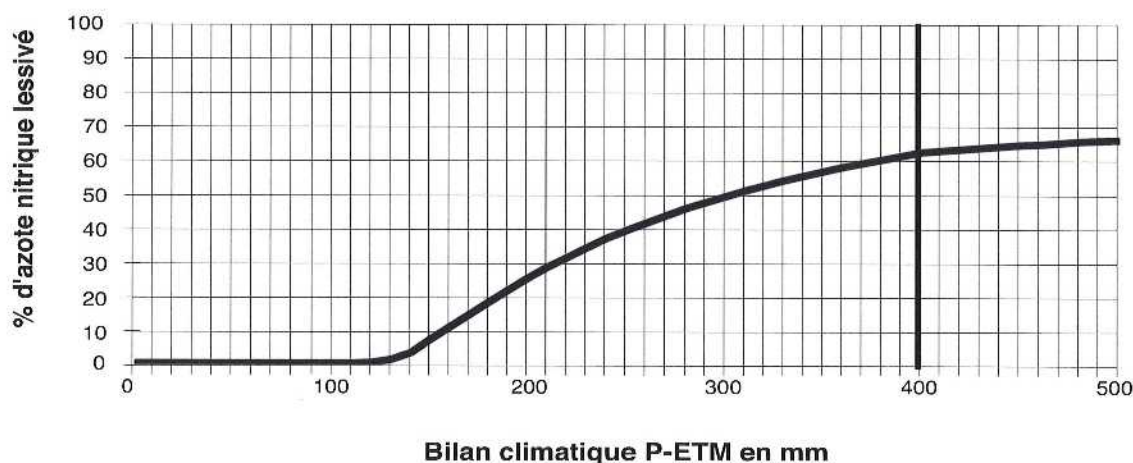
Fertilisation

- Sol saturé en bases (S/T voisin de 100 %), pas d'entretien basique 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 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 ; contraintes importantes liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile, calcique, hydromorphe
 sur colluvions récentes

17

Sol argilo-limono-sableux, brun, puis beige clair à 25 cm, reposant à 40-60 cm sur une argile d'abord jaunâtre-orangé puis grisâtre.

Typologie des sols d'Alsace : code 31.6

Classification CPCS : Pélosol colluvial hydromorphe à pseudogley

Classification RP : Pélosol-colluviosol rédoxique issu de colluvions argileuses

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol se situe dans la partie amont des thalwegs des collines de l'Alsace Bossue. Il correspond généralement à des accumulations d'éléments fins dans les thalwegs des collines argilo-calcaires issues de différents matériaux marneux. Ce sont des sols profonds à tendance argileuse et souvent très humides.

Mise en valeur actuelle :

principalement les prairies naturelles humides à très humides souvent pâturées ou fauchées, plus rarement des cultures de maïs.

Etendue estimée : 2 à 3 %



Dans certaines parcelles retournées pour une mise en culture, ce type de sol conserve une activité biologique liée aux vers de terre très importante

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
 Ensemble de l'Alsace Bossue

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales, bois et zones humides

- **Position topographique :**
 Bas de versants concaves et vallons des collines

au toucher (surface) :



- Texture à dominante argileuse en surface comme en profondeur

- **Matériau :**
 Matériau argileux, décarbonaté à calcaire, généralement hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100 cm et plus), taches rouille à 40-60 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Argile, calcique, hydromorphe
sur colluvions récentes

17

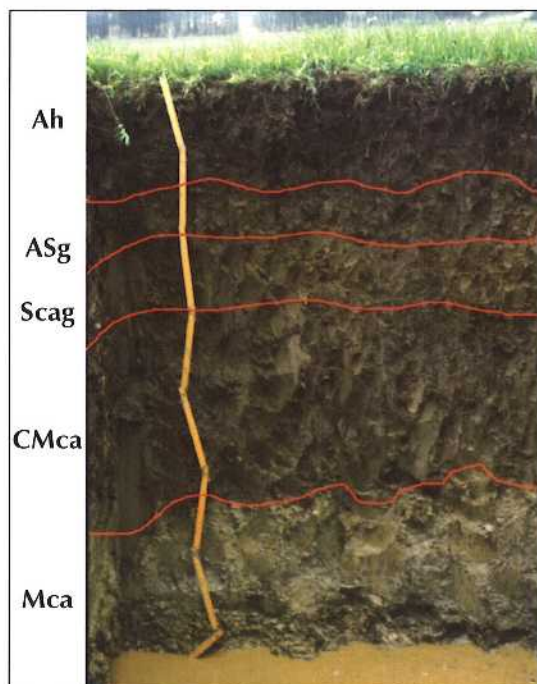
Sol argilo-limono-sableux, brun, puis beige clair à 25 cm, reposant à 40-60 cm sur une argile d'abord jaunâtre-orangé puis grisâtre.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Keskastel : X = 947,6 - Y = 2451,1

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-25 cm) - Argile limono-sableuse, brun (10 YR 32), structure polyédrique nette (10 à 20 mm), peu compact, peu friable. Nombreuses racines fines.

Horizon ASg (25-40 cm) - Argile limono-sableuse, beige clair (10 YR 44), structure polyédrique nette (50 à 80 mm), compact, non friable. Nombreuses taches rouille et concrétions noires. Peu de racines fines.

Horizon Scag (40-60 cm) - Argile, jaunâtre orangé (2,5 Y 56), calcaire, structure polyédrique nette (100 mm), compact. Nombreuses taches rouille et concrétions noires. Peu de racines fines.

Horizon CMca (60-100 cm) - Argile lourde, brun grisâtre (2,5 Y 53), calcaire, structure prismatique (100 à 200 mm), très compact. Pas ou peu de racines fines.

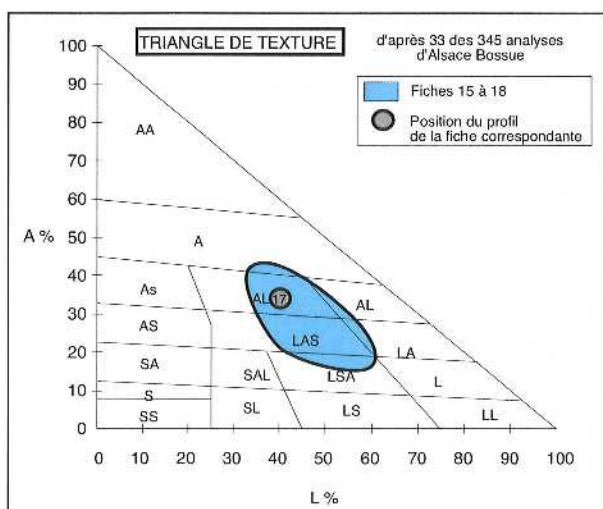
Horizon Mca (> 100 cm) - Argile lourde, grisâtre (5 GY 5), calcaire, structure continue, très compact. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	Ah	16,1	5,0	12,0	26,9	33,6	6,3
25-40	ASg	26,7	6,1	12,4	22,5	29,9	2,3
40-60	Scag	9,4	7,1	10,4	30,2	42,4	0,5
60-100	CMca	2,3	0,9	3,1	23,0	70,4	0,4
> 100	Mca	-	-	-	-	-	-

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy. IH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,9	0,2	-	40	19	7,2	6,4	15,6	8,13	0,74	0,07	20,3	Sat
8,7	0,2	-	10	4	7,6	6,6	11,3	7,04	0,55	0,05	15,1	Sat
7,6	20,3	1,4	10	-	8,4	7,5	16,3	18,8	0,51	0,15	17,4	Sat
6,9	15,9	2,4	10	-	8,8	7,7	37,8	20,4	0,66	0,17	16,4	Sat
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Argile, calcique, hydromorphe
 sur colluvions récentes

17

Sol argilo-limono-sableux, brun, puis beige clair à 25 cm, reposant à 40-60 cm sur une argile d'abord jaunâtre-orangé puis grisâtre.

Variabilité du sol

Sol très riche en magnésium.

Une variante très hydromorphe à gley peut aussi être observée.
 Par ailleurs la texture de surface peut être par endroit argilo-limoneuse.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100 cm et plus)
- Superposition des textures : argile limono-sableuse à argile (35 à 50 % d'argile et plus) en surface comme en profondeur
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,2 à 1,6 (de Ah à Sg)
- Réserve utile de 100 à 120 mm pour un enracinement de 70-80 cm
- Classe d'hydromorphie : H2-H3 (parfois H4)
- pH de 6,5 à 7,5 en surface
- Pas de calcaire total au moins jusqu'à 50 cm de profondeur, complexe adsorbant saturé

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile moyenne
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux d'argile et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage difficile essentiellement du fait du substrat très argileux sur lequel repose ce sol en profondeur ; entrée dans les parcelles quasiment impossible en début de printemps et dès le milieu de l'automne
- Pas ou peu de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

Sol argilo-limono-sableux, brun, puis beige clair à 25 cm, reposant à 40-60 cm sur une argile d'abord jaunâtre-orangé puis grisâtre.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies naturelles humides, très rarement aux cultures du fait de la nécessité de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux d'argile élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un ressuyage lent

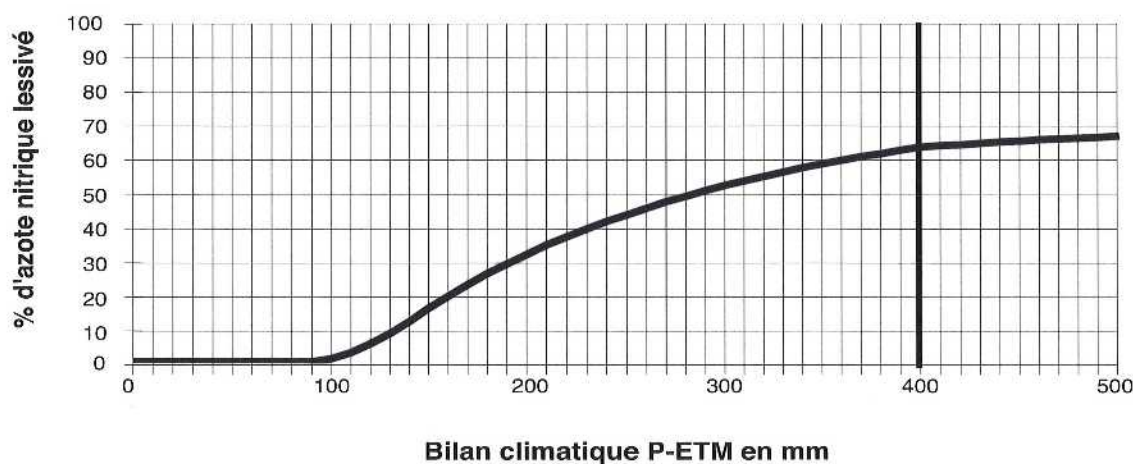
Fertilisation

- Sol saturé en bases (S/T voisin de 100 %), pas d'entretien basique 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 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 ; contraintes importantes liées à l'hydromorphie et au risque de lessivage des nitrates

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limons sablo-argileux, acide, hydromorphe
 sur alluvions récentes**

18

Sol limono-sablo-argileux, brun, puis sablo-limono-argileux beige clair à 25 cm, reposant à partir de 45-100 cm sur un sable argilo-limoneux d'abord orangé-jaunâtre, devenant gris blanchâtre à 100 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.3

Classification CPCS : Sol brun alluvial hydromorphe à pseudogley

Classification RP : Fluviosol rédoxique issu d'alluvions sableuses

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est présent dans les petites vallées en bordure Est de l'Alsace Bossue le long du massif forestier vosgien. Il correspond à des alluvionnements sableux issus de grès vosgiens. Les sols qui en sont issus sont donc avant tout sableux et présentent une hydromorphie plus ou moins affirmée.

Les parties les plus humides, voire tourbescentes sont occupées par la forêt. Les sols exploités par l'agriculture sont profonds, et ce sont souvent les sols les moins hydromorphes et à bonne rétention en eau qui sont ainsi utilisés.

Mise en valeur actuelle :

ce sol présente parfois des contraintes d'hydromorphie perceptibles en surface et porte généralement des prairies naturelles pâturées.

Etendue estimée : 1 à 2 %



Ce type de sol sableux d'origine gréseuse caractérise les vallons et petites vallées prairiales et boisées proches des Vosges gréseuses

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Partie Est de l'Alsace Bossue
 proche des Vosges gréseuses

- Position topographique :

Fonds de thalwegs des collines
 adossées aux Vosges gréseuses

- Matériau :

Matériau sableux, acide,
 hydromorphe

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales, bois et zones humides

au toucher (surface) :



- Texture à dominante sableuse
 en surface comme en profondeur

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100-150 cm et plus), taches rouille à 40-60 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Limon sablo-argileux, acide, hydromorphe
sur alluvions récentes

18

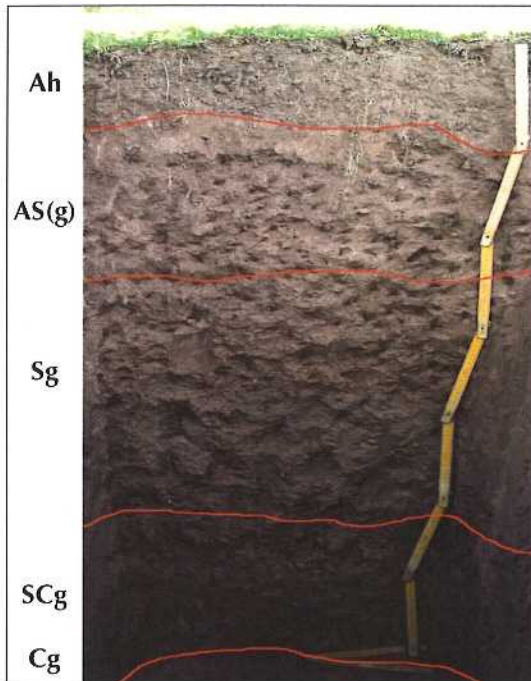
Sol limono-sablo-argileux,, brun, puis sablo-limono-argileux beige clair à 25 cm, reposant à partir de 45-100 cm sur un sable argilo-limoneux d'abord orangé-jaunâtre, devenant gris blanchâtre à 100 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Volksberg : X = 964,2 - Y = 2449,9

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-20 cm) - Limon sableux, brun (7,5 YR 33), structure grumeleuse nette (20 à 30 mm), meuble, friable. Très nombreuses racines fines.

Horizon AS(g) (20-45 cm) - Sable limoneux, beige clair (7,5 YR 43), structure polyédrique nette (50 à 100 mm), meuble, friable. Quelques taches rouille. Très nombreuses racines fines.

Horizon Sg (45-100 cm) - Sable argilo-limoneux, orangé jaunâtre (7,5 YR 54), structure polyédrique nette (30 à 50 mm), peu compact. Nombreuses taches rouille. Nombreuses racines fines.

Horizon SCg (100-150 cm) - Sable argileux, gris blanchâtre (7,5 YR 53), structure polyédrique nette (30 à 50 mm), peu compact. Nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines très fines.

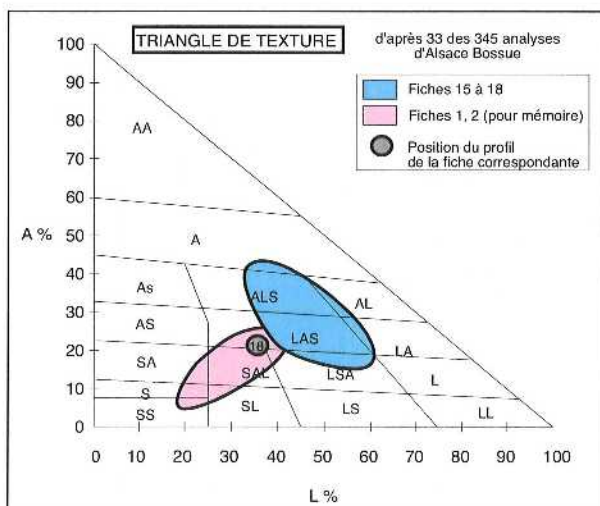
Horizon Cg (> 150 cm) - Sable argileux à cailloux gréseux, gris rougeâtre (7,5 YR 44), structure particulière, peu compact. Quelques taches rouille et concrétions noires. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	Ah	6,8	32,1	12,0	23,5	22,2	3,5
20-45	AS(g)	8,0	40,2	12,6	19,4	18,3	1,5
45-100	Sg	5,2	40,2	13,4	22,8	17,7	0,8
100-150	SCg	23,7	37,0	10,2	14,0	15,0	0,3
> 150	Cg	-					

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO ₃ total en %	CaCO ₃ actif en %	P ₂ O ₅ Dy, JH ppm	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
8,2	0,5	-	32	12	6,2	5,3	7,32	1,39	0,26	0,08	11,8	77
7,9	0,5	-	11	3	6,6	5,3	4,46	0,94	0,21	0,07	7,1	80
7,5	0,5	-	11	-	6,5	5,0	3,18	0,74	0,26	0,07	5,6	76
5,3	0,5	-	65	-	6,2	4,8	2,07	0,64	0,14	0,04	4,4	66



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
**Limon sablo-argileux, acide, hydromorphe
 sur alluvions récentes**

18

Sol limono-sablo-argileux,, brun, puis sablo-limono-argileux beige clair à 25 cm, reposant à partir de 45-100 cm sur un sable argilo-limoneux d'abord orangé-jaunâtre, devenant gris blanchâtre à 100 cm.

Variabilité du sol

Des tourbières de quelques décimètres de diamètre peuvent se présenter localement. Relativement localisées en milieu agricole, elles sont assez fréquentes en milieu forestier.

Ces tourbes présentent de 40 à 80 % de matière organique, avec un rapport C/N de 20 à 25. Leur pH se situe entre 3,5 et 4,5.

Pour plus de détails sur les différents types de sols tourbeux existants, on pourra se reporter au "Guide pour l'identification des stations et le choix des essences des milieux forestiers des Vosges du Nord" -2003 - Région Alsace / Région Lorraine / CRPF / ONF.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-150 cm et plus)
- Superposition des textures : limon-sableux à sable limoneux en surface, à sable argileux en profondeur (15 à 20 % d'argile)
- Indice de battance quasi-nul ($R < 1,0$)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,2 à 1,5 (de Ah à Sg)
- Réserve utile de 120 à 160 mm pour un enracinement de 100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2-H3
- pH de 5,5 à 6,5 en surface
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant désaturé (S/T de 50 à 80 %)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Réserve utile moyenne
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux de sable et du taux de matière organique très souvent supérieur à 3,0 %
- Ressuyage rapide essentiellement du fait du substrat sableux sur lequel repose ce sol en profondeur ; entrée dans les parcelles cependant difficile en début de printemps et dès le milieu de l'automne du fait d'engorgements prolongés
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Sol limono-sablo-argileux,, brun, puis sablo-limono-argileux beige clair à 25 cm, reposant à partir de 45-100 cm sur un sable argilo-limoneux d'abord orangé-jaunâtre, devenant gris blanchâtre à 100 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies naturelles humides, très rarement aux cultures du fait de la nécessité de l'évacuation de l'eau en excès.
- Le drainage peut être utile localement. Il accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux de sable élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 3 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'une saturation du sol en eau en fond de vallon

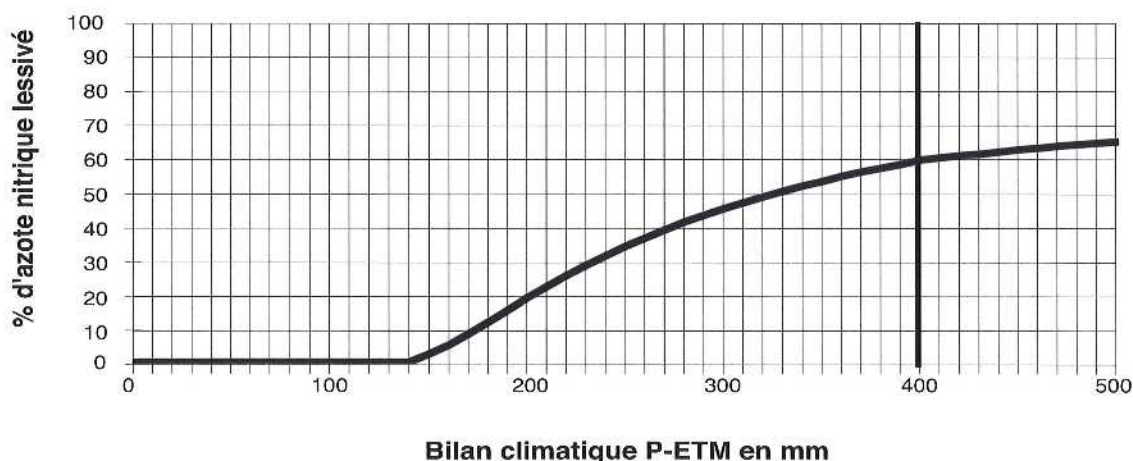
Fertilisation

- Sol désaturé en bases (S/T de 50 à 80 %), entretien basique à prévoir le cas échéant
- 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 ; contraintes importantes liées au risque de lessivage des nitrates et à l'hydromorphie
- Vérification régulière du pH indispensable
- Vérification du niveau d'excès d'eau nécessaire

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Sable, acide, hydromorphe
sur alluvions anciennes

19

Sol sableux, brun, puis sablo-limoneux jaunâtre à 25 cm, reposant à partir de 40-50 cm sur un sable grossier gris rouille devenant jaunâtre à 80 cm, puis grisâtre et induré à 120 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4

Classification CPCS : Sol alluvial lessivé hydromorphe à pseudogley

Classification RP : Fluviosol luviqne rédoxique issu d'alluvions sableuses anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les terrasses alluviales anciennes qui dominent de plusieurs mètres la vallée de la Sarre. Ces formations correspondent à un dépôt alluvial ancien de la rivière. Il est constitué de dépôts sableux, sablo-argileux d'origine gréseuse. Des niveaux argileux ou indurés en profondeur rendent ce sol hydromorphe, malgré une teneur en sable grossier élevée.

Mise en valeur actuelle :

Prairies naturelles pâturées et fauchées, cultures de maïs.

Etendue estimée : 3 à 4 %



Ce type de sol sableux d'origine alluviale caractérise les terrasses anciennes ; il présente quelquefois un niveau induré en profondeur à l'origine de son excès d'eau

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- **Localisation géographique :**
Alluvions sableuses situées à l'Est de la vallée de la Sarre

à l'oeil (surface) :



- Surfaces prairiales, cultures et bois

- **Position topographique :**
Terrasses alluviales anciennes de la vallée de la Sarre

au toucher (surface) :



- Texture à dominante sableuse en surface comme en profondeur

- **Matériau :**
Matériau sableux, acide, hydromorphe

à la pissette (HCl) :



- Pas d'effervescence à l'acide

à la tarière :



- Sol profond (100 cm et plus), taches rouille à 40-60 cm

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Sable, acide, hydromorphe
sur alluvions anciennes

19

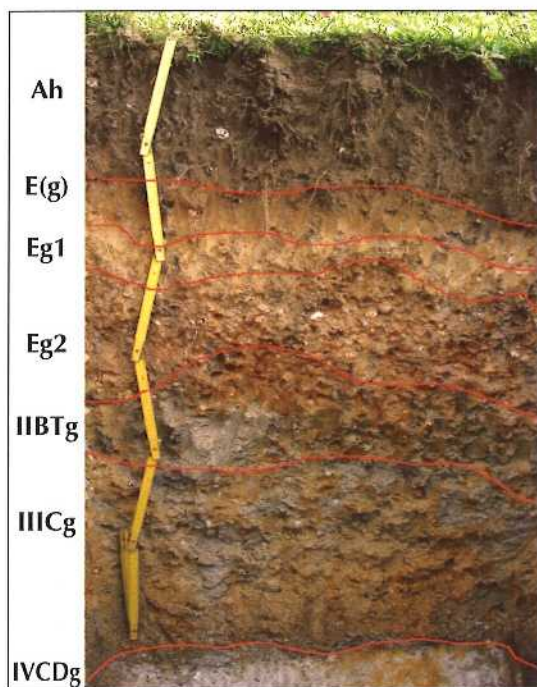
Sol sableux, brun, puis sablo-limoneux jaunâtre à 25 cm, reposant à partir de 40-50 cm sur un sable grossier gris rouille devenant jaunâtre à 80 cm, puis grisâtre et induré à 120 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Keskastel : X = 945,6 - Y = 2452,6

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Profil présenté à niveau argileux et dalle indurée en profondeur



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-25 cm) - Sable, brun (10 YR 53), structure grumeleuse nette (5 à 10 mm), meuble, friable. Très nombreuses racines fines.

Horizon E(g) (25-40 cm) - Sable limoneux, jaunâtre blanc (10 YR 66), structure particulière, peu compact, friable. Nombreuses taches rouille. Très nombreuses racines fines.

Horizon Eg1 (40-50 cm) - Sable, gris-rouille (10 YR 64), structure particulière, assez compact. Nombreuses taches rouille. Nombreuses racines très fines. Galets assez nombreux.

Horizon Eg2 (50-70 cm) - Sable grossier, orangé rouille (7,5 YR 56), structure particulière, assez compact. Très nombreuses taches rouille. Peu de racines très fines. Nombreux galets.

Horizon IIBTg (70-80 cm) - Argile, gris jaunâtre (10 YR 54), structure continue, compact. Très nombreuses taches gris-rouille. Peu de racines. Quelques galets.

Horizon IIICg (80-120 cm) - Sable grossier, jaunâtre rouille (2,5 Y 66), structure particulière, peu compact. Nombreuses taches rouille. Pas de racines. Quelques galets.

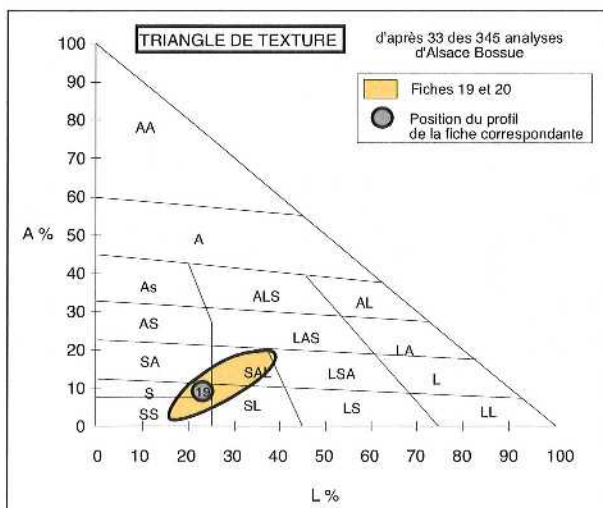
Horizon IVCDg (120-140 cm) - Limon sableux à galets, grisâtre (2,5 Y 81), structure continue en dalle indurée. Pas de racines.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MCO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-25	Ah	53,7	10,9	10,6	13,6	8,6	2,5
25-40	E(g)	47,4	12,4	12,6	16,2	10,8	0,6
40-50	Eg1	56,2	13,7	9,3	11,7	8,6	0,5
50-70	Eg2	81,8	7,5	3,0	2,9	4,6	0,2
70-80	IIBTg	25,9	5,1	5,7	11,9	51,0	0,5
80-120	IIICg	76,9	9,0	4,0	5,8	4,1	0,2
120-140	IVCDg	41,1	12,9	16,0	28,1	1,7	0,2

PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total en %	CaCO3 actif en %	P2O5 Dy, III ppm	P2O5 Olsen ppm	pH eau	pH KCl	Bases échangeables cmol/kg					S/T en %
							Ca	Mg	K	Na	CEC	
9,1	0	-	240	12	6,3	5,5	6,03	0,69	0,11	0,03	7,1	97
9,3	0	-	51	3	6,7	5,7	4,75	0,64	0,13	0,03	5,3	Sat
8,3	0	-	89	-	6,7	5,6	4,11	0,60	0,14	0,03	4,5	Sat
6,3	0,2	-	50	-	7,0	5,6	2,14	0,38	0,10	0,02	2,5	Sat
7,0	0	-	10	-	6,7	5,1	13,9	2,73	0,40	0,06	15,3	Sat
10,0	0	-	10	-	7,2	5,8	1,25	0,23	0,07	0,01	1,8	86
11,0	0,2	-	10	-	7,4	6,4	1,04	0,18	0,06	0,01	1,4	92



Variabilité des textures de surface :

Distribution des textures à partir des analyses de terres disponibles pour les sols d'Alsace Bossue

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Sable, acide, hydromorphe
 sur alluvions anciennes

19

Sol sableux, brun, puis sablo-limoneux jaunâtre à 25 cm, reposant à partir de 40-50 cm sur un sable grossier gris rouille devenant jaunâtre à 80 cm, puis grisâtre et induré à 120 cm.

Variabilité du sol

Sous forêt ces sols peuvent être à la fois plus hydromorphes (H3-3+) et plus caillouteux.

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (100-120 cm et plus), 10 % de cailloux en surface, 30 à 40 % et plus en profondeur
- Superposition des textures : sable en surface (moins de 10 % d'argile), argile en profondeur (35 à 50 % d'argile)
- Indice de battance faible (R = 1,4)
- Classe de stabilité structurale : 1-2
- Densité apparente de 1,4 à 1,6 (de Ah à BTg)
- Réserve utile de 50 à 80 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H2-H3
- pH de 5,5 à 6,5 en surface
- Pas de calcaire total, complexe adsorbant légèrement désaturé (S/T de 80 à 100 %)

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Faible réserve utile
- Peu ou pas de risque de tassement en conditions non ressuyées du fait du taux de sable et du taux de matière organique très souvent supérieur à 2,0-2,5 %
- Ressuyage rapide essentiellement du fait du substrat sableux de profondeur ; entrée dans les parcelles cependant difficile en début de printemps et dès le milieu de l'automne du fait d'engorgements prolongés
- Pas de sensibilité à la battance
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre

Sol sableux, brun, puis sablo-limoneux jaunâtre à 25 cm, reposant à partir de 40-50 cm sur un sable grossier gris rouille devenant jaunâtre à 80 cm, puis grisâtre et induré à 120 cm.

COMMENTAIRES AGRONOMIQUES

Potentialités et aménagement foncier éventuel

- Usage agricole associé aux prairies naturelles humides, en alternance avec des cultures de maïs avec dans ce cas la nécessité de l'évacuation de l'eau en excès. Le drainage accélère néanmoins le transfert des éléments solubles ; il faut adopter une gestion fine de l'azote et veiller encore plus au choix des produits phytosanitaires.

Praticabilité et travail du sol

- Nécessité de conduire des itinéraires techniques réduisant au maximum les interventions de début de printemps
- Risques de tassement quasi-nuls du fait du taux de sable élevé et d'un taux de matière organique souvent supérieur à 2-2,5 % ; difficultés d'entrer dans les parcelles au début du printemps et à partir du milieu de l'automne du fait d'un engorgement prolongé

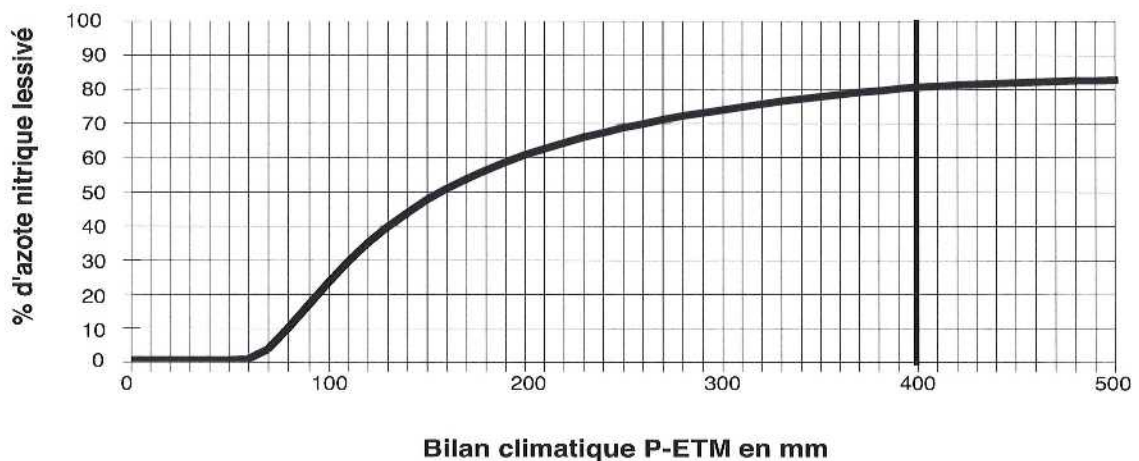
Fertilisation

- Sol légèrement désaturé en bases (S/T de 80 à 100 %), entretien basique à prévoir
- Pas de problèmes connus vis-à-vis du pouvoir fixateur tant en phosphore qu'en potassium
- Au printemps, fractionner les apports azotés en 3 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 à insuffisant ; contraintes importantes liées à la faible RU, au risque de lessivage des nitrates et à l'hydromorphie
- Vérification régulière du pH indispensable
- Vérification du niveau d'excès d'eau nécessaire

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
 Sable, acide, peu hydromorphe
 sur alluvions anciennes

20

Sol sableux à sablo-limoneux, brun, acide, devenant orangé-jaunâtre à 30 cm, puis gris blanchâtre à 70-80 cm jusqu'à plus de 120-150 cm.

Typologie des sols d'Alsace : code 15.4

Classification CPCS : Sol brun acide alluvial

Classification RP : Alocrisol fluviqne issu d'alluvions sableuses anciennes

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

Ce type de sol est situé sur les terrasses alluviales anciennes qui dominent de plusieurs mètres la vallée de la Sarre. Ces formations correspondent à un dépôt alluvial ancien de la rivière. Il est constitué de dépôts sableux ou sablo-argileux d'origine gréseuse.

Ce sol est marqué par une forte teneur en sable et par une faible réserve en eau. Il existe 2 variantes qui sont très localisées ; l'une à nombreux galets, l'autre à sable carbonaté.

Mise en valeur actuelle :

Très utilisé pour les infrastructures routières et urbaines, ce sol est aujourd'hui peu représenté en milieu agricole et porte des prairies naturelles peu entretenues.

Etendue estimée : 1 à 2 %

CRITERES DE RECONNAISSANCE

- Localisation géographique :

Alluvions sableuses situées à l'Est de la vallée de la Sarre

à l'oeil (surface) :



- Couleur brun jaunâtre à gris

au toucher (surface) :



- Texture de surface sablo-limoneuse à sableuse

- Position topographique :

Terrasses alluviales anciennes de la vallée de la Sarre

à la pissette (HCl) :



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

- Matériau :

Matériau sableux, acide, sain ou peu hydromorphe

à la tarière :



- Sol profond (> 1 m) ; texture sableuse gris jaunâtre en profondeur

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- Sol profond (80-100 cm et plus)
- Superposition des textures : sable limoneux jusqu'à 40 cm, sable à sable grossier à galets au delà
- Indice de battance faible à moyen (R = 1,4-1,6)
- Classe de stabilité structurale : 1
- Densité apparente de 1,3 à 1,5 (de Ah à C)
- Réserve utile de 50 à 80 mm pour un enracinement de 80-100 cm
- Classe d'hydromorphie : H0-H1
- pH compris entre 5,0 et 5,5 en surface
- Absence de calcaire total, complexe adsorbant fortement désaturé (S/T de 20 à 50 %)

Région naturelle n° 13
Alsace Bossue

Fiche de sol n°
Sable, acide, peu hydromorphe
sur alluvions anciennes

20

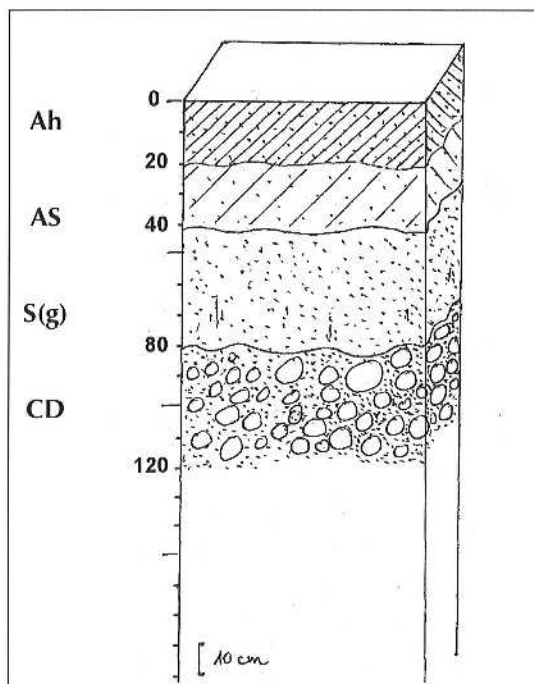
Sol sableux à sablo-limoneux, brun, acide, devenant orangé-jaunâtre à 30 cm, puis gris blanchâtre à 70-80 cm jusqu'à plus de 120-150 cm.

UN EXEMPLE DE PROFIL

Octobre 2005 - Prairie naturelle pâturée

Keskastel : X = 945,7 - Y = 2451,6

Profil typique de l'unité



DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Horizon Ah (0-20 cm) - Sable limoneux, brun (10 YR 21), structure grumeleuse (15 mm), meuble, friable. Nombreuses racines fines. Quelques galets.

Horizon AS (20-40 cm) - Sable limoneux, beige clair orangé (10 YR 54), structure particulaire, peu compact, friable. Racines fines nombreuses. Quelques galets.

Horizon S(g) (40-80 cm) - Sable, gris blanchâtre (10 YR 62), structure particulaire, peu compact, friable. Peu de racines fines. Nombreux galets.

Horizon CD (80-120 cm) - Sable à galets, structure particulaire, compact, friable. Pas de racines. Très nombreux galets.

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	Horizon	GRANULOMETRIE en %					MO en %
		S.G.	S.F.	L.G.	L.F.	A.	
0-20	Ah	50,5	8,8	12,9	18,3	7,8	1,7
20-40	AS	54,9	7,7	11,4	17,2	8,3	0,5
40-80	S(g)	61,7	8,2	8,6	12,2	9,0	0,2
80-120	CD	-	-	-	-	-	-

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	
10,0	0,0	-	260	100	5,3	4,3	1,04	0,17	0,57	0,02	4,4	41
5,1	0,0	-	96	45	4,9	4,1	0,50	0,10	0,30	0,05	3,4	26
2,4	0,0	-	37	-	5,2	4,3	1,00	0,19	0,30	0,02	3,4	44

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

- Satisfaction des besoins en eau très limitée
- Enracinement limité par la texture à sable grossier et localement par un horizon sablo-caillouteux vers 80-120 cm de profondeur
- Indice de battance faible à moyen (R = 1,4-1,6)
- Bonne stabilité structurale
- Profondeur moyenne (80 cm le plus souvent), forte porosité favorisant une infiltration très rapide
- Risque de lessivage des nitrates très élevé
- Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant du fait du risque très élevé de lessivage des nitrates et du pH naturellement < 6,0

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 126
	Entretien calcique et magnésien des sols	P 126
	Praticabilité des terrains	P 127
P 128-131	Sols hydromorphes et drainage	P 132
P 133-134	Sols et besoins en eau des cultures	P 135-136
	Inondations	P 137
P 137-141	Sols, ruissellement, érosion	P 142-143
P 144-153	Sols et lessivage des nitrates	P 147-148, 150-151
P 153-154	Sols et devenir des produits phytosanitaires	
P 155-162	Pouvoir épurateur des sols	P 162-166

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.

Traditionnellement, en Alsace Bossue, les sols présentent dans environ 3 cas sur 4 un déficit de phosphore alors que ce rapport n'est que de 1 sur 4 dans le cas de la potasse. Les apports de phosphore devront donc être surveillés lors de la fertilisation des parcelles. Les sols hydromorphes, plutôt argileux, et inondables (fiches 15 et localement 16 et 17) présentent un bon niveau de réserves nutritives, du fait d'un taux de matière organique relativement élevé et d'une minéralisation lente de ces réserves. Toutefois, même en cas d'excès de matière organique, ces sols ne posent pas de problèmes de rétrogradation du potassium, comme c'est le cas dans les Rieds de la plaine d'Alsace, du fait de types d'argiles différents.

6.2. L'ENTRETIEN CALCIQUE ET MAGNESIEN DES SOLS

Parmi tous les types de sols représentés en Alsace Bossue, quelques-uns méritent une attention particulière quant à la surveillance de l'état calcique.

Il s'agit principalement des sols développés sur :

- le piémont des Vosges gréseuses (fiches 1 et 2),
- les limons des plateaux (fiches 13 et 14) dont le pH peut tomber vers 5,5 en l'absence de chaulage,
- les alluvions sableuses des rivières, qu'elles soient récentes près des Vosges ou anciennes le long de la Sarre (fiches 18 à 20).

Les matériaux constitutifs de ces sols sont en effet naturellement pauvres en calcium et magnésium.

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.

En Alsace Bossue, la plupart des terrains sont de nature calcaire. Les sols développés sur matériaux calcaires (calcaires durs, marnes...) ne présentent pas des problèmes de pH. Localement toutefois, les terrains argilo-marneux (fiche 5) et d'origine gréseuse (fiche 7) 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 à proximité de la région. Ils permettent d'envisager le chaulage ou l'entretien calcique à moindre coût. Ainsi les épandages déjà réalisés dans la région, ont une influence sur le pH de surface de sols naturellement décarbonatés, voire acides (pH voisin de 6), dont les valeurs deviennent alors souvent supérieures à 7, au moins dans les horizons de surface.

6.3. LA PRATICABILITE DES TERRAINS

De ce point de vue, les sols d'Alsace Bossue peuvent être classés en 3 catégories.

- **les sols plutôt sableux à sablo-limoneux et le plus souvent filtrants (fiches 1, 2 et 18 à 20)**

Ceux-ci ont une texture légère (LS-SL, S-SA à LSA) et sont de ce fait faciles à travailler. La plupart de ces sols sont acides. Ils présentent cependant très souvent un taux de matière organique de 2 à 3 % et plus et sont donc assez stables.

Ils sont peu ou pas sensibles aux phénomènes de tassement et présentent un temps de ressuyage rapide pour les fiches 1, 2 et 20, un peu plus lent pour les fiches 18 et 19. Ces deux derniers types sont cependant filtrants, plus rarement superficiels.

- **les sols limoneux, profonds, hydromorphes (fiches 5, 7, 13 et 14)**

Ceux-ci ont une texture assez équilibrée (L, LAS ou LSA). Toutefois, ces sols sont hydromorphes et les temps de ressuyage des terrains sont le plus souvent élevés (entre une et trois semaines sauf exception). En terrain cultivé, ce délai doit 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, (la stabilité structurale de ces sols est relativement bonne dès que les taux de matière organique sont supérieurs à 2 ou 3%)
- des apports réguliers de carbonate de calcium dans la plupart des cas.

En effet, sur ces sols limoneux plus ou moins décarbonatés, voire acides et hydromorphes, des pratiques de chaulage régulières sont très souhaitables.

Ces sols peuvent également nécessiter un drainage pour améliorer le temps de ressuyage (cf. § 6.4.3). De nombreux sols sont potentiellement drainables et ont été drainés en Alsace Bossue.

- **les sols plutôt argileux ou à plancher argileux des collines, et les sols hydromorphes, inondables en fonds de vallées (fiches 3, 4, 6, 8, 9 à 12 et 15 à 17)**

Leur texture est le plus souvent limono-argileuse, argilo-limoneuse ou argileuse (LA, AL ou A) dès la surface (plus de 30 à 35 % d'argile), puis argileuse. Ceci les rend difficiles à travailler, même en conditions ressuyées. S'y ajoutent les problèmes d'hydromorphie liée à la présence d'une nappe en profondeur pour les fiches 10 à 12 dans les collines, et plus proche de la surface pour les fiches 15 à 17 dans les bas-fonds et les vallées.

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 ou d'excès d'eau prolongé, à l'automne pour les récoltes trop tardives sur ces sols lourds et humides.

Ces sols occupent l'essentiel des surfaces de l'Alsace Bossue et c'est en grande partie pour cette raison que la région est restée avant tout une terre d'élevage.

6.4. LES SOLS HYDROMORPHES ET LE DRAINAGE

6.4.1. Généralités

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

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

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

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

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

Les services de l'Etat dont l'objectif est de protéger les zones humides, sont amenés à adopter une autre définition. En effet la Loi sur l'eau du 3 janvier 1992 prévoit que les zones humides fassent en particulier « l'objet d'une préservation en vue d'assurer une gestion équilibrée de la ressource en eau ». Ces zones humides concernent ici « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire ; la végétation quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

La loi n°2005-157 du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux a permis de préciser les critères de délimitation des zones humides pour l'application de la nomenclature Loi sur l'eau. Le décret du 30 janvier 2007 précise que les « critères à retenir pour la définition des zones humides sont relatifs à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide. La délimitation des zones humides est effectuée à l'aide des cotes de crue ou de niveau phréatique, pertinentes au regard des critères relatifs à la morphologie des sols et à la végétation ». Un arrêté ministériel précisera ces critères.

Les zones humides présentent un intérêt majeur dans le cycle de l'eau. Elles contribuent à l'équilibre hydrologique des bassins tant au niveau de la qualité (rôle de filtration et d'auto-épuration des eaux) que de la quantité (régulation des crues et des phénomènes d'érosion, soutien des étiages).

Pour les terrains répondant aux critères des zones humides, les travaux suivants sont soumis à autorisation (A) ou à déclaration (D) :

Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :

- 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A) ;
- 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).

Les travaux suivants sont également soumis à autorisation (A) ou déclaration (D) **quelque soit la nature du terrain :**

Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie :

- 1° Supérieure ou égale à 100 ha (A) ;
- 2° Supérieure à 20 ha mais inférieure à 100 ha (D).

Ces autorisations concernent les travaux nouveaux et ne remettent pas en cause les activités ou les aménagements existants.

Aujourd'hui, le drainage subventionné en Alsace Bossue est épisodique et localisé. Il faut toutefois savoir qu'en moyenne en France, et en Alsace comme ailleurs, la moitié, voire les trois quarts, des surfaces effectivement drainées sont réalisées hors de toute aide. Des drainages sont donc vraisemblables dans toute la région.

Les études préalables (topographie, pédologie, hydraulique) initiées dans le cadre des secteurs de référence drainage dans les années 80, assorties d'un volet environnemental, peuvent permettre de vérifier le bien fondé du drainage, de juger de son opportunité et de proposer, le cas échéant, une mise en oeuvre visant à réduire les impacts environnementaux. Cependant, pour les projets de drainage conduits depuis 2003 dans la région, de telles études préalables n'ont plus été réalisées.

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. 130 «Les effets du drainage dans les situations de nappe perchée temporaire» et tableau p. 131 «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 ⇒ <i>précautions à adopter</i>	Effets positifs
Les pratiques agricoles	<p>L'intensification des systèmes de production est facilitée, avec retournement possible des prairies et accroissement des cultures de printemps avec comme conséquence un risque d'accroissement des surfaces de sols nus en hiver.</p> <p>⇒ <i>La sensibilisation et la formation des agriculteurs à l'utilisation raisonnée des intrants doivent être renforcées.</i></p>	L'amélioration de la praticabilité des parcelles et la réduction de la variabilité des rendements permettent des interventions techniques mieux ajustées en fertilisation et en protection phytosanitaire.
L'alimentation en eau des cultures		Un meilleur enracinement des cultures conduit à une meilleure utilisation de la réserve en eau des sols.
Les crues du réseau hydrographique	<p>Le creusement 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.</p> <p>La meilleure utilisation des réserves en eau du sol conduit à une moindre variabilité des rendements qui facilite l'ajustement prévisionnel des doses d'engrais azotés.</p> <p>Le transfert de l'eau dans les sols est rapide et concerne seulement 30 à 60 % du volume du sol : en débit de pointe, il y a diminution des concentrations en nitrates.</p>
Le transfert par ruissellement des éléments liés aux particules de sol : phosphore, certains produits phytosanitaires		Le ruissellement de surface est fortement diminué par rapport à la situation initiale (jusqu'à 95 % du ruissellement hortonien) et à l'échelle de la parcelle le transfert des particules solides est limité.

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

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

Critère d'impact	Effets négatifs ⇒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 en Alsace Bossue

En Alsace Bossue, de nombreux sols peuvent justifier un drainage par tuyaux enterrés (Party, 1993 ; secteur de référence drainage de l'Alsace Bossue). Au total, près de 2.000 ha de terres agricoles très majoritairement labourées, soit un peu moins de 10 % de la SAU, ont été drainées en Alsace Bossue depuis le début des années 90. Il s'agit principalement des sols des fiches 4,5 et 7, 10 à 14, 16, 17, 19 qui relèvent des terres humides définies ci-dessus d'une part, et des sols des fiches 15 et 18 qui sont associés à des zones humides agricoles dans les vallées.

Dans les situations de terres humides, plusieurs cas peuvent être distingués :

- ① les sols plus ou moins lessivés limoneux battants hydromorphes (fiches 4, 5, 7, 13 et 14),
- ② les sols argileux lourds à hydromorphie d'imbibition (fiches 10 à 12, 16 et 17),
- ③ les sols sableux sur plancher argileux à mouillères (fiche 19).

Les sols limoneux de l'ensemble ①, humides (fiches 4, 7 et 13), voire très humides (fiches 5 et 14) comportant un plancher imperméable entre 40 et 80 cm de profondeur ont été drainés, car ils répondent bien à cet aménagement. Dans le premier cas, les écartements de drains retenus peuvent être de 12-13 à 15-16 m, dans le second cas entre 10 et 12-13 m. Ces chiffres sont donnés à titre indicatif pour une profondeur de pose de 80 à 100 cm.

Les sols de l'ensemble ② concernent les surfaces les plus importantes en Alsace Bossue. Avant d'être drainés par les techniques modernes, ils ont traditionnellement fait l'objet d'aménagements d'ados bombés à faible écartement (10 à 12 m) pour les sols argileux sur marnes, et de captages localisés des mouillères les plus importantes pour les affleurements de calcaires marneux. Les sols des fiches 16 et 17 ont été drainés car ils étaient associés aux sols argileux et hydromorphes des collines.

Les sols de l'ensemble ③ n'ont été drainés que de façon limitée dans quelques cas le long de la Sarre.

Pour les fiches 15 et 18, l'hydromorphie est liée au battement de la nappe phréatique sous-jacente et la gestion de la nappe est sous la dépendance des aménagements hydrauliques de l'ensemble du bassin versant. Ainsi, sauf cas particulier pour ces sols, un drainage à l'unité parcellaire ne peut diminuer de façon notable les effets de l'excès d'eau.

Bien que le drainage des terres agricoles n'ait pas cet objectif, il contribue en partie à diminuer le ruissellement en favorisant l'infiltration et en augmentant la capacité de stockage de l'eau sur les parcelles aménagées, mais à la condition que les pratiques agronomiques soient adaptées en particulier vis-à-vis de l'entretien calcique et organique des sols qui favorisent l'état structural et la porosité des sols. Localement, cet aspect peut avoir une relative importance pour les sols limoneux de l'Alsace Bossue les plus concernés. Ils sont très ruisselants lorsqu'ils sont encroûtés (fiches 5, 13 et surtout 14).

En contrepartie, ces sols, une fois drainés se comportent comme des sols superficiels et évacuent plus vite une partie de l'eau en excès (au mieux un petit 1/3 environ), à l'époque des semis au printemps et, le cas échéant, à la récolte en automne. Ceci accélère le transfert des éléments solubles vers les cours d'eau. Les pratiques agricoles doivent être adaptées en particulier vis-à-vis de la fertilisation et du choix des produits de traitement phytosanitaires.

Dans tous les cas, si les pratiques agricoles ne sont pas révisées, le drainage contribue à des effets indésirables pour l'environnement : notamment une augmentation des rejets de nitrates et de phytosanitaires dans le milieu superficiel.

6.5. LES SOLS ET LES BESOINS EN EAU DES CULTURES

6.5.1. Généralités

Le déficit hydrique estival est la résultante d'une réserve utile en eau des sols et d'une pluviométrie insuffisantes au regard des besoins en eau d'une culture donnée. Il peut être comblé par un apport d'eau supplémentaire issu des réserves d'eau superficielles (rivières) ou souterraines (nappes profondes).

En Alsace Bossue, les agriculteurs n'ont quasiment pas recours à l'irrigation des cultures d'été en raison d'une combinaison de facteurs :

- systèmes agraires en place avec une orientation très majoritairement fourragère et prairiale liée à l'élevage omniprésent ;
- réserve utile en eau élevée de la plupart des sols ;
- conditions pluviométriques ;
- faible disponibilité de la ressource en eau de surface ou souterraine.

L'irrigation n'est donc pas ou très peu utilisée en Alsace Bossue.

Le paragraphe suivant est néanmoins maintenu dans ce guide à titre informatif.

6.5.2. Irrigation, environnement et précautions à prendre en Alsace

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

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

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

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

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

Les effets indirects sont de 3 ordres :

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

En effet, fin juin, le maïs par exemple n'a pas atteint son développement foliaire maximal et sa consommation d'eau est inférieure à l'ETP. Son système racinaire n'est pas complètement en place et n'exploite pas encore toute la réserve en eau utile du sol telle que définie dans ce guide.

Les quantités d'eau éventuellement apportées par l'irrigation doivent prendre en compte cette situation pour éviter de créer un risque de lessivage des nitrates présents en grande quantité dans le sol à cette période. Sont plus particulièrement concernés par cette question les sols les plus sensibles au déficit hydrique, qui sont aussi les plus sensibles au risque de lessivage des nitrates. Le tableau suivant indique la consommation d'eau du maïs en juin, estimée à partir des mesures de l'ETP faites à Entzheim (Bas-Rhin).

Analyse fréquentielle de l'ETP et de l'ETM maïs en juin							
poste météo d'Entzheim							
(Données METEO-FRANCE, période 1975-2004)							
	ETP en mm			$\frac{\text{ETM maïs}}{\text{ETP}}$	ETM maïs en mm		
Décade	médiane	Q4	max	Coeff.	médiane	Q4	max
Juin 1	39	46	56	0,7	28	32	39
Juin 2	41	52	59	0,8	33	42	47
Juin 3	44	52	69	0,9	39	47	62

Globalement, la limitation du risque lié à la sur-irrigation passe par une réduction des doses d'eau apportées lors des premières irrigations et un suivi de l'humidité du sol en cours de saison (mise en place de tensiomètres par exemple ou encore avertissements irrigation proposés par les Chambres d'Agriculture).

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 débits instantanés trop forts qui ont un effet de tassement direct sur le sol, soit, sur les sols sensibles à ce phénomène, par reprise en masse du sol après ennoyage. Cela a comme conséquence une limitation des potentiels de rendements, avec un risque de mauvaise utilisation des intrants. Les équipements évitant des débits instantanés trop forts sont à privilégier.

6.5.3. Les besoins en eau des cultures en Alsace Bossue

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. Quelques commentaires ont été ajoutés vis-à-vis des prairies. 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
DANNE ET 4VENTS 1975 - 2004	- 185	- 128	- 10	- 175	- 81	- 1
KAPPELKINGER 1975 - 2004	- 226	- 174	- 67	- 220	- 154	- 44
MITTERSHEIM 1975 - 2004	- 186	- 130	- 14	- 163	- 110	- 33
MOUTERHOUSE 1975 - 2004	- 175	- 106	- 27	- 167	- 110	- 31
REMELFING 1976 - 2004	- 219	- 125	- 44	- 195	- 138	- 13
SARREBOURG 1975 - 2004	- 165	- 108	+ 22	- 163	- 65	+ 8
DIEMERINGEN* 1968 - 1983	- 195	- 128	+ 46	- 134	- 87	+ 6
SARREWERDEN* 1986 - 2004	- 240	- 150	- 41	- 214	- 160	- 54

* 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 eau peuvent être estimés ainsi que les dates de début de déficit hydrique.

Les résultats obtenus sont présentés dans la page suivante, par groupe de sols aux caractéristiques voisines. Pour cette présentation, aucun des postes n'étant réellement représentatif, nous avons retenu le poste météo de Mittersheim. Parmi les postes disponibles, celui-ci correspond en effet au choix des conditions de climat estival les plus proches de la moyenne. Les résultats du tableau suivant montrent ainsi que les besoins en eau des cultures ne sont vraiment critiques que pour les sols dont la réserve en eau est inférieure à 80-120 mm, et ce 1 année sur 5.

BESOINS EN EAU DES CULTURES EN ALSACE BOSSUE

Calcul à partir du poste météo de MITTERSHEIM
Données METEO-FRANCE, période 1975-2004

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 12, 13 et 14 soit 10 % des surfaces)	- 66 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de mai	- 10 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juin		- 43 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet			Pas de problèmes de réserve en eau pour les cultures comme pour les prairies.
Sols à réserve utile comprise entre 120 et 180 mm (fiches 4, 5, 7, 9, 10, 11, 15, 16 et 18 soit 70 % des surfaces)	- 106 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de mai	- 50 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai		- 83 mm à partir de la 3 ^{ème} décade de juin	- 30 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juillet		Pas de problèmes de réserve en eau pour les prairies ; léger déficit estival possible pour les cultures.
Sols à réserve utile comprise entre 80 et 120 mm (fiches 1 et 17 soit 5 % des surfaces)	- 132 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril	- 76 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de mai		- 109 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin	- 56 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet		Déficit estival presque toujours supérieur à 100 mm. Sols quasiment tous en prairies.
Sols à réserve utile comprise entre 40 et 80 mm (fiches 2, 3, 6, 8, 19 et 20, soit 15 % des surfaces)	- 159 mm à partir de la 1 ^{ère} décade d'avril	- 103 mm à partir de la 3 ^{ème} décade d'avril		- 136 mm 1 ^{ère} décade de juin	- 83 mm à partir de la 2 ^{ème} décade de juin	- 6 mm à partir de la 1 ^{ère} décade de juillet	Déficit pour la production des 2 ^{èmes} coupes d'herbe vers mi-juin.

6.6. LES INONDATIONS ET LES RISQUES D'EROSION ASSOCIES AUX CRUES

Ces risques sont possibles dans les zones suivantes :

- les champs d'inondation de la Sarre,
- à moindre titre, les vallées de l'Isch et de l'Eichel.

Cependant, aucune donnée quantitative précise n'existe sur ces phénomènes : on se reportera à la cartographie des zones d'inondation page 21.

Mentionnons toutefois que le phénomène d'érosion lors des crues est assez peu fréquent en Alsace Bossue car la culture des terres est peu fréquente dans ces positions. L'occupation majoritairement prairiale ou forestière permet de protéger ces zones des entraînements de terres sous l'effet des courants d'eau violents lors des crues.

6.7. L'ETAT PHYSIQUE DES SOLS, LE RUISSELLEMENT ET L'EROSION

Préalable : bien que ce paragraphe ne s'applique que très partiellement à l'Alsace Bossue, les généralités qu'il comporte ont été maintenues à titre informatif, car certaines notions sont susceptibles d'être utilisées dans d'autres thématiques. En outre, il ne faut pas perdre de vue que des phénomènes d'érosion laminaire peuvent avoir lieu dans des conditions de très faible pente voisine de 1 %.

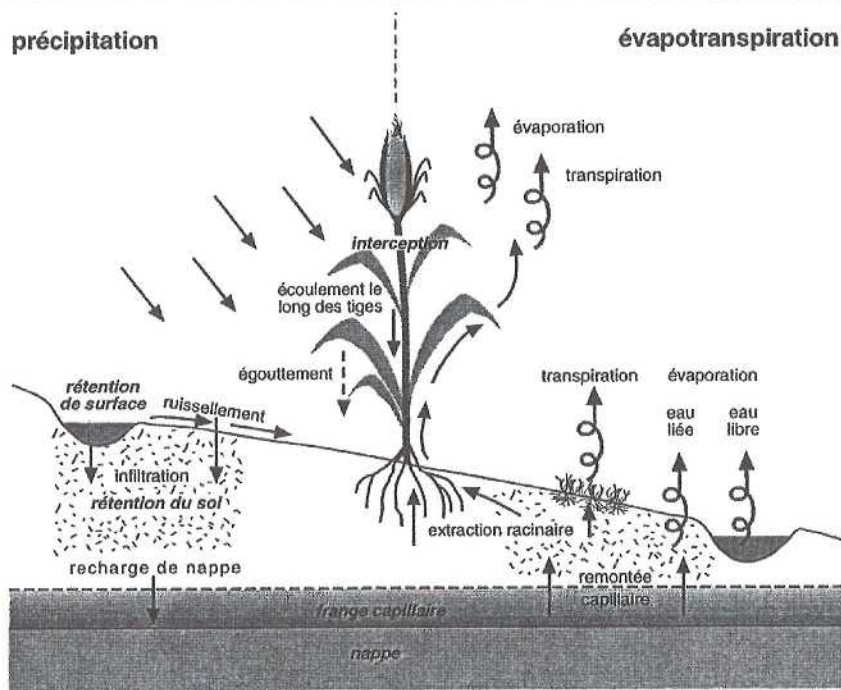
6.7.1. Les états de surface du sol, les croûtes de battance et les effets des discontinuités de la structure du profil de sol

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 et illustration ci-après)

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

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 dérayure (Sundgau alsacien : 01/2000)

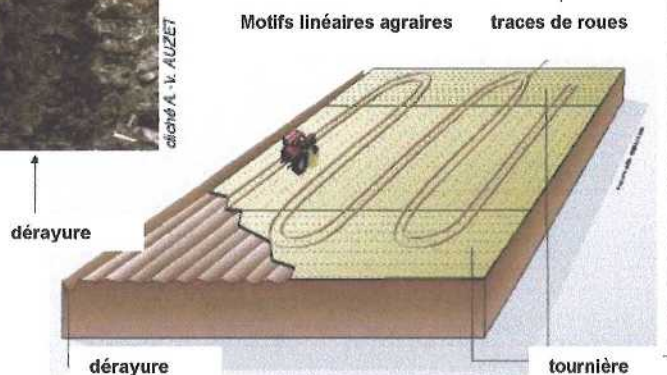


cliché A. v. AUZET

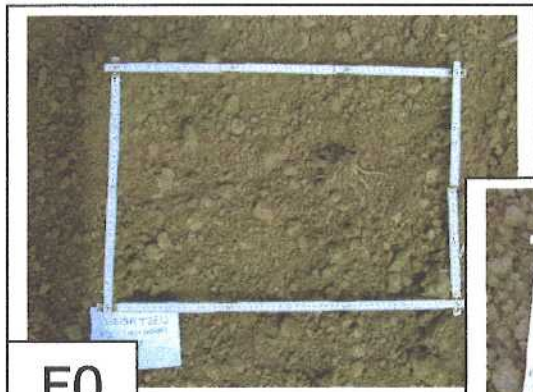
Fourrière et traces de roues (Parcelle de céréales d'hiver (Huldenberg, B : 04/1986)



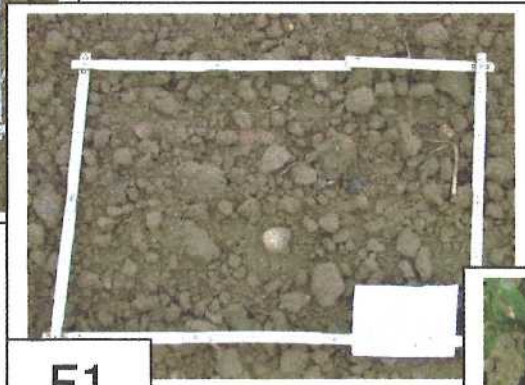
cliché A. v. AUZET



Quelques étapes de la succession des états de surface du sol

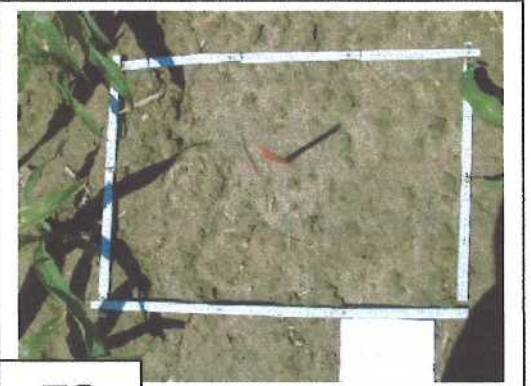


F0



F1

Dégradation croissante =
diminution de l'infiltrabilité



F2

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



Croûte structurale

Croûte sédimentaire

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



La présence de croûtes de battance diminue l'infiltrabilité, parfois considérablement : la surface d'un sol limoneux, à l'état initial après un travail du sol, permet d'infiltrer plusieurs dizaines de millimètres par heure ce qui correspond à l'intensité de la plupart des pluies courantes. La formation d'une croûte sédimentaire peut réduire l'infiltration à des valeurs de l'ordre de 1 à 2 mm/h : les pluies même les plus faibles entraîneront l'apparition d'un excès d'eau en surface. La diminution simultanée de la rugosité réduit les possibilités de stockage dans des flaques : **l'excès d'eau va se transformer plus souvent et plus rapidement en ruissellement**.

Les croûtes de battance correspondent à un cas particulier de discontinuité réduisant la vitesse du passage de l'eau dans le sol. Il est particulièrement important dans les sols limoneux à faible teneur en argile.

Cependant, d'autres discontinuités dans le profil de sol peuvent limiter le passage de l'eau et favoriser l'écoulement subsuperficiel et l'exfiltration : elles sont de nature pédologique ou culturale (lissage par les outils, fond de lits de semence, fond du labour, roche mère très peu perméable).

6.7.2. L'appréciation 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-Lafliche, 1974) peut être appliqué aux sols limoneux d'Alsace. Il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir des données disponibles (analyses de terre de la base de données informatique sur les sols d'Alsace). Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 L_f + 0,75 L_g) / (A + 10 MO)) - C$$

avec,

L_f : limons fins ;

L_g : limons grossiers ;

A : argile ;

MO : matière organique en pour mille de terre

C est un coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2 \times (\text{pH} - 7)$

On peut utiliser l'indice de stabilité R en tant que tel selon le classement suivant :

classe 1 : $R < 1,4$, non battant

classe 2 : $1,4 < R < 1,6$, peu battant

classe 3 : $1,6 < R < 1,8$, assez battant

classe 4 : $1,8 < R < 2,0$, battant

classe 5 : $R > 2,0$, très battant

L'indice de battance I_B quant à lui est ensuite calculé selon la formule :

$$I_B = 5 (R - 0,2)$$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$, terre stable (cf. Annexe 5).

On notera que toutes les références expérimentales accumulées depuis une vingtaine d'années convergent : **les sols limoneux ayant des teneurs inférieures à 14 % d'argile sont les plus sensibles à la battance** et ils se retrouvent bien dans la classe 5.

② Le rôle relatif de la teneur en matières organiques

Les matières organiques favorisent l'agrégation des particules entre elles et ont ainsi une influence positive sur la stabilité structurale. Cependant, si l'augmentation de la stabilité structurale avec la teneur en matières organiques est d'autant plus importante que la teneur en argile est faible, révélant la complexité des interactions texture - matière organique [Stengel et Monnier, 1982], les résultats expérimentaux révèlent des seuils au-dessous desquels la stabilité reste très faible : **pour les sols limoneux, aucun effet positif ne peut être mis en évidence en dessous d'une valeur comprise entre 2 et 3 % de matières organiques, qui est loin d'être toujours atteinte pour les sols limoneux cultivés**, sauf dans le cas spécifique et très temporaire des prairies retournées. Cependant, les recherches actuelles concernant les effets des différentes fractions de la matière organique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques amènent à nuancer le raisonnement en terme de taux global.

③ Le rôle des modalités de travail du sol

Si l'entretien organique des sols présente de toute façon un intérêt, il ne semble pas réellement permettre de discriminer les sols limoneux cultivés avec les pratiques habituelles. Le non labour et les techniques culturales sans labour (TCSL) ouvrent actuellement des perspectives réellement intéressantes sous réserve de la maîtrise correcte des autres effets de ces techniques sur l'état sanitaire des cultures et sur la régulation des adventices.

Dans ces modalités, le sol n'est plus retourné mais travaillé superficiellement. Ces techniques présentent plusieurs conséquences ayant un impact sur la dégradation des états de surface du sol (EDS), l'infiltration, le ruissellement, et l'érosion :

- un couvert en résidus (*mulch*) qui peut être important, protège le sol : le système poral sous les résidus est mieux préservé, les débris végétaux peuvent former de petits barrages ;
- la continuité du système poral du sol n'est pas rompue comme dans le cas du labour ;
- l'amélioration à terme du statut organique de l'horizon de surface devrait augmenter la stabilité structurale ;
- la cohésion plus importante de sols non ameublés accroît leur résistance à l'arrachement.

Ainsi, l'infiltration de l'eau ou son stockage en surface sont favorisés, limitant ainsi le ruissellement.

Cependant, l'appropriation et la maîtrise de ces modalités par les agriculteurs restent délicates, entraînant parfois une réorganisation profonde des systèmes de cultures de l'exploitation. Le bilan agronomique global doit encore être précisé sous différents points de vue : qualité sanitaire des récoltes, maîtrise du parasitisme et des adventices, ...

6.7.3. Les conséquences du ruissellement en Alsace Bossue

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 qui sont de toutes façons limités et peu étendus en Alsace Bossue. 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.

6.7.3.1. La sensibilité potentielle au ruissellement des sols d'Alsace Bossue

Nous présentons ci-dessous une échelle de sensibilité potentielle au ruissellement des sols d'Alsace Bossue.

Sensibilité potentielle au ruissellement

- **sols 5, (7), 13 et 14** : cette catégorie concerne les recouvrements de limons d'Alsace Bossue dont les caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile de 12 à 16 %, taux de limon proche de 60 % et plus, taux de matière organique voisin de 2,0 % (+/- 0,2 %), avec un pH avant chaulage souvent susceptible d'être inférieur à 6,0-6,5.

Ces sols peuvent être battants, mais sont rarement très battants ($R > 1,8$ à 2) et leur structure est instable à très instable (classes 4 et 5).

Enfin, la plupart présentent en profondeur une discontinuité pédologique nette entre 40 et 80 cm de profondeur que ce soit pour les limons d'altération (fiches 5 et 7) ou les limons éoliens (fiches 13 et 14). Localement, l'horizon d'accumulation d'argile peut être plus profondément enfoui sous des colluvions.

- **sols 16 et 17** : cette catégorie concerne les quelques cas de fonds de vallons où des recouvrements de limons présentent des caractéristiques qui sont proches des suivantes : taux d'argile voisin de 20 % (+/- 2 %), taux de limon proche de 60 % et plus, taux de matière organique voisin de 2,0-2,5 %.

Dans ces situations ces sols peuvent être assez battants (R compris entre 1,4 et 1,8) et leur structure peut devenir instable (classe 4). Ces sols présentent des teneurs en argile plus élevées que les recouvrements de limons environnants du fait de leur situation en vallée ou en fond de vallon.

Pas ou peu de sensibilité potentielle au ruissellement

- **sols 3, 4, 6, 8 à 12 (collines argilo-marneuses), 15 et 18 (vallées), 1 et 2 (piémont vosgien gréseux), 19 et 20 (collines sableuses à pente faible)** : cette catégorie concerne soit les sols des vallées alluviales, soit les sols plutôt argileux et calcaires ou calciques des collines, ou encore des sols sableux à couverture herbagère proches des Vosges gréseuses ou proches de la Sarre, mais à pente faible. Pour les 2 premiers cas, leurs caractéristiques sont proches des suivantes : taux d'argile supérieur à 30-35 %, taux de limon compris entre 40 et 60 %, taux de matière organique souvent supérieur à 3 %. Dans le cas des sols sableux : taux d'argile inférieur à 12-15%, taux de limon compris entre 20 et 40 %.

Ces sols ne sont généralement pas battants (R inférieur à 1,4) et leur structure reste assez stable (classes 2 et 3).

Toutefois, ces derniers, ainsi que les sols alluviaux lors des crues, peuvent être sensibles à l'incision si ils sont cultivés, voire à l'arrachement, lors de forts épisodes pluvieux et des inondations provoquées par les rivières. Même si ce cas reste possible, il n'est que très rarement observé en Alsace Bossue.

L'érosion ne pose pas de réel problème en Alsace Bossue. En effet, à l'inverse d'autres régions du Nord de l'Alsace (Outre-Forêt, Pays de Hanau), les sols à couverture limoneuse sont peu étendus en Alsace Bossue. De plus forêts et prairies occupent plus de 80% de la surface totale, ce qui fait que les risques de ruissellement et d'érosion y sont limités. Le ruissellement et l'érosion peuvent cependant se manifester localement sur les sols limoneux hydromorphes lors de fortes pluies.

6.7.3.2. Les précautions à prendre à l'échelle de la parcelle

Elles peuvent être de plusieurs ordres :

- **en premier lieu, il faut viser le meilleur état calcique et organique possible des sols**, soit un taux de matière organique compris entre 2,0 et 2,5 % et un pH compris entre 6,5 et 7,0 pour les sols acides,
- **en second lieu, il faut assurer entre les cultures, soit une couverture végétale (même légère), soit un mulch** pour protéger la surface de l'impact des gouttes de pluie et favoriser la formation de flaques plutôt que le ruissellement,
- **en troisième lieu, il faut agir sur l'époque et le type de travail du sol,**
- **le sens de travail du sol est important.** L'idéal est un travail en courbes de niveau sur des parcelles dont la largeur est limitée dans le sens de la pente, mais il n'est pas réalisable dans les structures de parcelles actuelles. Le travail perpendiculaire à la pente n'est pas souvent efficace.
- **enfin, des aménagements d'accompagnement peuvent être adjoints sur les situations les plus sensibles** en vue de casser la vitesse des eaux de ruissellement (en particulier bandes enherbées sur les sites où l'eau est susceptible de prendre le plus de vitesse).

6.7.3.3. Le transfert des produits associés (nitrates, phytosanitaires)

Les eaux qui ruissellent sont susceptibles de transporter des substances solubles ou d'autres adsorbées sur les particules de terres. Ces eaux « chargées » auront un impact sur la qualité des cours d'eau si elles les rejoignent. Il faut distinguer la qualité des eaux qui ruissellent en surface de celle des eaux qui circulent à l'intérieur du sol.

Dans ce domaine, les données sont insuffisantes pour en donner une évaluation par type de sol.

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).

Les produits phytosanitaires entraînés par le ruissellement sont les matières actives fortement fixées et persistantes, qui seront progressivement entraînés avec les particules auxquelles elles sont liées à la surface du sol.

Cependant, si le ruissellement assure le transport de particules de sol, il peut aussi entraîner des produits en solution. Ainsi, une matière active mobile avec l'eau pourra être entraînée si la pluie et le ruissellement surviennent peu après son application. De nombreuses études confirment que les premières pluies survenant après l'application transportent la plus grande part des produits phytosanitaires retrouvés dans les eaux de surface. Le cas des phytosanitaires, pour lesquelles les données locales sont fragmentaires, est traité également au paragraphe 6.9.

6.8. LES SOLS ET LE RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

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 F₁, d'après le modèle de I.G. Burns» et p. 146 «L'analyse du risque présenté par les systèmes de culture en place »).

Nous avons retenu d'analyser ce risque sur 2 saisons :

- l'hiver, période de reconstitution des réserves en eau du sol puis de drainage, et de faible consommation d'azote par le couvert végétal quand il existe,
- le printemps, période d'apport des engrais minéraux azotés aux cultures d'été qui se mettent progressivement en place.

6.8.1. Le risque de lessivage hivernal

6.8.1.1. Généralités

Chacune des fiches descriptives d'un type de sol comporte **un indice** relatif au risque de lessivage hivernal des nitrates.

Ce risque est défini ici comme intrinsèque et potentiel. Il concerne le lessivage des nitrates présents en début de période de drainage hivernal, sur l'épaisseur de sol exploitée par les racines des cultures, et déterminée par observation chaque fois que cela était possible.

Les variations de l'indice retenu dépendent uniquement du sol - caractérisé par sa capacité au champ estimée sur la profondeur exploitable par les racines - **et du climat hivernal local**. Il permet ainsi un classement relatif des différents types de sols au sein de la petite région naturelle. Il a pour but d'attirer l'attention des agriculteurs, techniciens et aménageurs sur la variabilité spatiale des risques. Cet indice est cohérent dans son principe avec la méthode d'estimation du risque de lessivage proposée à l'occasion de l'établissement de cartes du risque de lessivage (**PIREN EAU ALSACE, 1987**).

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

Le calcul de cet indice repose sur l'utilisation d'un modèle simple d'estimation du lessivage des nitrates (**Burns, 1975**) largement éprouvé par de multiples travaux. 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.

- 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 400 mm sur la période 1^{er} octobre - 31 mars. Ceci correspond à une situation rencontrée à peu près une année sur deux pour les postes météo de la région, avec une tendance à 450-500 mm au pied des Vosges.

**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
DANNE ET 4VENTS 1975 - 2004	413	462	539	267	326	404	341	391	472
KAPPELKINGER 1975 - 2004	350	439	519	218	296	386	284	369	453
MITTERSHEIM 1975 - 2004	428	481	632	285	353	492	354	417	563
MOUTERHOUSE 1975 - 2004	465	551	673	322	410	530	392	480	602
REMELFING 1976 - 2004	431	504	596	301	364	454	363	432	527
SARREBOURG 1975 - 2004	445	509	614	303	374	479	374	443	546
DIEMERINGEN* 1968 - 1983	298	481	512	181	344	398	239	417	455
SARREWERDEN* 1986 - 2004	431	486	619	283	346	480	357	416	549

* 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 page suivante. Ce sont les résultats de ce calcul qui figurent dans les fiches de sol, avec un classement en 5 niveaux de risque :

Classe	F calculé pour P-ETM = 400 mm	Risque de lessivage hivernal
1	moins de 10 %	Très limité
2	10 à 25 %	Limité
3	25 à 40 %	Moyen
4	40 à 60 %	Elevé
5	supérieur à 60 %	Très élevé

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

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

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

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

$$d = P - ETM - (RU - r)$$

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

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

où

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

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

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

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

Remarque :

Ce modèle rend compte du seul mouvement des nitrates sous l'effet des flux d'eau verticaux dans le sol. Il ne prend pas en compte le phénomène de dénitrification (réduction de N nitrique en N_2O et N_2 gazeux) particulièrement important dans certains sols très affectés par l'excès d'eau (cf. 6.8.3. Sols hydromorphes et dénitrification).

6.8.1.2. Les risques de lessivage hivernal en Alsace Bossue

Les résultats et le classement obtenus pour l'Alsace Bossue 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 ($r = 1/3 RU$).

Comme cela a déjà été mentionné pour le ruissellement et l'érosion, l'occupation du sol forestière et prairiale est majoritaire (plus de 80 % de la surface totale de l'Alsace Bossue). Bien que le risque de lessivage des nitrates existe intrinsèquement en grandes cultures, il est limité aux 20 % de sols labourés de la surface totale de la région. En outre, ces terres labourées le sont par des éleveurs qui ne visent pas forcément le rendement le plus élevé. Enfin, les éleveurs (85 % des exploitations) sont majoritairement en agriculture biologique. Tous ces facteurs concourent à limiter les pertes de nitrates par lessivage sur l'ensemble de la région.

Classe de risque de lessivage hivernal pour les principaux sols d'Alsace Bossue

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur h retenue	F calculé pour : P-ETM = 400 mm	Appréciation du risque de lessivage des nitrates
1	Sable, acide, moyennement profond à profond, sur grès vosgien	RU = 90 mm Vm = 14,8 % h = 120 cm	77 %	Classe 5 risque très élevé
2	Sable argilo-limoneux, acide, peu à moyennement profond, sur grès fin à Voltzia	RU = 50 mm Vm = 29,9 % h = 45 cm	83 %	Classe 5 risque très élevé
3	Argile, calcaire, de faible profondeur, sur marnes en plaquettes	RU = 90 mm Vm = 46,2 % h = 45 cm	74 %	Classe 5 risque très élevé
4	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	RU = 150 mm Vm = 40,4 % h = 90 cm	55 %	Classe 4 risque élevé
5	Limon sablo-argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argileux	RU = 175 mm Vm = 44,6 % h = 80 cm	54 %	Classe 4 risque élevé
6	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur calcaire dolomitique	RU = 40 mm Vm = 30,5 % h = 30 cm	89 %	Classe 5 risque très élevé
7	Limon argilo-sableux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux	RU = 135 mm Vm = 43,6 % h = 100 cm	50 %	Classe 4 risque élevé

N° de fiche	Type de sol	RU et Vm sur h retenue	F calculé pour : P-ETM = 400 mm	Appréciation du risque de lessivage des nitrates
8	Limon argileux, calcaire, peu profond, caillouteux, sur dalle calcaire	RU = 50 mm Vm = 43,8 % h = 50 cm	74 %	Classe 5 risque très élevé
9	Limon argileux calcique à calcaire, moyennement profond, sur argile caillouteuse	RU = 155 mm Vm = 40,2 % h = 85 cm	56 %	Classe 4 risque élevé
10	Argile limoneuse, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	RU = 100 mm Vm = 61,2 % h = 80 cm	48 %	Classe 4 risque élevé
11	Argile limoneuse, calcique, peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	RU = 95 mm Vm = 48,9 % h = 80 cm	60 %	Classe 4 risque élevé
12	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	RU = 155 mm Vm = 47,6 % h = 100 cm	45 %	Classe 4 risque élevé
13	Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur argile limoneuse	RU = 180 mm Vm = 49,9 % h = 90 cm	45 %	Classe 4 risque élevé
14	Limon argileux, acide, très hydromorphe, sur argile limoneuse	RU = 220 mm Vm = 47,2 % h = 80 cm	47 %	Classe 4 risque élevé
15	Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe, sur alluvions récentes	RU = 155 mm Vm = 44,6 % h = 85 cm	53 %	Classe 4 risque élevé
16	Limon argileux, calcique, très hydromorphe, sur alluvions-colluvions argileuses	RU = 145 mm Vm = 41,6 % h = 70 cm	62 %	Classe 5 risque très élevé
17	Argile, calcique, hydromorphe, sur colluvions récentes	RU = 105 mm Vm = 43,8 % h = 70 cm	63 %	Classe 5 risque très élevé
18	Limon sablo-argileux, acide, hydromorphe sur alluvions récentes	RU = 165 mm Vm = 28,9 % h = 105 cm	60 %	Classe 5 risque très élevé
19	Sable, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	RU = 75 mm Vm = 17,2 % h = 90 cm	82 %	Classe 5 risque très élevé
20	Sable, acide, peu hydromorphe, sur alluvions anciennes	RU = 70 mm Vm = 17,1 % h = 90 cm	80 %	Classe 5 risque très élevé

- Vm = Humidité volumique à la capacité au champ = mesure d'humidité pondérale à la capacité au champ multipliée par la densité apparente pour les différents horizons, exprimée en % (dépend donc du type de sol)
- h = profondeur de sol retenue en tenant compte de l'enracinement potentiel des cultures en cm (dépendante du type de sol)
- F = % des nitrates initialement présents supposés uniformément répartis sur la profondeur h, qui seront lessivés

Avertissement : Dans le tableau ci-dessus, les paramètres retenus pour les calculs de F (Vm, RU et h) se rapportent généralement au profil considéré comme représentatif du type de sol.

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

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

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

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

		Risque de lixiviation d'azote hors de portée des racines les plus profondes durant les cycles culturaux successifs		
		Faible à nul	Inter-médiaire	Fort à certain
Variabilité interannuelle des potentialités agricoles	FAIBLE : Besoins en azote assez prévisibles	A	B	C
	FORTE : Besoins en azote imprévisibles	D	E	F

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

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

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

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

6.8.2. Le risque de lessivage printanier

6.8.2.1. Généralités

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

Le climat printanier de la région se caractérise par un maximum pluviométrique en mai-juin avec 65 à 90 mm de pluie en moyenne par mois pour l'Alsace Bossue.

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 d'Alsace Bossue

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 »).

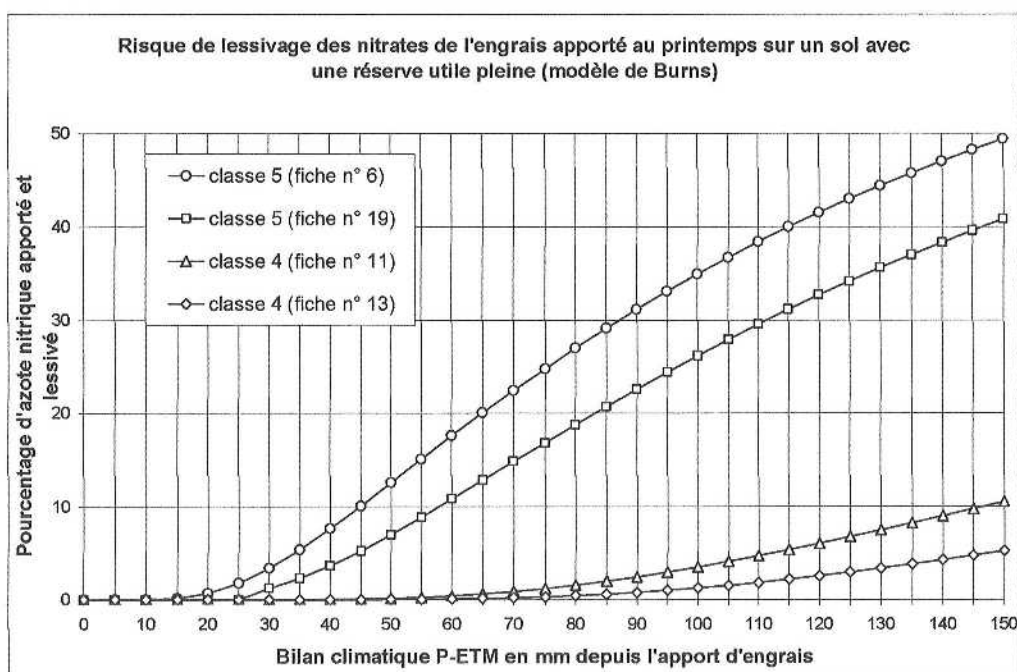
② les courbes de sensibilité des sols au risque de lessivage établies à partir du modèle de Burns, selon un scénario spécifique à cette situation printanière (cf. encadré ci-dessus). La hiérarchie établie entre les sols pour les classes de risque de lessivage hivernal se retrouve pour l'analyse du risque printanier.

Aussi, nous avons choisi de ne représenter que 4 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
DANNE ET 4VENTS 1975 - 2004	138	189	217	-28	+29	+72
KAPPELKINGER 1975 - 2004	104	142	186	-62	-14	+40
MITTERSHEIM 1975 - 2004	136	168	205	-32	+14	+61
MOUTERHOUSE 1975 - 2004	128	176	207	-36	+20	+63
REMELFING 1976 - 2004	120	153	217	-54	-9	+73
SARREBOURG 1975 - 2004	154	175	234	-12	+19	+86
DIEMERINGEN* 1968 - 1983	148	168	254	-2	+33	+118
SARREWERDEN* 1986 - 2004	119	144	185	-21	-21	+27

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

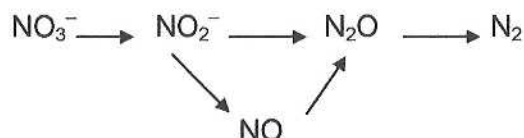
Le bilan climatique P-ETM maïs du 21 avril au 30 juin fait apparaître un excès de moins de 30 mm un an sur deux, et de 30 à plus de 100 mm un an sur cinq. Les excédents médians créent des pertes nulles à faibles des nitrates apportés en surface. Les années les plus pluvieuses, les pertes ne sont sensibles que sur les sols les plus filtrants (fiches n° 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 18, 19 et 20). Dans ces sols, il est indispensable de systématiser le fractionnement en 2 fois des apports d'engrais azotés aux cultures d'été, voire en 3 fois, si la praticabilité du terrain le permet et pour les situations à très fort risque (sols superficiels et sols drainés) et les doses d'azote importantes. Le but est de retarder les apports importants vis-à-vis du calendrier des besoins de la culture.



6.8.3. Les sols hydromorphes et la dénitrification

Le modèle de lessivage de Burns ne tient pas compte des phénomènes de dénitrification qui, dans les sols organiques et hydromorphes, peut conduire à une épuration de l'eau drainante et diminuer le taux de nitrates.

La dénitrification correspond à une réduction des nitrates du sol par action de micro-organismes, principalement des bactéries. Elle comporte la chaîne de réactions suivantes allant jusqu'à la libération de gaz N_2 .



Selon les bactéries ou les conditions de milieu, la chaîne de réactions est réalisée totalement ou partiellement, ce qui peut conduire à des accumulations variées des formes intermédiaires et notamment à la libération de protoxyde d'azote N_2O (Hénault, 1995). La proportion d'azote libérée sous forme de N_2O lors de la dénitrification est très variable, allant de 0 à 100 % et les facteurs de régulation sont encore mal connus.

Les principaux facteurs favorisant le processus de dénitrification dans le sol sont :

- la richesse en matière organique des sols,
- le degré d'anaérobiose lié au régime hydrique des sols,
- la concentration en nitrates et autres oxydes d'azote dans le sol.

La réaction est activée par des températures plus élevées du sol ; le pH optimal se situe entre 6 et 8.

Les mécanismes de régulation de cette transformation sont complexes et son intensité est très variable. Les pertes d'azote ainsi occasionnées peuvent aller de quelques kg à plusieurs dizaines de kg N/ha/an (Hénault 1993).

Dans la bibliographie actuellement disponible, quelques chiffres peuvent être relevés :

Dénitrification observée	Système étudié
environ 5 à 10 kg N/ha/an avec pointe exceptionnelle de 20 à 50 kg N/ha/an	maïs en loess et en <u>sol hydromorphe humifère</u> de la plaine d'Alsace (J. Hack, 1997)
3 à 10 kg N/ha de mars à mi-octobre	Blé sur sol argilo-limoneux (Germon, 1985)
15 à 20 kg N/ha de mi-mars à mi-septembre	Prairies temporaires avec mode d'exploitation intensif (Germon et Couton, 1989)
68 kg N/ha/an	sol faiblement drainé sous forêt (Lawrance, 1995 et Hanson, 1994)
5 kg N/ha/an	sol modérément drainé sous forêt (Lawrance 1995, Hanson 1994)

Dans les zones en bordure de rivières ou les zones de battement de la nappe où la dénitrification est la plus active, elle est aujourd'hui parfois considérée comme une voie de dépollution des eaux chargées en nitrates. Cependant, comme cela a été signalé plus haut, la réaction de dénitrification peut ne pas être totale et libérer préférentiellement du N_2O qui est un gaz à très fort effet de serre. Son augmentation dans l'atmosphère est indésirable. La dénitrification, dont on ne maîtrise pas toutes les étapes, peut ainsi dans certains cas, apparaître comme un transfert de pollution de l'eau du sol ou des nappes vers l'atmosphère.

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

Du fait des incertitudes sur les mécanismes de la dénitrification des sols hydromorphes, le meilleur moyen de préserver l'aquifère de la pollution azotée est encore de raisonner la gestion de l'azote au plus près des besoins des cultures pour limiter les excès.

6.9. LE SOL ET LE DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

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

D'une manière générale, les données sur ce sujet sont très fragmentaires pour le territoire français.

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. L'état physique des sols, le ruissellement et l'érosion). Aussi, la prévention de ce risque dépend plutôt des choix de techniques agricoles limitant l'apparition, l'importance ou la propagation du ruissellement que de considérations sur les caractéristiques intrinsèques du sol.

6.10. LE POUVOIR EPURATEUR DES SOLS

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

AVERTISSEMENT

Nous ne nous intéresserons qu'à la capacité des sols agricoles à assurer un traitement correct des effluents liquides ou solides apportés avec des quantités d'eau limitées. Dans la pratique, ceci correspond à des apports pouvant aller jusqu'à 100 m³/ha/an environ, correspondant à une lame d'eau de 10 mm au plus. Les critères d'appréciation proposés ne sont pas automatiquement valides dans d'autres cas, par exemple pour envisager la capacité de sols non agricoles à traiter des eaux usées domestiques brutes.

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

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

Cet objectif sera atteint sous deux conditions :

- ❶ Le transfert de la charge polluante que représente le déchet hors du système sol-plante ne doit concerner que des éléments qui ne conduisent pas à une pollution du milieu récepteur par nature ou par concentration. En Alsace Bossue, ce sont différentes nappes qu'il s'agit de protéger, et le sol doit présenter des caractéristiques minimales pour maîtriser ce risque.
- ❷ Il ne doit pas y avoir d'accumulation dans le sol d'éléments pouvant condamner à terme toute production agricole. Ce dernier point implique avant tout une bonne connaissance du déchet.

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

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

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

6.10.2. Pouvoir épurateur du sol et aptitude à l'épandage d'une parcelle

La connaissance du pouvoir épurateur du sol est l'un des éléments permettant d'apprécier **l'aptitude à l'épandage d'une parcelle**. Ce n'est pas le seul. Interviennent également dans cette appréciation l'environnement et le voisinage parcellaire comme la présence d'habitations ou la proximité d'un cours d'eau, la pente, le risque d'inondation, le système de culture pratiqué. Ces contraintes doivent être prises en compte et discutées lors de la constitution des **plans d'épandage**, dans le respect de la réglementation s'appliquant au déchet concerné (règlement sanitaire départemental, réglementation des installations classées, réglementation relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, ...).

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

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

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

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

Le risque est lié au transfert direct éventuel de substances organiques solubles ou facilement entraînées par l'eau, mais supposées *a priori* non toxiques, du sol vers les eaux souterraines. En effet, la présence de matière organique dans l'eau altère sa potabilité. Le sol doit être apte à retenir et réorganiser tous les apports organiques qu'il reçoit : pour cela, son activité biologique doit être suffisante et les temps de rétention des substances organiques solubles suffisamment longs. Dans ces conditions, la capacité d'un sol à « digérer » et réorganiser de la matière organique est très élevée : elle s'élève jusqu'à 1 tonne de matière organique par ha et par jour hors de la période froide, et permet de traiter au moins 30 tonnes de DCO par ha sur une année (J.C. Germon, 1977).

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

La grille suivante est proposée :

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

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

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

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 des secteurs à faible épaisseur de limons et des nappes alluviales) épandage possible sur les sols dont la réserve utile est d'au moins 100 mm, et la vitesse d'infiltration inférieure à 200 mm/h.

⇒ Hors des périmètres de protection des captages d'eau potable, pas de restriction.**③ Protection des eaux souterraines contre le risque de lessivage d'éléments minéraux majeurs**

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

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

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

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

Vis-à-vis des micropolluants, la protection des eaux et celle des sols sont liées par les mécanismes d'immobilisation, de remobilisation et de transfert de ces substances : une molécule ou un élément aujourd'hui retenu dans le sol ne migrera pas dans l'eau, mais pourra devenir indésirable pour la production agricole par suite de teneurs excessives. Demain, il pourra être de nouveau mobilisé suite à une modification des conditions du sol (évolution du pH par exemple), ou bien encore des dérivés de la molécule apparaîtront, issus de sa transformation par voie biologique ou physico-chimique.

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

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

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

Valeurs limites de concentration en éléments-traces dans les sols

D'après l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles, les valeurs fréquemment observées en Alsace (Baltzer, 1993 ; MRA68, 1999) et la proposition de seuil « d'alerte » (selon Baize, 1997).

Eléments-traces dans les sols	Valeur limite en mg/kg MS	Valeurs observées * en Alsace en mg/kg MS	Seuil « d'alerte » ** en mg/kg MS
Cadmium	2	0,25 à 0,40	0,60
Chrome	150	30 à 60	60
Cuivre	100	15 à 25	30
Mercurure	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 J.C. Favrot, 1983),
- 5 classes de risque de lessivage des nitrates (selon formule de Burns) : très limité (F < 10 %), limité (10 % < F < 25 %), moyen (25 % < F < 40 %), élevé (40 < F < 60 %), très élevé (F > 60 %),
- 5 classes d'état calcique (pH/CaCO₃) : très acide, pH < 5 ; acide, pH de 5 à 6 ; modérément acide ou décarbonaté, pH de 6 à 7 ; calcique, pH > 7 et CaCO₃ < 2 % ; calcaire, pH > 7 et CaCO₃ > 2 %.

Ces classes permettent de présenter le tableau d'estimation suivant du pouvoir épurateur :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

avec les définitions suivantes des classes de pouvoir épurateur :

A : pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure,

B : pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

(contrôle du pH, vérification de l'excès d'eau, gestion de la fertilisation azotée...)

C : pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

La classe de pouvoir épurateur est définie par le niveau de contrainte le plus élevé atteint par l'un des 4 critères. Ce résultat peut être modulé en fonction de la variabilité du terrain en particulier lorsqu'elle conduit à des valeurs de part et d'autre d'une valeur seuil de classe de critère (RU, lessivage...).

Ainsi, par exemple, un sol brun calcaire profond sur loess en plaine d'Obernai présentera la répartition de contraintes suivante :

Classe de la contrainte	Réserve utile RU en mm	Hydromorphie H	Risque de lessivage F	Etat calcique pH / CaCO ₃	Classe de pouvoir épurateur
1	> 180	0	très limité	calcaire	A
2	140-180	1	limité	calcique	(A à B)
3	100-140	2	moyen	décarbonaté	B
4	60-100	3/3+	élevé	acide	(B à C)
5	≤ 60	4	très élevé	très acide	C

Sa classe de pouvoir épurateur est donc A

A l'inverse, un sol limono-argilo-sableux peu profond (moins de 50 cm) et caillouteux sur alluvions de l'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 d'Alsace Bossue

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

A : Pouvoir épurateur élevé ou suffisant sans contrainte majeure

- **aucun sol**, compte tenu des risques de lessivage de l'azote sur l'ensemble de la petite région.

Ceci ne signifie nullement que les épandages ne soient pas possibles, mais qu'il faut prendre une série de précautions préalables et ce même dans les sols a priori les plus favorables (limons profonds), compte tenu de l'importante lame d'eau hivernale non retenue dans les sols (P-ETM = 400 mm).

B : Pouvoir épurateur suffisant avec des précautions particulières

- **sols 4, 9 et 11** : sur certaines surfaces, la sensibilité au lessivage des nitrates impose d'être attentif à la gestion de l'azote et à la localisation par rapport aux captages.
- **sols 5, 7, 13 et 14** : Le risque de lessivage des nitrates doit être pris en compte. Cette catégorie concerne les recouvrements de limons d'altération et limons éoliens des hauts de collines de l'Alsace Bossue ; le contrôle du pH est nécessaire, 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 10 et 12** : le pouvoir épurateur est à peine suffisant à cause de l'excès d'eau et de la sensibilité au lessivage des nitrates.

Ces précautions préalables étant prises, ceci implique aussi une attention particulière en vue de respecter d'une part les doses prescrites pour les épandages et d'autre part les rotations (fréquence de retour sur les mêmes parcelles égale en principe à 3 ans).

C : Pouvoir épurateur médiocre ou insuffisant

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

- **sol 15** : 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 16 et 17** : l'excès d'eau hivernal voire printanier prononcé ne permet pas une dégradation des matières organiques dans de bonnes conditions et limite sérieusement le calendrier d'épandage. De plus, un risque très élevé de lessivage des nitrates ne permet pas de garantir une épuration correcte en toutes conditions
- **sols 3, 6 et 8** : la faible RU et un risque très élevé de lessivage des nitrates ne permettent pas de garantir une épuration correcte en toutes circonstances
- **sols 1, 2, 18, 19 et 20** : la faible RU ou un risque de lessivage des nitrates très élevé combiné à des pH faibles ne permettent pas d'assurer un pouvoir épurateur suffisant.

Ces conclusions sont détaillées dans chacune des fiches.

Il est à noter que l'Alsace Bossue comporte environ 12 000 UGB qui produisent 120 000 à 130 000 tonnes de fumier et de lisier par an. Ainsi, à une dose de 30 tonnes/ha et avec une rotation bisannuelle, l'ensemble des terres labourées doit donc être sollicité pour l'épandage de la totalité des déjections animales produites. Ce fait, s'ajoutant aux pratiques d'agriculture biologique très répandues en Alsace Bossue, les boues de station d'épuration (moins de 1.000 tonnes produites chaque année pour tout le secteur) sont actuellement généralement contraintes de trouver d'autres filières que l'épandage agricole.

APPRECIATION DU POUVOIR EPURATEUR DES SOLS D'ALSACE BOSSUE

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	Sable, acide, moyennement profond à profond, sur grès vosgien	80 à 100 mm	0	5 : très élevé	4,5 à 5,5 naturellement 6,0 à 6,5 après chaulage sol acide	C : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates. La surveillance du pH est indispensable.
2	Sable argilo-limoneux, acide, peu à moyennement profond, sur grès fin à Voltzia	50 à 80 mm	0 (2 à 3 localement)	5 : très élevé	5,0 à 5,5 6,0 à 6,5 après chaulage sol acide	C : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates. Le contrôle du pH est nécessaire.
3	Argile, calcaire, de faible profondeur, sur marnes en plaquettes	60 à 90 mm	0	5 : très élevé	8,0 à 8,5 en surface sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
4	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	100 à 120 mm (150 mm)	2 à 3	4 : élevé	7,5 à 8,0 en surface sol calcique	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
5	Limon sablo-argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argileux	140 à 180 mm	3 à 3+	4 : élevé	6,0 à 7,0 en surface, 6,0 en profondeur (> 100 cm) sol acide à décarbonaté	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait de l'excès d'eau et du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires.
6	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur calcaire dolomitique	40 à 60 mm	0	5 : très élevé	8,0 à 8,5 en surface sol calcaire	C : pouvoir épurateur insuffisant du fait de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
7	Limon argilo-sableux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux	120 à 140 mm	2 à 3	4 : élevé	7,0-7,5 à 8,0-8,5 sol calcique	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires.

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	
8	Limon argileux, calcaire, peu profond, caillouteux, sur dalle calcaire	50 mm	0	5 : très élevé	8,0 à 8,5 en surface sol calcaire	C : pouvoir épurateur médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
9	Limon argileux, calcique à calcaire, moyennement profond, sur argile caillouteuse	120 à 160 mm	0 (à 2)	4 : élevé	7,5 à 8,5 sol calcique à calcaire	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait du risque élevé de lessivage des nitrates.
10	Argile limoneuse, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	100 à 140 mm	3	4 : élevé	6,0 à 7,5 sol décarbonaté à calcique	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait de l'excès d'eau et du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
11	Argile limoneuse, calcique, peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	100 à 150 mm	0 à 2	4 : élevé	6,5 à 7,5 sol calcique (à calcaire)	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait du risque élevé de lessivage des nitrates.
12	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur argile gris - lie de vin	150 à 180 mm	3 à 3+	4 : élevé	7,0-7,5 à 8,0 sol calcique	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait de l'excès d'eau et du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau est nécessaire.
13	Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur argile limoneuse	160 à 180 mm	2 à 3	4 : élevé	6,0 à 6,5 jusqu'à 0,6m sol acide	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires.
14	Limon argileux, acide, très hydromorphe, sur argile limoneuse	160 à 240 mm	3 à 3+	4 : élevé	5,0-6,0 (6,0-6,5 après chaulage) au moins jusqu'à 1 m sol acide	B à C : pouvoir épurateur à peine suffisant du fait de l'excès d'eau et du risque élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires
15	Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe, sur alluvions récentes	120 à 160 mm	3+ à 4	4 : élevé	6,5 à 7,5 sol décarbonaté à calcique	C : pouvoir épurateur médiocre à cause de l'excès d'eau et du risque de lessivage des nitrates.

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	
16	Limon argileux, calcique, très hydromorphe, sur alluvions-colluvions argileuses	140 à 160 mm	3 à 4 (1-2 en tête de vallon)	5 : très élevé	6,5 à 7,5 sol calcique	C : pouvoir épurateur médiocre à cause de l'excès d'eau et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
17	Argile, calcique, hydromorphe, sur colluvions récentes	100 à 120 mm	2-3 (à 4)	5 : très élevé	6,5 à 7,5 sol calcique	C : pouvoir épurateur médiocre à cause de l'excès d'eau et du risque très élevé de lessivage des nitrates.
18	Limon sablo-argileux, acide, hydromorphe sur alluvions récentes	120 à 160 mm	2 à 3	5 : très élevé	5,5 à 6,5 sol acide	C : pouvoir médiocre à cause du risque très élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires
19	Sable, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	50 à 80 mm	2 à 3	5 : très élevé	5,5 à 6,5 sol acide	C : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates. La vérification du niveau de l'excès d'eau et le contrôle du pH sont nécessaires
20	Sable, acide, peu hydromorphe, sur alluvions anciennes	50 à 80 mm	0 à 1	5 : très élevé	5,0-5,5 à 6,5 sol acide	C : pouvoir médiocre à cause de la faible RU et du risque très élevé de lessivage des nitrates. Le contrôle du pH est nécessaire.

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 ALSACE BOSSUE, LA CLASSIFICATION CPCS, LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE, LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS

① DONNÉES CLIMATIQUES

1. RAPPEL DE DEFINITIONS POUR UNE MEILLEURE COMPREHENSION DES ANALYSES CLIMATIQUES

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

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

ETM (Evapotranspiration maximale) : Elle correspond à l'ETR quand les conditions d'alimentation hydrique de la culture sont optimales.

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

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

Bilan climatique : $Bc = Pluie - ETM$

Bilan hydrique : $Bh = Pluie - ETM + RU$

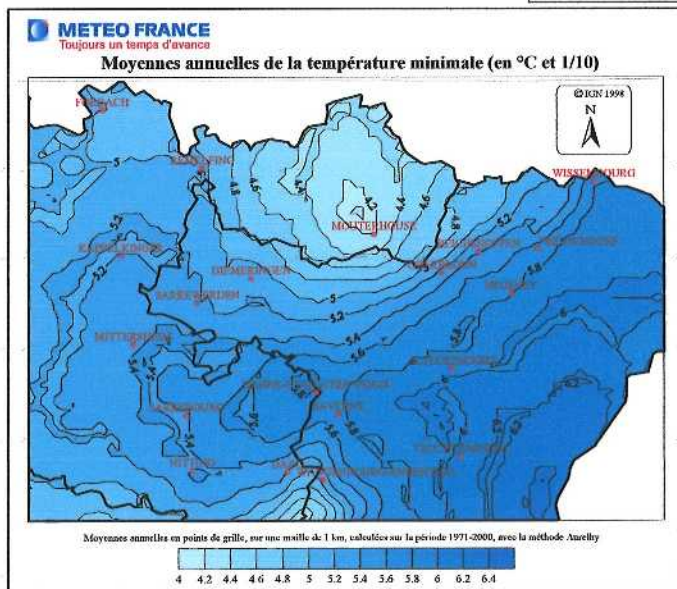
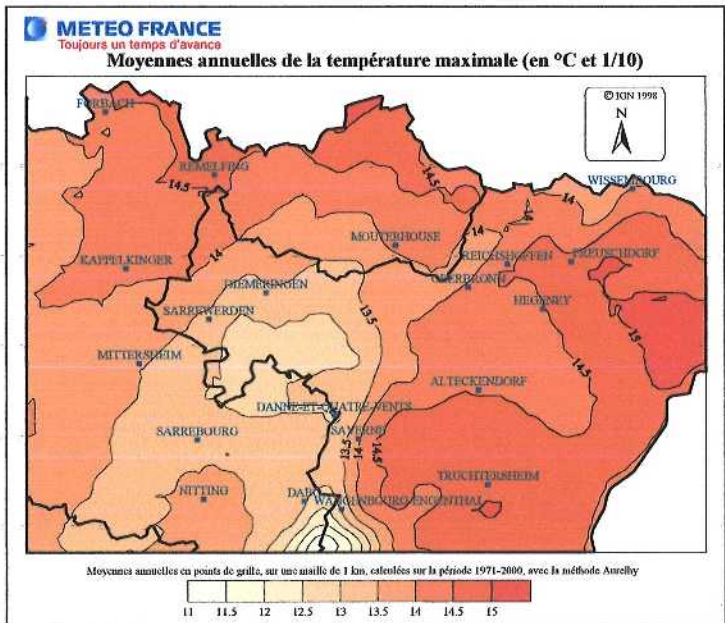
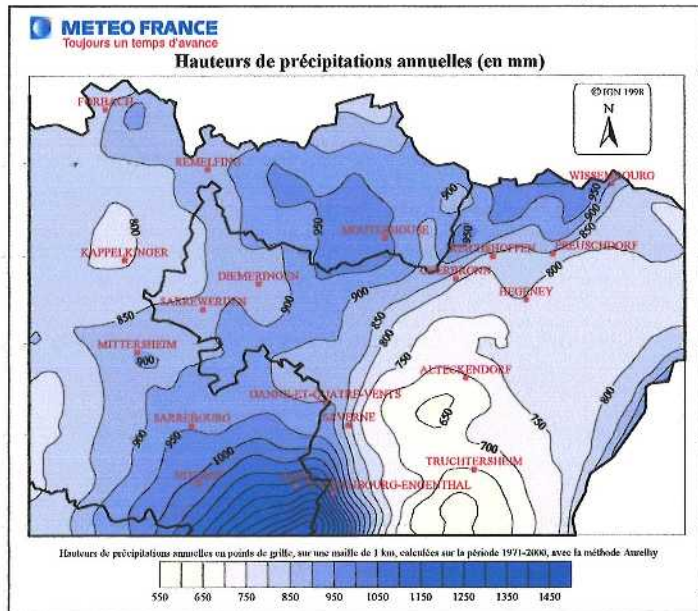
2. ETAT DES DONNEES DISPONIBLES

Les données utilisées dans ce guide proviennent de relevés réalisés sur 8 postes météorologiques de la région ou de la proche région.

- 5 postes avec des données pluviométriques et thermométriques : Danne-et-Quatre-Vents, Kappelkingen, Mittersheim, Mouterhouse et Remelfing
- 3 postes avec des données pluviométriques seules : Sarrebourg, Diemeringen et Sarrewerden.

Pour l'ETP, l'information est fournie par la station météorologique d'Entzheim, extrapolée pour le calcul des bilans hydriques de tous les autres postes.

Toutes les données utilisées ont été fournies et leur traitement réalisé par le service météorologique inter-régional Nord-Est de METEO-France.



3. CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES ET TYPOLOGIE DES POSTES METEO

3.1. La pluviométrie (voir tableau de données et graphique)

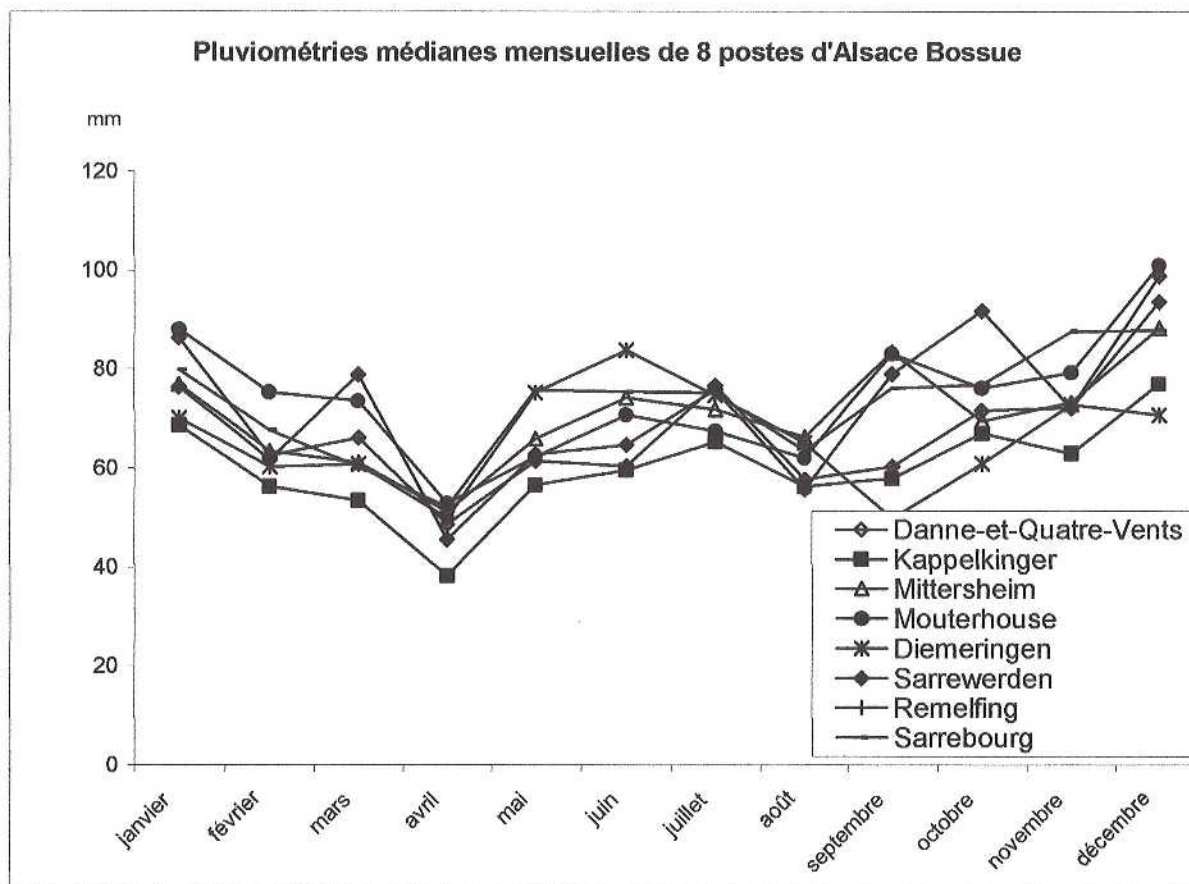
La pluviométrie médiane annuelle à l'intérieur de la zone varie de 900 à près de 1000 mm selon les postes. Cette pluviométrie caractérise bien cette partie du Plateau Lorrain et est d'autant plus importante que les sites sont localisés plus près des Vosges gréseuses.

En général, la pluviométrie de l'Alsace Bossue est assez liée au passage de perturbations d'origine atlantique ; en été, elle est aussi conditionnée par les orages.

La répartition annuelle des précipitations se caractérise par :

- des minima en avril (40 à 50 mm) et, dans une moindre mesure en août (55 à 65 mm)
- des maxima d'octobre à janvier (70 à 100 mm)
- des valeurs intermédiaires pour les autres mois de l'année.

PLUVIOMETRIES MEDIANES MENSUELLES ET MEDIANES ANNUELLES (Données METEO France)								
poste	Danne-et- Quatre- Vents	Kappelkinger	Mittersheim	Mouterhouse	Remelfing	Sarrebourg	Diemerigen	Sarrewerden
période	1975-2004	1975-2004	1975-2004	1975-2004	1976-2004	1975-2004	1968-1983	1986-2004
médianes mensuelles								
janvier	64.1	68.7	77.0	88.1	86.4	79.9	70.1	76.5
février	59.0	56.3	63.5	75.3	62.6	67.7	60.3	61.7
mars	52.1	53.5	61.1	73.6	66.1	60.3	60.8	78.9
avril	52.2	38.2	51.2	52.8	48.7	52.1	49.9	45.6
mai	77.7	56.6	65.9	62.2	61.4	75.7	75.2	62.8
juin	73.4	59.6	74.2	70.7	60.4	75.4	83.8	64.7
juillet	71.7	65.3	71.9	67.5	76.7	75.2	74.7	75.8
août	61.1	56.3	66.2	62.0	57.8	63.5	65.1	55.7
septembre	69.9	58.0	83.4	83.1	60.3	76.1	49.9	79.0
octobre	78.3	67.1	69.5	76.2	71.7	76.9	60.9	91.8
novembre	78.6	63.0	73.3	79.3	72.3	87.6	72.9	72.2
décembre	75.4	77.1	88.3	101.0	98.8	87.9	70.7	93.6
médianes annuelles	937.3	821.7	935.9	979.3	910.1	980.7	899.7	908.2



3.2. La température et ses extrêmes

La température moyenne annuelle s'établit pour la région à environ 9,8 °C (de 9,1 à 10,6°C selon les différentes stations d'enregistrement), avec une amplitude thermique de 17 à 18°C (janvier, de 0,9 à 1,9°C, juillet ou août, de 17,8 à 19,8°C).

Les hivers sont généralement secs et froids avec des températures moyennes mensuelles atteignant 2 années sur 10 - 1°C en janvier. Le nombre de jours de fortes gelées (températures minimales inférieures à - 10°C) varie de 2 à 3 jours (7 à 8 jours pour Mouterhouse près des Vosges gréseuses).

L'ensemble des stations présentent environ 75 jours de gel annuel (près de 110 jours pour Mouterhouse près des Vosges gréseuses), dont 50 jours pour les mois de décembre, janvier et février (près de 60 jours pour Mouterhouse près des Vosges gréseuses).

La période de gel s'étale de fin septembre à début mai (voire début juin pour Mouterhouse près des Vosges gréseuses), avec des **risques de gelées précoces** situés en moyenne vers le 20 octobre (15 septembre pour Mouterhouse, certaines ayant même été observées fin août). Certaines années sont particulièrement précoces et les premières gelées peuvent être observées dès début octobre (début septembre Mouterhouse près des Vosges gréseuses).

Les **risques de gelées tardives** se situent en moyenne entre le 20 et le 30 avril (15 mai pour Mouterhouse près des Vosges gréseuses), les plus tardives ayant lieu jusqu'à la fin de la 2^{ème} décennie de mai.

Les **fortes chaleurs** apparaissent 2 années sur 10 en 1^{ère} décennie de juin et peuvent perturber la phase de remplissage des grains des céréales à paille ou bien encore l'activité photosynthétique du maïs.

Analyse fréquentielle des températures extrêmes
(Données METEO FRANCE)

TYPE DE RISQUE	à DANNE-ET-QUATRE-VENTS (1975-2004)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	05/10	23/10	05/11	12/11	18/12
Dernières gelées	27/03	10/04	18/04	26/04	08/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	03/06	08/06	22/06	02/07	07/07

TYPE DE RISQUE	à KAPPELKINGER (1975-2004)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	18/09	14/10	24/10	04/11	25/11
Dernières gelées	08/04	18/04	02/05	12/05	29/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	01/06	05/06	14/06	30/06	09/07

TYPE DE RISQUE	à MOUTERHOUSE (1975-2004)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	06/09	15/09	29/09	20/10	19/11
Dernières gelées	15/04	02/05	16/05	26/05	29/08
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	01/06	07/06	17/06	02/07	09/07

TYPE DE RISQUE	à REMELFING (1994-2004, présenté à titre indicatif)				
	mini	Q1	médiane	Q4	maxi
Premières gelées	05/10	20/10	02/11	11/11	14/11
Dernières gelées	01/04	13/04	20/04	24/04	15/05
Premier jour chaud ($\geq 30\text{ °C}$)	04/06	05/06	12/06	26/06	09/07

4. DONNEES CLIMATIQUES PARTICULIERES

4.1 Sommes des températures

Ces données sont présentées pour les 5 postes de relevés thermométriques pour lesquels les séries sont disponibles : Danne-et-Quatre-Vents, Kappelkinger, Mouterhouse, Remelfing et Entzheim.

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 15 Octobre (Données METEO-FRANCE)			
Poste météo	Q1	médiane	Q4
DANNE-ET-QUATRE-VENTS 1975 - 2004	1547°C	1670°C	1774°C
KAPPELKINGER 1975 - 2004	1554°C	1670°C	1794°C
MOUTERHOUSE 1975 - 2004	1396°C	1553°C	1666°C
REMELFING* 1994 - 2004	1768°C	1801°C	1827°C
ENTZHEIM 1975 - 2004	1728°C	1860°C	1955°C

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

Ces données climatiques doivent être confrontées aux exigences des cultures pour atteindre leurs différents stades de développement. Ces éléments sont fournis dans le tableau suivant :

Besoins en sommes de températures de différentes variétés de maïs (Source AGPM)			
Variété	Semis-floraison	Semis-ensilage (30 % de MS plante entière)	Semis-récolte grain (35 % d'humidité)
MAGISTRAL	825 à 850 °C	1425 à 1450 °C	1625 à 1650 °C
DKC 3420	825 à 850 °C	1425 à 1450 °C	1625 à 1650 °C
DK 287	880 à 900 °C	1460 à 1480 °C	1655 à 1675 °C
KONFIANS	850 à 875 °C	1450 à 1475 °C	1650 à 1675 °C
STERLING	850 à 875 °C	1425 à 1450 °C	1650 à 1675 °C
KYROS	850 à 875 °C	1450 à 1475 °C	1650 à 1675 °C
BRISSAC	850 à 875 °C	1500 à 1525 °C	1650 à 1675 °C
DK315	850 à 875 °C	1440 à 1465 °C	1670 à 1700 °C
DK 291	850 à 875 °C	1460 à 1490 °C	1670 à 1700 °C
DKC 3712	860 à 890 °C	1470 à 1500 °C	1670 à 1700 °C
GENTENA	850 à 880 °C	1460 à 1490 °C	1670 à 1700 °C
MONCADA	850 à 875 °C	1470 à 1500 °C	1670 à 1700 °C

On constate que le stade ensilage des variétés de maïs sera toujours atteint dans la région avant le 15 octobre sauf à proximité des Vosges gréseuses (Mouterhouse). La maturité grain sera atteinte 1 année sur 2 vers le 15 octobre seulement pour les variétés les plus précoces. Si l'on regarde plus précisément les dates d'atteinte d'une somme de température donnée (voir tableaux suivants), on observe que ces variétés atteindront leur maturité, 1 an sur 2, entre le 15 et 22 octobre sauf près des Vosges gréseuses. Une année sur 5, il faudra attendre fin octobre - début novembre, époque qui correspond aux premiers risques de gelées. Près des Vosges gréseuses, la date de maturité ne pourra être atteinte qu'une année sur 5, voire moins pour les variétés les moins précoces.

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

Poste de DANNE-ET-QUATRE-VENTS - Période 1975-2004			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	27 août	2 septembre	20 septembre
1400 °C	31 août	8 septembre	24 septembre
1450 °C	5 septembre	15 septembre	1 ^{er} octobre
1500 °C	10 septembre	22 septembre	9 octobre
1550 °C	17 septembre	27 septembre	20 octobre
1600 °C	22 septembre	5 octobre	-
1650 °C	27 septembre	14 octobre	-
1700 °C	3 octobre	22 octobre	-
1750 °C	12 octobre	18 novembre	-
1800 °C	20 octobre	-	-
1850 °C	21 novembre	-	-

Poste de KAPPELKINGER - Période 1975-2004			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	25 août	3 septembre	14 septembre
1400 °C	28 août	10 septembre	20 septembre
1450 °C	2 septembre	15 septembre	27 septembre
1500 °C	7 septembre	21 septembre	6 octobre
1550 °C	13 septembre	26 septembre	14 octobre
1600 °C	20 septembre	2 octobre	30 octobre
1625 °C	23 septembre	7 octobre	5 novembre
1650 °C	27 septembre	13 octobre	-
1700 °C	2 octobre	20 octobre	-
1750 °C	9 octobre	-	-
1800 °C	17 octobre	-	-
1850 °C	2 novembre	-	-

Poste de MOUTERHOUSE - Période 1975-2004			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	3 septembre	15 septembre	4 octobre
1400 °C	7 septembre	22 septembre	18 octobre
1450 °C	13 septembre	27 septembre	9 novembre
1500 °C	20 septembre	3 octobre	-
1550 °C	27 septembre	21 octobre	-
1600 °C	3 octobre	-	-
1650 °C	12 octobre	-	-
1700 °C	27 octobre	-	-
1725 °C	6 novembre	-	-
1750 °C	-	-	-
1800 °C	-	-	-
1850 °C	-	-	-

Poste de REMELFING - Période 1994-2004			
Présenté à titre indicatif			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	22 août	24 août	25 août
1400 °C	25 août	28 août	30 août
1450 °C	29 août	1 ^{er} septembre	5 septembre
1500 °C	3 septembre	5 septembre	10 septembre
1550 °C	7 septembre	10 septembre	17 septembre
1600 °C	12 septembre	18 septembre	24 septembre
1650 °C	17 septembre	23 septembre	30 septembre
1700 °C	23 septembre	29 septembre	9 octobre
1750 °C	28 septembre	6 octobre	16 octobre
1800 °C	7 octobre	15 octobre	24 octobre
1850 °C	18 octobre	24 octobre	26 novembre

Poste d'ENTZHEIM - Période 1975-2004			
Somme	Q1	Médiane	Q4
1350 °C	16 août	20 août	31 août
1400 °C	20 août	24 août	5 septembre
1450 °C	25 août	30 août	10 septembre
1500 °C	28 août	4 septembre	16 septembre
1550 °C	1 ^{er} septembre	8 septembre	22 septembre
1600 °C	5 septembre	13 septembre	27 septembre
1650 °C	9 septembre	20 septembre	6 octobre
1700 °C	14 septembre	25 septembre	11 octobre
1750 °C	20 septembre	2 octobre	20 octobre
1800 °C	27 septembre	8 octobre	14 novembre
1850 °C	2 octobre	15 octobre	-

4.2 Evapotranspiration potentielle et bilans hydriques

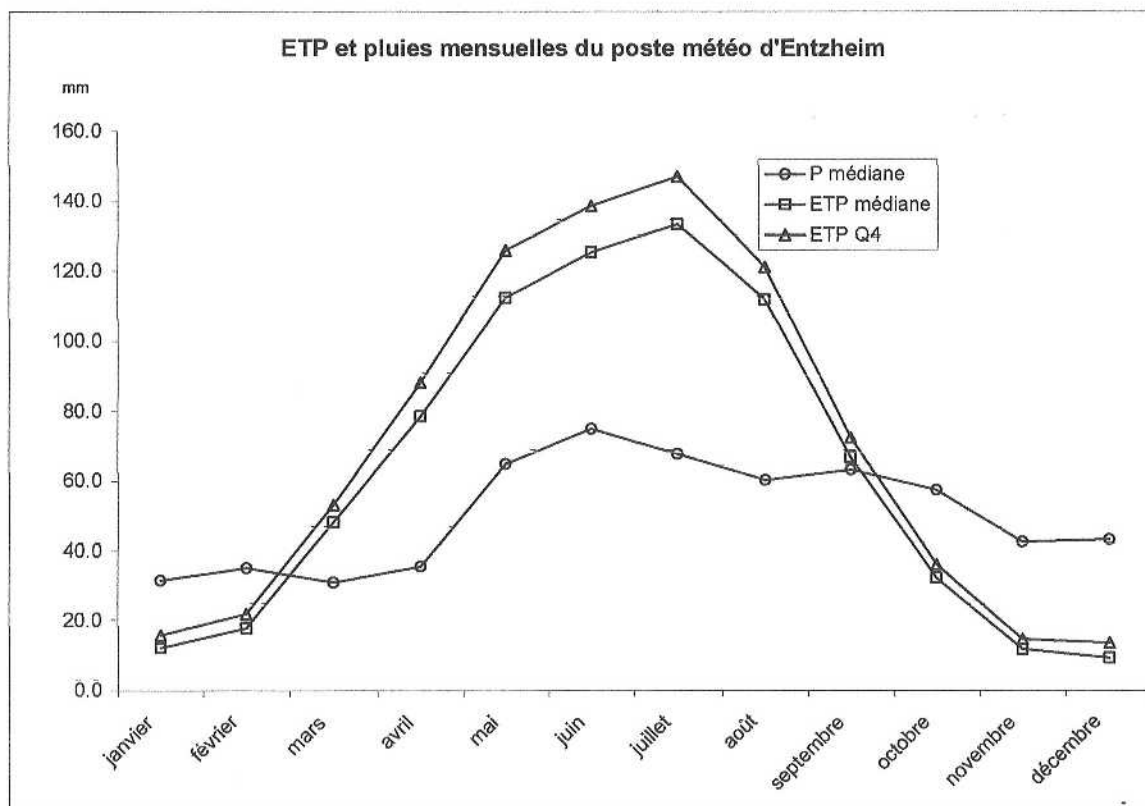
Dans ce paragraphe figurent les données brutes qui ont servi au calcul de l'évapotranspiration potentielle et des bilans hydriques. Ceux-ci sont présentés et commentés dans le **chapitre 6** de l'ouvrage, dans les paragraphes traitant des sols et de l'irrigation d'une part, du risque de lessivage des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

Les valeurs de la médiane et du dernier quintile de l'ETP sont données par le tableau et le graphique suivants.

ETP MEDIANES MENSUELLES ET MOYENNES ANNUELLES

Données METEO France – Entzheim (1975-2004)

ETP mensuelles	médiane	Q4
janvier	12,2	15,8
février	17,9	22,0
mars	48,3	53,2
avril	78,5	88,1
mai	112,4	126,0
juin	125,4	138,7
juillet	133,5	147,0
août	112,0	121,2
septembre	66,7	72,4
octobre	32,2	36,1
novembre	11,8	14,7
décembre	9,3	13,7
moyennes annuelles	758,9	811,2



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	0,3
Mars - 2	1,0	Mai - 1	0,3
Mars - 3	1,0	Mai - 2	0,4
Avril - 1	1,0	Mai - 3	0,5
Avril - 2	1,0	Juin - 1	0,7
Avril - 3	1,0	Juin - 2	0,8
Mai - 1	1,2	Juin - 3	0,9
Mai - 2	1,2	Juillet - 1	1,0
Mai - 3	1,2	Juillet - 2	1,15
Juin - 1	1,2	Juillet - 3	1,15
Juin - 2	1,2	Août - 1	1,1
Juin - 3	1,0	Août - 2	1,1
Juillet - 1	1,0	Août - 3	1,0
Juillet - 2	0,3	Septembre - 1	1,0
Juillet - 3	0,3	Septembre - 2	0,9
		Septembre - 3	0,7

② TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS

REPARTITION SIMPLIFIEE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES EN ALSACE

PETITES REGIONS D'ALSACE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
FORMATION SUPERFICIELLE et origine géologique																
1. Alluvions fluviales (Plaine du Rhin, de l'III et rivières vosgiennes)																
11. Alluvions rhénanes anciennes : terrasses et Hardt																
12. Alluvions rhénanes récentes : basse plaine																
13. Alluvions de l'III et des vallées du Sundgau																
14. Alluvions vosgiennes Centre Bruche-Andlau, Fecht-Giessen																
15. Alluvions vosgiennes Nord Lauter, Sauer-Moder-Zorn, Sarre et affluents																
16. "Rieds" Ello-Rhénans (+ Bruch de l'Andlau)																
17. Alluvions vosgiennes Sud Lauch-Thur-Doller																
2. Dépôts éoliens de limons (Loess et lehm)																
21. Loess et lehm-loess																
22. Lehm, limons des plateaux et limons d'altération																
3. Terrains argilo-caillouteux des collines (Collines sous-vosgiennes de la plaine d'Alsace et Plateau Lorrain d'Alsace Bossue)																
31. Argiles																
32. Marnes (argiles calcaires)																
33. Calcaires durs																
34. Marnes et calcaires gréseux																
35. Conglomérat																
4. Terrains de montagne (Vosges et Jura Alsacien)																
41. Calcaires du Jura																
42. Grès des Vosges																
43. Granites et gneiss des Vosges																
44. Autres roches des Vosges																
Légende	1. Outre-Forêt 2. Basse plaine rhénane Nord 3. Pays de Hanau 4. Arrière Kochersberg 5. Kochersberg 6. Plaine d'Erstein/Bruch de l'Andlau 7. Vignoble Nord 8. Plaine Centre Alsace								9. Vignoble Sud 10. Plaine Sud Alsace 11. Sundgau et Jura Alsacien 12. Piémont Haut-Rhinois et Ochsenfeld 13. Alsace Bossue 14. Vosges gréseuses du Nord 15. Vosges cristallines du Sud				<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #666; margin-right: 5px;"></div> Présence généralisée sur la région </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #ccc; margin-right: 5px;"></div> Présence occasionnelle ou localisée sur la région </div>			

JP. PARTY / SOL-CONSEIL - ARAA (1993 - 2008)

TYPOLOGIE DES SOLS D'ALSACE

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

- des extraits partiels du fichier régional d'analyses de terre CLARA constitué en 1988 à partir de résultats disponibles pour les 30 dernières années (près de 2 000 analyses consultées sur les 20 000 disponibles),
- le fichier complet d'analyses de terre des témoins Ø azote de 1987 à 1992 (plus de 200 analyses),
- les profils de sols réalisés en Alsace pour différentes études de 1983 à 2006 (près de 600 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 l'Alsace.

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

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

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

11. Alluvions rhénanes anciennes : Terrasses ("Ried Brun")	11.0	Hardt superficielle	14 à 24	0 à 5	8 à 18	0	< 30	30	Guide 10 Fiches 6 à 8	Terrasse au sud de Colmar
	11.1	("Ried brun" caillouteux calcaire ou décarbonaté)	20 à 28	0 à 2 et 2 à 20	10 à 16	0	30/40	20 à 30	Guide 10 Fiche 9	Terrasse au nord de Colmar
	11.2	Hardt profonde ("Ried brun" profond sain)	18 à 34	2 à 30	8 à 18	0	> 120	0	Guide 10 Fiche 10 <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	<i>Témoins Ø N</i> <i>CLARA</i>	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	<i>Témoins Ø N</i> <i>CLARA</i>	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 20	vers Saasenheim Schœnau

13 Alluvions de l'III (et "Ried gris")	13.0	Alluvions L. de l'III 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'III profondes	25 à 35	0	15 à 25	0	> 120	0	Guide 08 Fiche 7	Nord de Colmar
	13.2	"Ried gris" LSa sur Cx à 30 cm	28 à 40	0	15 à 25	0	30/40	0 à 10	Guide 10 Fiche 3	Zone inondable de l'III
	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'III
	13.4	"Ried gris" LA/AL Gley	35 à 50	0	15 à 25	3 à 4	> 100	0	Guide 08 Fiche 12	Zone inondable de l'III

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'III (Herbsheim, Hilsenheim, Rossfeld, Witternheim)

16 "Rieds" - organiques ("Ried noir")	16.1	"Ried noir" de l'III	45 à 60	0	35 à 45	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 13	Zone inondable de l'III
	16.2	"Ried noir" de l'III recouvert de limons	35 à 55	0 à 2	25 à 35	3 à 4	> 120	0	Guide 08 Fiche 14	Rathsamhausen
	16.3	"Ried noir" rhénan de transition	20 à 45	8 à 20	25 à 45	3	50 à > 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 15	Limite de la zone inondable de l'III
	16.4	"Ried noir" rhénan LA-A tourbeux	20 à 35	0	40 à 120	2 à 3	> 100	0	<i>Témoins Ø N</i> <i>CLARA</i>	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	Schirrheim Weyersheim

NB : Guide 08 "Plaine Centre-Alsace" - Numérotation de la nouvelle édition (2004)

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

1B. LES RIVIERES VOSGIENNES

14 Alluvions des rivières vosgiennes centrales : Giessen-Fecht, Bruche-Andlau	14.1	Sol à S. fin des berges	10 à 15	0	6 à 10	0	> 120	0 à 10	Guide 08 Fiche 2/4	Scherwiller Sélestat
	14.2	Sol superficiel SCx ou sol lessivé	10 à 15	0	< 6	2 à 3	< 50	10 à 40	Guide 06 Fiche 7	Bruche de Molsheim à Hangenbieten
	14.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	15 à 25	0	6 à 15	2 à 3	60 à 100	0	Guide 08 Fiche 6	Stotzheim et environs
	14.4	Loess hydromorphe (voir aussi 21.6)	18 à 28	5 à 10	.	2 à 3	> 120	0	Guide 06 Fiche 6	"Bruch" de l'Andlau
	14.5	Loess argileux à gley calcaire	18 à 28	15 à 20	.	3 à 4	> 120	0	Guide 06 Fiche 11	"Bruch" de l'Andlau
	14.6	Gley calcaire tourbeux ou tourbescent	25 à 35	15 à 25	.	4	> 120	0	Guide 06 Fiche 12	"Bruch" de l'Andlau
	14.7	Sol LAS à SA lessivé sur glaciés 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 Sarre et affluents	15.1	Sol SL des berges et des petites vallées vosg.	10 à 15	0	6 à 10	0	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 4	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.2	Sol A/AL à gley de la cuvette alluviale	35 à 50	0	22 à 30	3 à 4	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 2/5	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.3	Sol LSA/LAS colluvial du bas des collines	20 à 30	0 à 5	10 à 15	2 à 3	> 100	0	Régions 3 et 5 AEP - P. 1	Mommenheim Hochfelden-Hœrdt
	15.4	Sol S (Pliocène) brun-rosâtre-blanc des terrasses	4 à 8	0	2 à 6	0 à 2	> 120	5 à 15	Région 5 Pot. Maïs 91 P. Gries	Haguenau Bischwiller
	15.5	Sol A (Pliocène) gris-jaunâtre des terrasses	40 à 50 Et +	0	20 à 25	3	> 100	< 5	Guide 03 Fiche 19	Haguenau Bischwiller

17 Alluvions des rivières vosgiennes du Sud : Lauch-Thur-Doller	17.1	Alluvions fines (Sf) des bords de rivières	12 à 20	0	8 à 14	0	50 à 100	< 5	Guide 12 Fiche 2	Ensisheim à Cernay
	17.2	Alluvions grossières (SCx) des bords de rivières	8 à 18	0	6 à 12	0	<< 50	5 à 10	Guide 12 Fiche 1	Ensisheim à Cernay
	17.3	Sol LAS à semi-gley des dépressions	20 à 30	0	15 à 20	2 à 3	60 à 100	0 à 5	Guide 12 Fiche 4	Ensisheim à Cernay
	17.4	Sol à Sg des buttes	6 à 12	0	< 6	0 à 2	50 à 120	10 à 15	Guide 10 Fiche 19	Ensisheim à Cernay
	17.5	Sol LS lessivé à pseudogley argileux	10 à 15	0	6 à 12	2 à 3	> 100	0	Guide 12 Fiche 5	Ensisheim à Cernay
	17.6	Lehm-loess hydromorphe	15 à 18	0	6 à 10	2 à 3	> 100	0	Guide 11 (Fiche 26)	Ensisheim à Cernay

Des sols très proches du type 13.0 peuvent apparaître en bordure du domaine de l'III

2. LES DEPOTS DE LIMONS

21 Loess et lehm-loess	21.0	Loess légers	15 à 18	10 à 30	8 à 12	0	> 120	0	Région 11 Pot. Maïs 91 Landser haut	Blaesheim (colline)
	21.1	Loess moyens (loess typique si calcaire dès la surface)	18 à 24	0 à 10	8 à 16	0 à 1	> 120	0	Guide 11 Fiche 2	Sundgau, Ackerland Kochersberg
	21.2	Loess lourds	24 à 28	0 à 10	8 à 16	0 à 1	> 120	0	Guide 01 Fiche 7	Outre Forêt arr. Kochersberg
	21.3	Loess très lourds	28 à 35	0 à 5	15 à 20	0 à 1	> 120	0	Guide 05 Fiche 6	Arrière Kochersberg
	21.4	Lehm sur loess (décarbonaté sur 1 m au plus)	12 à 26	0	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 07	Outre Forêt Sundgau
	21.5	Loess colluvionné	15 à 35	6 à 20	6 à 15	0 à 3	> 120	0	Guide 11 Fiche 03	Toutes régions avec loess (1, 3, 4, 5, 6 et 11)
	21.6	Loess hydromorphe	15 à 25	< 6	8 à 16	1 à 2	> 120	0	Guide 11 Fiche 04	Toutes régions avec loess (1, 3, 4, 5, 6 et 11)

22 Lehm limons des plateaux et limons d'altération	22.0	Lehm (L/LA-LaS- ou LSA)	12 à 25	0	5 à 15	3	> 100	0	Région 1 EVS - P. 5	Outre Forêt Sundgau
	22.1	Lehm sur cailloux	10 à 15	0	6 à 10		50 à 60	< 5	Guide 11 Fiches 09,15	Sundgau
	22.2	Lehm LS profond	< 12	0	6 à 10		80 à 100	0	Guide 11 Fiche 08	Outre Forêt Sundgau
	22.3	Lehm L peu profond	12 à 18	0	6 à 10		40 à 60	0	base analyses	Sundgau
	22.4	Lehm superficiel (ex. : lehm sur marne)	18 à 25	0	6 à 10		> 100 A à 30	0	Guide 01 Fiche 13	Outre Forêt Sundgau
	22.5	Lehm colluvionné	25 à 45	0	15 à 25	1 à 3	> 100	0	Guide 11 Fiche 10	Outre Forêt Sundgau
	22.6	Lehm argileux (couche d'argile mise à nu par érosion)	25 à 35	0	10 à 15	3	> 100	0	Guide 11 Fiche 14	Outre Forêt Sundgau

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					

3. LES FORMATIONS CALCAIRES ET ARGILO-MARNEUSES DES COLLINES SOUS VOSGIENNES

31 Argiles issues de marnes du Muschelkalk, Lias et Trias	31.1	Argile décarbonatée hydromorphe	45 à 60	0 à 2	25 à 35	2-3	> 100-150	0	Guide 13 Fiche 4	Asswiller
	31.2	AL décarbonatée hydromorphe	45 à 60	0 à 5	20 à 25	3	> 80-100	0	Guide 13 Fiche 10	Lorentzen
	31.3	AL décarbonatée hydromorphe, sur A lie de vin	45 à 70	0 à 2	15 à 25	3-3+	> 100-150	0	Guide 13 Fiche 12	Altwiller
	31.4	Argile décarbonatée hydromorphe	35 à 60	0 à 2	20 à 25	3-3+	> 100-150	0	Guide 03 Fiche 25	Uhrwiller
	31.5	LA calcique très hydromorphe	25 à 35	0 à 5	12 à 18	3-4	> 100-120	0	Guide 13 Fiche 16	Siltzheim
	31.6	A calcique hydromorphe	35 à 50	0 à 2	15 à 25	2-3+	> 100	0	Guide 13 Fiche 17	Keskastel
32 Marnes du Muschelkalk, Lias et Trias	32.1	Argile, calcaire peu profonde	35 à 45	20 à 30	12 à 15	0	30-50	<5	Guide 13 Fiche 3	Bust
	32.2	AL calcique, peu hydromorphe sur A lie de vin	35 à 60	0 à 10	15 à 20	0-2	> 60-100	0	Guide 13 Fiche 11	Hinsingen
	32.3	A calcique à calcaire Peu à moyt hydromorphe	40 à 60	5 à 25	15 à 25	2 à 3	> 100-150	0	Guide 03 Fiche 28	Zutzendorf
33 Calcaires durs du Muschelkalk et du Jurassique	33.1	LA calcaire, peu profond caillouteux, sur dalle	25 à 50	10 à 30 et +	15 à 20	0	20-30	10-40	Guide 13 Fiche 8	Baerendorf
	33.2	LA calcique à calcaire sur argile caillouteuse	25 à 35	2 à 10	10 à 15	0 (2)	50-80	0	Guide 13 Fiche 9	Mackwiller
	33.3	AL calcique à calcaire sur argile caillouteuse	35 à 50	2 à 10 et +	15 à 25	0 (2)	80 à 100	0	Guide 03 Fiche 23	Riedheim
34 Marnes et calcaires gréseux du Muschelkalk (et du Lias)	34.1	LAS calcaire peu profond sur calcaire dolomitique	20 à 30	20 à 30	10 à 15	0	30-50	10	Guide 13 Fiche 6	Waldhambach
	34.2	LAS décarbonaté hydromorphe	25 à 35	0 à 2	10 à 20	2-3	80-100 et +	0	Guide 13 Fiche 7	Weislingen
35 Conglomérat de l'Oligocène	35.1	AL calcaire moyt profond sur argile à galets	30 à 50	10 à 30	20 à 30	0	30-60	10	Guide 03 Fiche 20	Bouxwiller
	35.2	LAS calcaire peu profond sur argile à galets	25 à 35	10 à 30	15 à 25	0	20-40	20-30	-	-
	35.3	A décarbonaté, profonde Hydromorphe, sur A à galets	30 à 50	0 à 2	20 à 30	2-3	80-100	0	-	-

4. TERRAINS DE MONTAGNE (VOSGES ET JURA ALSACIEN)

41 Calcaires du Jura	41.x	Codes à définir							Guide 11 Fiches 17 à 20	
42 Grès des Vosges	42.1	Sables acides sur grès vosgien	5 à 10	0	2 à 6	0 (2)	> 60-100	< 5	Guide 13 Fiche 1	Puberg
	42.2	Sable argilo-limoneux acide sur grès fin à Voltzia	15 à 25	0	6 à 10	0 (2-3)	50-60	10	Guide 13 Fiche 2	Weislingen
43 Granites et gneiss des Vosges	43.x	Aucune fiche définie dans les guides des sols							Coteaux viticoles	
44 Autres roches des Vosges	44.x	Aucune fiche définie dans les guides des sols							Coteaux viticoles	

③ BIBLIOGRAPHIES REGIONALE ET THEMATIQUE

Bibliographie régionale

Bibliographie thématique

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

BIBLIOGRAPHIE REGIONALE

- ARAA - CLARA - Banque Régionale d'Analyses de Terre de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace.
- BENOIT-JANIN P. (1981) - Secteur de référence d'Hennecourt (Vosges) - EPR Lorraine, 45 p. + 1 carte au 1/10 000ème
- BOUDOT J.P. et al. (1979) - Carte phytoécologique d'Alsace au 1/100.000 – STRASBOURG et HAGUENAU - ULP Strasbourg - Région Alsace
- BRGM - Cartes géologiques de la France au 1/50.000ème - Feuilles de Sarreguemines n° 166 (1967, notice de 12 p.), Bitsche-Walschbronn n° 167 (1967, notice de 12 p.), Sarre-Union n° 196 (1959, notice intégrée à la carte) et Bouxwiller n° 197 (1979, notice de 59 p.).
- Centre de Géographie appliquée (1979) - Carte des ressources en eau et contraintes hydrologiques d'aménagement – STRASBOURG et HAGUENAU - ULP Strasbourg - Région Alsace
- Comité de Bassin Rhin-Meuse (2005) – Les enjeux de l'eau pour les districts Rhin et Meuse, partie française. Directive cadre sur l'eau, document de consultation du public, 64 p.
- DIREN/SEMA, Agence de l'eau Rhin-Meuse (2004) – Qualité des cours d'eau en Alsace, année 2003 – Réseau national de bassin, 103 p.
- IGN - Cartes topographiques au 1/25.000ème de Sarreguemines 3613ET, Phalsbourg 3614ET, Albestroff 3614W (série bleue), au 1/100.000ème Strasbourg-Forbach, 12 (série verte), au 1/250.000ème, 104 (série rouge)
- FLORENTIN L. (1981) - Etudes préliminaires en vue du drainage des terres agricoles de Moselle - Secteur de référence du Plateau Lorrain (Trias) - Villers Stoncourt - ONIC - Ministère de l'Agriculture, 132 p. + 1 carte au 1/10 000ème
- JACQUIN F., FLORENTIN L. (1988) - Atlas des sols de Lorraine - Presses Universitaires de Nancy, 113 p. + 1 carte au 1/250 000ème
- PARTY JP. (1993) – Etude pédologique préalable au drainage - Secteur de référence de l'Alsace Bossue - ONIC - Ministère de l'Agriculture, 197 p. + 1 carte au 1/10 000ème
- PARTY JP. (1996) - Enracinement du maïs dans la plaine d'Alsace en fonction du type de sol. Conséquences sur l'alimentation hydrique de la culture et le rendement potentiel. Mastère en Ingénierie Agronomique. INA-PG - SOL-CONSEIL, 53 p. + annexes
- PARTY JP., KAYASSEH M., MULLER N. (2000) - Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la station d'épuration de Diemeringen - SOL-CONSEIL, 40 p. + 2 cartes au 1/50 000ème
- PARTY JP., MULLER N., SAUTER J., BURTIN ML., KOLLER R. (2006) - Guide des sols d'Alsace – Outre-Forêt, 246 p., Région Alsace / ARAA / SOL-CONSEIL.
- 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.
- REVOL P. (1982) - Secteur de référence agropédologique de Boulay (Moselle) - EPR Lorraine, 81 p. + 1 carte au 1/25 000ème
- Région Alsace (2005) – Inventaire (2000) de la qualité des eaux souterraines dans la vallée du Rhin supérieur.

- RICHERT J. (2005) - Détermination des vitesses de transfert de l'eau, des nitrates et d'autres solutés en zone non saturée dans un loess profond. Rapport final. Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin
- SRAE Alsace et Comité Technique de l'Eau (1990) - Carte de la maîtrise des excès d'eau en Alsace éditée par la Région Alsace.
- VOGT H., METTAUER H., KOLLER R., PAUTRAT C. (1986) – Carte des formations superficielles d'Alsace - ARAA

BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

RISQUE DE LESSIVAGE DES NITRATES

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

SOLS HYDROMORPHES ET DENITRIFICATION

- CELLIER P. (1997) - Les émissions d'ammoniac (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
- ARMAND R. (2003) - Risque de ruissellement des terres agricoles et Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) : évaluation par les états de surface du sol. Application au suivi d'essais dans le Sundgau Alsacien. Mémoire de Géographie Physique. ULP. 80 p. + annexes.

- AUZET A.V., (1987) - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects agronomiques, CEREG, 60 p.
- AUZET A.V. (1990) - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture - Aspects aménagements, CEREG, 39 p.
- AUZET A.V. (1999) – Extrait - in L'influence humaine dans l'origine des crues – Etat de l'art et actes du colloque Paris 18 – 19 novembre 1996 – Ed. Leblois, p 25-37
- AUZET A.V. (2000) – Ruissellement, érosion et conditions de surface des sols à l'échelle de versants et petits bassins versants – Mémoire d'habilitation à diriger des recherches – université Louis Pasteur Strasbourg, 79 p + annexes
- AUZET A.V., LEMMEL M. (2003) - Bassin versant de l'Ibenbach en amont de Landser (68). Occupation et états de surface des sols, collecte et concentration du ruissellement des versants vers le réseau hydrographique. Rapport DIREN Alsace, 9 p.+ 9 cartes et CD.
- BOIFFIN J., PAPY F., EIMBERCK M.,(1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, Agronomie, 8 (8), p. 663-673.
- DAROUSSIN J. (1997) - Utilisation d'un système d'information géographique pour modéliser le ruissellement et l'érosion. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 377-386
- DECROUX J., PUGINIER M.,(1993) - Rôle du paysage agricole dans la dynamique de l'azote. Intérêt de l'approche bassin versant agricole. Exemple d'Auradé, p. 96 - 104
- IFEN (1998) - Le sol, un patrimoine à protéger. Les données de l'environnement, N° 38, 4 p.
- IFEN-MATE-INRA (1998) - Cartographie de l'aléa érosion des sols en France. Etude et travaux. 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
- LE BISSONNAIS Y., THORETTE J., BARDET C., DAROUSSIN J. (2002) - L'érosion hydrique des sols en France. 107 p (<http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>)
- LEMMEL M., (2002) - Collecte et concentration du ruissellement par les motifs topographiques et agraires au sein de bassins versants cultivés . DEA Systèmes Spatiaux et Environnement, ULP, IMFS UMR7507 CNRS. 84 p + annexes.
- LUDWIG B., AUZET A.-V., BOIFFIN J., PAPY F., KING D. ET CHADOEUF J., (1996) - Etats de surface, structure hydrographique et érosion en rigole de bassins versants cultivés du Nord de la France. *Etude et Gestion des Sols*, 3, 53-70.

- LUDWIG B. (2000) – Les déterminants agricoles du ruissellement et de l'érosion – De la Parcelle au bassin versant, Ingénieries – EAT – N°22, p 37 à 47
- MARTIN Ph., MEYNARD JM. (1997) - Systèmes de culture, érosion et pollution des eaux par l'ion nitrate. in « L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. 1997, Ed. INRA », pp. 303-322
- MATE-DPPR (1996) - Les coulées de boues liées à l'érosion des terres agricoles en France. Rapport de synthèse
- PAPY F., BOIFFIN J., (1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré II - Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles, Agronomie 8 (9), p. 745 - 756.
- PAPY F., DOUYER C., (1991) - Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques, Agronomie 11, pp. 201-215.
- PAPY F., MARTIN P., BRUNO J.F., (1996) - Comment réduire les risques d'érosion par les pratiques agricoles ? S'adapter aux systèmes érosifs et au contexte économique, Forum sécheresse, pollution, inondation, érosion - Poitiers.
- RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., NEVEU A., PAPY F. (1997) - L'eau dans l'espace rural, production végétale et qualité de l'eau. Ed. INRA, 411 p.
- STENGEL P., GELIN S. (1998) - Sol interface fragile. Ed. INRA, 214 p.
- VANSTEELANT J.Y., TREVISAN D., PERRON L., DORIOZ J.M., ROYBIN D., (1997) - Conditions d'apparition du ruissellement dans les cultures annuelles de la région lémanique. Relation avec le fonctionnement des exploitations agricoles, Agronomie, 17, p. 65 - 82.

SOLS ET DEVENIR DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET DES ELEMENTS TRACES

- BAIZE D. (1997) - Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France) - Ed. INRA, 409p
- BAIZE D., TERCE M., coord. (2002) – Les éléments traces métalliques dans les sols : approches fonctionnelles et spatiales – Ed. INRA, 565 p.
- BALTZER C. (1993) - Les métaux lourds dans les boues d'épuration urbaines du Bas-Rhin : quel risque en cas d'épandage agricole. DESS, Univ. Strasbourg, 75 p.
- CAMBIER Ph., MENCH M. (1998) - Contamination des sols par les métaux lourds et autres éléments traces. in « Sol, interface fragile. 1998, Ed. INRA », pp. 161-172
- GUYOT C. (1992) - Protection des cultures et protection des eaux souterraines : les mécanismes d'infiltration - in Colloque Phyt'eau - Ministère de l'agriculture, Ministère de l'environnement, Ministère de la santé, UIPP - Versailles - p 63-77
- HAYO M.G. VAN DER WERF (1997) - Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement - in Courrier de l'environnement n°31 - INRA - Paris - p 5-22
- MADRIGAL I., BENOIT P., BARRIUSO E., ETIEVANT V., SOUILLER C., REAL B., DUTERTRE A., (2002) - Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Deuxième partie : propriétés de rétention de deux herbicides, l'isoproturon et le diflufenilcanil dans différents sols de bandes enherbées. Étude et gestion des Sols, 9(4) : p.287-302.
- MRA 68 (1999) - Les métaux lourds parlons-en. Tabou(e) story. Brochure technique, 12 p.

- SCHIAVON M., BARRIUSO E., LICHTFOUSE E., MOREL J-L. (1997) - Contamination des sols et des productions agricoles par les produits phytosanitaires et les micropolluants organiques - in Qualité des sols et des produits agricoles, 3^{ème} rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre GEMAS - COMIFER - G. Thevenet et P. Riou - Blois - p 155-169
- SOUILLER C., COQUET Y., POT V., BENOIT P., REAL B., MARGOUM C., LAILLET B., LABAT C., VACHIER P., DUTERTRE A., (2002) - Capacités de stockage et d'épuration des sols de dispositifs enherbés vis-à-vis des produits phytosanitaires. Première partie : Dissipation des produits phytosanitaires à travers un dispositif enherbé ; mise en évidence des processus mis en jeu par simulation de ruissellement et infiltrométrie. Étude et gestion des Sols, 9(4) :p. 269-285.

ENTRETIEN CALCIQUE

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

POUVOIR EPURATEUR

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

POTENTIALITES DES CULTURES

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

SOLS ET IRRIGATION

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

SOLS ET DRAINAGE

- CURMI P. et al (1997) - Rôle du sol sur la circulation et la qualité des eaux au sein de paysages présentant un domaine hydromorphe. Incidences sur la teneur en nitrates des eaux superficielles d'un bassin versant armoricain, Etudes et gestion des sols, 4, 2, 1997, p 95-114
- LESAFFRE B., 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

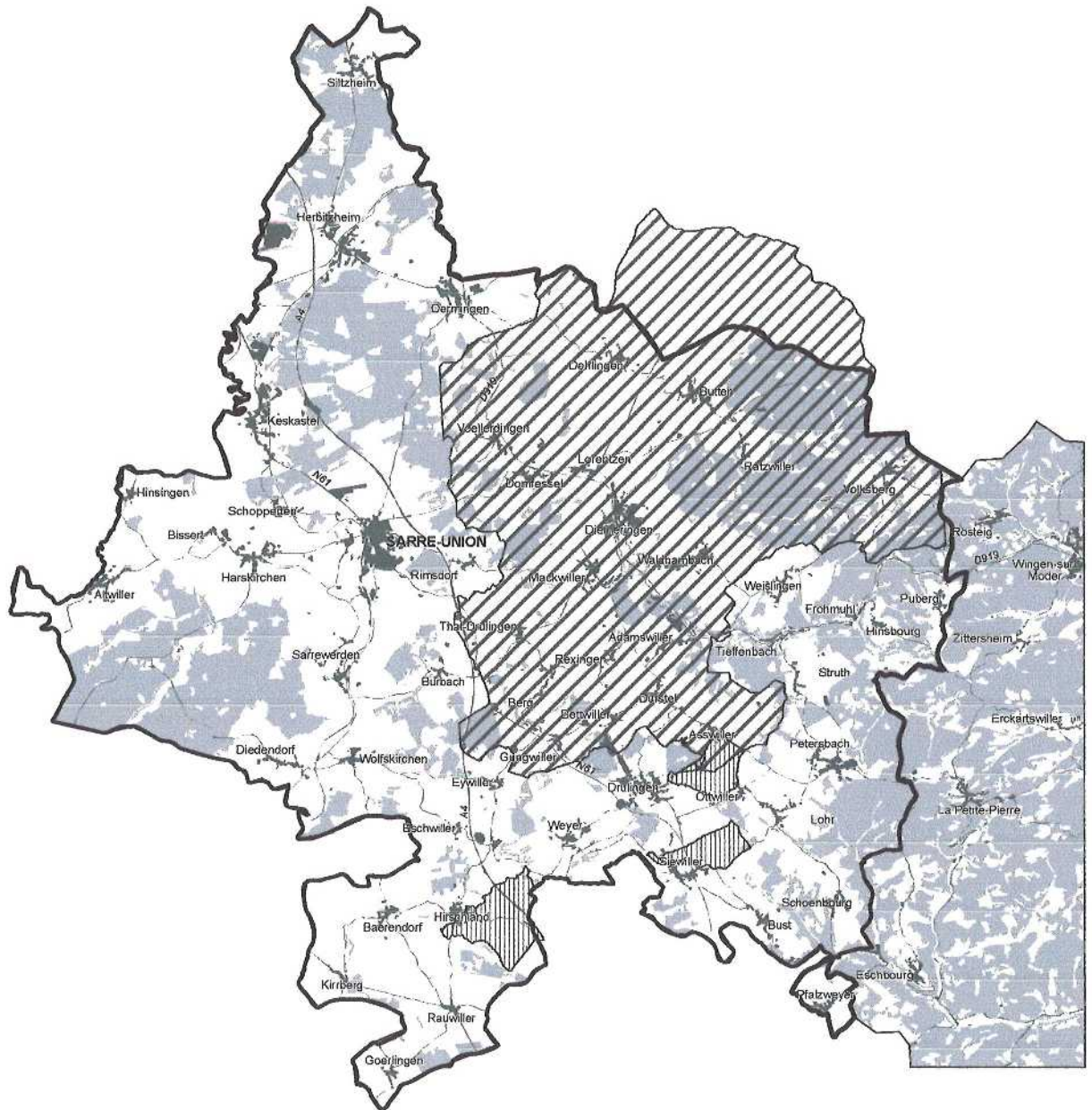
- MOREL R. (1989) - Les sols cultivés - Tec et Doc -373 p.

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.




Ⓢ INVENTAIRE DES DOCUMENTS PEDOLOGIQUES DISPONIBLES

Etudes de sols disponibles dans le secteur du guide des sols "Alsace Bossue"



Etudes de sols

-  Etude des sols préalable à la valorisation agricole des boues de la STEP de Diemeringen à 1/25000^{ème}
-  Secteur de référence drainage Alsace Bossue à 1/10000^{ème}

-  Limite du guide des sols "Alsace Bossue"
-  Surfaces urbanisées
-  Bois et forêts



SIG-ENV-2374

Réalisation : Région Alsace / SIG
Données : IGN, Conseil ADAA

⑥ GUIDE POUR LA LECTURE DES FICHES DE SOLS

Région naturelle n°
Nom région ou sous-région

Fiche sol n°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

-Référence dans la typologie des sols d'Alsace

Nom dans la classification CPCS (*classification élaborée par la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols et largement utilisée en France depuis 1967 et jusqu'au début des années 90*)

Nom dans le Référentiel pédologique (*nouveau système de classification qui remplace la classification CPCS*)

GENESE ET PLACE DANS LE PAYSAGE

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

Mise en valeur actuelle : (occupation du sol observée)

Etendue estimée :
(à l'échelle de la petite région naturelle)

Photographie de paysage caractéristique de l'unité de sol,
ou photographie de détail de la surface du sol si elle a des particularités marquées,
ou bloc diagramme illustrant la position dans le paysage de l'unité de sol,
ou extrait du zonage agropédologique situant l'unité de sol par rapport aux autres

Commentaires

CRITERES DE RECONNAISSANCE

Localisation géographique

Position topographique

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

(Les observations recensées ci-dessous dans 4 rubriques, ne sont pas notées systématiquement, elles n'apparaissent que lorsqu'elles sont remarquables et caractéristiques de l'unité de sol.)

à l'oeil (surface du sol):	position paysagère occupation du sol
au toucher (surface):	texture simplifiée
à la pissette :	Effervescence (réaction à l'acide chlorhydrique HCl)
à la tarière : (observation du sol en profondeur jusqu'à 1m 20)	éléments grossiers succession des textures couleur tâches d'hydromorphie profondeur (matériel meuble)

Région naturelle n°
 Nom région ou sous-région

Fiche sol n°
 Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Dénomination du sol en termes courants

UN EXEMPLE DE PROFIL
 Commune : coordonnées X Lambert2, Y Lambert2

Date Occupation du sol
 REPRESENTATIVITE du profil par rapport à l'unité de sol

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

Indication des horizons du profil suivant la codification du référentiel pédologique

Photographie en couleurs du profil pédologique avec délimitation des différents horizons

Pour chaque horizon on trouve
 - son nom selon le référentiel pédologique
 - sa profondeur d'apparition (haut et bas),
 - les observations de terrain relatives à la texture, la présence de calcaire, la couleur, la structure, la compacité, la présence de racines....
 Seules les observations remarquables et caractéristiques du profil sont retenues ici. De plus ces informations sont le **résultat de l'appréciation du spécialiste**. Elles peuvent présenter un certain décalage par rapport aux valeurs analytiques ci-dessous mais elles se rapprochent plus de ce qu'un opérateur de terrain peut observer

PROFIL GRANULOMETRIQUE

Profondeur en cm	code horizon RP	granulométrie 5 classes					%Matière Organique
		Sable Grossier	Sable Fin	Limon Grossier	Limon Fin	Argile	

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

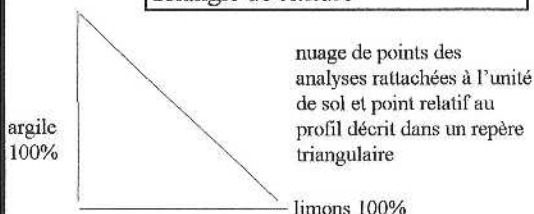
PROFIL CHIMIQUE

C/N	CaCO3 total et actif	P2O5 Dyer, JH et Olsen	pH eau	pH KCl	Bases échangeables Ca Mg K Na CEC	S/T saturation
-----	----------------------	------------------------	--------	--------	-----------------------------------	----------------

en cmol/kg équivaut à mcq/100g

Résultats des analyses de terre réalisées au laboratoire pour les prélèvements de sol faits dans chacun des horizons du profil décrit ci-dessus.

Triangle de texture



Variabilité des textures de surface :

Elle est illustrée à partir des analyses provenant de la base de données régionale sur les sols d'Alsace gérée par l'ARAA

(précise l'origine géographique des analyses de terre utilisées pour décrire la variabilité des textures de surface à travers le triangle de texture ci-contre)

Région naturelle n°
nom région ou sous-région
Dénomination du sol en termes courants

Fiche sol n°
Nom local simplifié de l'unité de sol

X

Variabilité du sol

Les facteurs de variabilité de l'unité de sol quand ils existent sont présentés

CARACTERES GENERAUX DU SOL

profondeur du sol (*c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement*)

texture de surface simplifiée (*avec variations possibles*)
texture de profondeur simplifiée (*avec variations possibles*)
pierrosité

battance calculée à partir des valeurs mesurées sur le profil
densité apparente mesurée sur le profil

RU sans prise en compte des remontées capillaires

porosité / perméabilité

classe d'hydromorphie selon Favrot

pH initial sans intervention (*fourchette de valeurs*)

valeurs pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques calcaire

Le renseignement de ces caractères fait appel à la connaissance de terrain. L'objectif est la description de la variabilité de l'unité de sol. Les paramètres en gras sont renseignés dans tous les cas, les autres ne sont précisés que dans les cas opportuns.

ATOUS ET CONTRAINTES DU SOL

satisfaction des besoins en eau
obstacle à l'enracinement
aptitude à se réchauffer
ressuyage, risque de tassement
contrainte due à l'excès d'eau
contrainte liée à la localisation
sensibilité au ruissellement et à l'érosion
(*→ synthèse dans le chapitre 6.7.3.2.*)

Parmi ces caractères, ne sont mis en évidence que ceux qui sont vraiment significatifs.

risque de lessivage des nitrates : (*termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.8.1.2.*)
pouvoir épurateur : (*termes de la typologie, → synthèse dans le chapitre 6.10.5.*)

Région naturelle n°
Nom région ou sous-région

Fiche sol n°
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

Eventuellement information sur les risques pour l'environnement d'un aménagement foncier
(→ synthèse dans le chapitre 6.4.2. et 6.5.2.)

Praticabilité et travail du sol

précautions à prendre

mode et période d'intervention

Fertilisation (→ synthèse dans le chapitre 6.1. et 6.2.)

*Ces conseils se situent par rapport à des cultures actuellement pratiquées sur ce type de sol
nature, forme, conseil de fractionnement des apports...*

Risque de lessivage de l'azote

Une estimation du risque de lessivage des nitrates est faite d'après le modèle de lessivage de Burns sous hypothèse de fertilisation azotée ajustée et avec les données météorologiques de la petite région naturelle

Le graphique donne en ordonnée le pourcentage d'azote nitrique présent dans le sol à l'entrée de l'hiver et qui sera entraîné hors de portée des racines par l'excès d'eau (en abscisse).

→ Enoncé et explication de la formule utilisée et synthèse dans le chapitre 6.8.1.

Graphique de modélisation du
lessivage hivernal des nitrates

Pouvoir épurateur (→ synthèse dans le chapitre 6.10.5.)

estimation du pouvoir épurateur du sol

possibilités d'apport de sous-produits

choix des sous-produits

mise en garde

Complément pour la compréhension du volet 3 des fiches de sol

 **Pour la lecture des fiches
déplier le volet ci-contre**

**Il donne les définitions des variables
descriptives complexes
et précise le cas échéant
les valeurs de classes utilisées**

CARACTERES GENERAUX DU SOL

- profondeur du sol :** c'est la profondeur du matériel meuble et poreux, elle peut être supérieure à la profondeur d'enracinement qui est prise en compte pour l'estimation de la réserve utile en eau d'un sol.

- Indice de battance :** L'indice de battance I_B a été mis au point pour les limons du Nord du Bassin Parisien (**Remy et Marin-Lafèche, 1974**). Appliqué aux sols limoneux d'Alsace, il permet de reconnaître les sols particulièrement sensibles à partir de données disponibles (analyses de la base de données régionale sur les sols d'Alsace). Il n'a pas été calé pour les sols de glaciais du Piémont, il est à utiliser avec plus de prudence dans ce cas. Un indice de stabilité R est d'abord défini par la formule suivante :

$$R = ((1,5 L_f + 0,75 L_g) / (A + 10 MO)) - C$$

avec, L_f : limons fins ; L_g : limons grossiers ; A : argile ; MO : matière organique en pour mille de terre

C, coefficient utilisé dans le cas des sols calcaires, avec $C = 0,2x(pH-7)$

L'indice de battance I_B est ensuite calculé selon la formule : $I_B = 5x(R - 0,2)$

avec $I_B > 9$, terre très battante, $I_B < 6$ terre stable.

On peut utiliser I_B ou R en tant que tel selon les classements suivants :

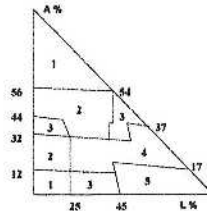
classe 1 : $R < 1,4$	non battant
classe 2 : $1,4 < R < 1,6$	peu battant
classe 3 : $1,6 < R < 1,8$	assez battant
classe 4 : $1,8 < R < 2,0$	battant
classe 5 : $R > 2,0$	très battant

OU

classe 1 : $I_B < 6$	non battant, stable
classe 2 : $6 < I_B < 7$	peu battant
classe 3 : $7 < I_B < 8$	assez battant
classe 4 : $8 < I_B < 9$	battant
classe 5 : $I_B > 9$	très battant

- classes de stabilité structurale :** Normalement mesurée en laboratoire, la stabilité structurale peut aussi être évaluée par le biais du triangle de texture :

Classe 1 : très stable
Classe 2 : stable
Classe 3 : moyennement stable
Classe 4 : instable
Classe 5 : très instable



Pour l'horizon de surface labouré,
(INRA Avignon)

- réserve utile en eau du sol (RU) :** Part accessible aux plantes du volume de porosité du sol, pouvant contenir durablement de l'eau. La RU est calculée à partir des valeurs de densité apparente mesurées dans le profil représentatif de l'unité de sol, pour la profondeur de sol prospectée par les racines d'une culture annuelle de type maïs (fourchettes de valeurs permettant d'intégrer la variabilité de l'unité de sol pour la profondeur d'enracinement) sans prise en compte des remontées capillaires.

- classes d'hydromorphie selon Favrot :** La note d'hydromorphie traduit les difficultés de circulation de l'eau dans le sol.

Cette classification distingue 6 classes :

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

- pH :** par défaut c'est le pH initial sans intervention (fourchette de valeurs) qui est donné, si nécessaire dans les sols acides recevant souvent des amendements calcaires les valeurs de pH fréquemment constatées sous l'effet des pratiques sont également précisées.

ATOUTS ET CONTRAINTES DU SOL

- risque de lessivage des nitrates :** Le mode de calcul de l'indice de lessivage des nitrates selon Burns est présenté en encadré page 146. 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 156 à 162. 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
<i>Préparation de l'échantillon</i>		Séchage à l'air. Broyage mécanique. Tamisage à 2 mm.	En poids de terre séchée à 105 °
<i>Analyses granulométriques</i>		Méthode internationale :	
- Sable grossier	Sg 200 à 2000 μ	Agitation mécanique avec hexamétophosphate.	en g pour 100 g de terre fine
- Sable fin	Sf 50 à 200 μ	Sédimentation et pipetage pour l'argile et les limons (Pipette de Robinson). Tamisage des sables.	
- Limon grossier	Lg 20 à 50 μ		
- Limon fin	Lf 2 à 20 μ		
- Argile	A < 2 μ		
<i>Texture</i>	Triangle du GEPPA (1967), simplifié pour l'Alsace		
<i>Analyses chimiques</i>			
- Carbone	C	Combustion sèche, four à induction = C X 1,72	en g pour 100 g de terre fine
- Matière organique	MO		
- Azote total	N	Méthode Kjeldhal : attaque sulfurique avec catalyseur - distillation	
- Rapport Carbone/Azote	C/N		
- Calcaire total	CaCO3 tot.	Calcimétrie Bernard	en %
- Phosphore assimilable	P2O5 ass. ou P ass.	Méthode Joret Hébert : extraction par l'oxalate d'ammonium (sols alcalins). Méthode Dyer : extraction par l'acide citrique 2 % (sols acides). Méthode Olsen : extraction par NaHCO3 0,5 N + Fna ou FNH4.	en g pour 1000 g de terre fine
- pH eau et pH KCl	pHeau, pH KCl	Contact 1/2 heure. Sol/eau : 1/2,5	
- Bases échangeables			
- Calcium	Ca	Extraction par l'acétate de NH4 N à pH 7. Dosage, absorption atomique.	en milliéquivalents pour 100 g de terre (meq/100 g)
- Magnésium	Mg		
- Potassium	K		
- Sodium	Na		
- Somme des bases échangeables	S		
- Capacité d'échange des cations	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	Fe DTPA	Mise en solution au DTPA Dosage Extraction et dosage par ICP	en ppm
- Manganèse	Mn DTPA		
- Cuivre	Cu DTPA		
- Zinc	Zn DTPA		
- Bore	B soluble		
<i>Caractéristiques physiques</i>			
- Densité apparente sèche	Das	Méthode des petits cylindres (100 cm ³)	en g pour 100 g de terre fine
- Humidité de rétention	Hr	Presse à plaque	
- Point de flétrissement	Hf	Presse à plaque 15 bars	
- Conductivité hydraulique	K	Méthode de Muntz	cm/h
- Limites d'Atterberg		Méthode Casagrande-Dunod	
- Limite de liquidité	LL		
- Limite de plasticité	LP		
- Indice de plasticité	IP		
- Instabilité structurale	Is	Tests de Hénin	
- Essais de compactage		Essais Proctor	
- Seuil d'humidité critique	ΔS/ΔW		

LEGENDE DES SYMBOLES PEDOLOGIQUES

	Matière organique moyenne (1,8 à 3,5 %)
	Matière organique moyenne à assez forte (3,5 à 8,0 %)
	Matière organique forte (8,0 à 12,0 %)
	Texture limoneuse
	Texture sableuse (% de sable d'autant plus important que les points sont rapprochés)
	Texture argileuse (% d'argile d'autant plus important que les traits sont rapprochés)
	Cailloux ou blocs calcaires
	Cailloux ou blocs gréseux
	Galets siliceux roulés (quartz)
	Présence de CaCO ₃ (effervescence à HCl)
	Plaquettes calcaires
	Taches rouille d'oxydation du fer
	Concrétions noires ferro-manganiques
	Taches gris-rouille d'oxydo-réduction du fer
	idem, en glosses
	Gley réduit
	Gley oxydé ou semi-gley
	Taches d'altération et de décoloration gris blanche

La légende des symboles utilisés pour le dessin des profils est inspirée de DUCHAUFOR Ph. (1977), JABIOL et GEGOUT (1992), BAIZE et JABIOL (1996).

⑦ EXPLOITATION DU FICHER D'ANALYSES DE TERRE UTILISEES

Le fichier d'analyses de terre (anciennement CLARA) issu de la base de données régionale sur les sols d'Alsace, gérée par l'ARAA a fourni 457 analyses sur les 49 communes du périmètre de l'Alsace Bossue. Afin d'établir les triangles de texture, seules les analyses comportant une granulométrie complète ont été retenues, soit un total de 345 analyses.

Dans un premier temps, les communes ont été triées selon 5 ensembles, soit d'Ouest en Est :

- les argiles et marnes du Keuper,
- les alluvions de la Sarre,
- les marnes et calcaires du Muschelkalk supérieur,
- les argiles et marnes du Muschelkalk inférieur,
- les grès des Vosges.

Ceci a permis, dans un deuxième temps, au vu du zonage préliminaire des sols de rapporter chaque analyse à un ensemble de sol pour un choix de 1, 2 ou 3 fiches dans chaque cas. Pour cela, nous avons réparti les analyses dans un triangle de texture en y associant le pH et le taux de CaCO₃ total.

Dans un troisième temps, sur ces 5 triangles, chaque fiche de sol a été identifiée par une courbe enveloppe du lot d'analyses les constituant. Ce sont ces triangles synthétiques qui illustrent chacune des fiches.

Ces analyses n'étant pas toutes géoréférencées (100 seulement le sont), elles ont fait l'objet d'une répartition cartographique par commune. On y constate la répartition suivante :

- argiles et marnes du Keuper : 41 analyses (12 %),
- alluvions de la Sarre : 33 analyses (10 %),
- marnes et calcaires du Muschelkalk supérieur : 138 analyses (40 %),
- argiles et marnes du Muschelkalk inférieur : 109 analyses (31,5 %),
- grès des Vosges : 23 analyses (6,5 %).

On constate une majorité d'analyses à pH > 7 (les 2/3 environ) qui correspond principalement aux alluvions les plus proches du Rhin ; un quart des analyses réalisées présente des pH compris entre 6 et 7. Ces analyses correspondent à des sols décarbonatés qui généralement des limons argileux d'altération des marnes ou, plus rarement, des sols sableux issus de matériaux vosgiens (grès, alluvions anciennes ou alluvions récentes des rivières vosgiennes).

Ces derniers à pH < 6 sont en général plutôt acides et correspondent aux analyses restantes (moins de 10 %).

Notons enfin pour mémoire les détails suivants :

- 100 analyses sont référencées en coordonnées XY, soit un peu moins de 30 % de l'ensemble utilisé (les autres sont rattachées à la commune du siège de l'exploitation agricole)
- la quasi totalité des analyses (sauf pour CEC et Na - 70 à 80 %) 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 est assez rarement réalisée (environ 10 % des analyses),
- enfin, 40 analyses (environ 12 %) concernent l'un ou l'autre des oligo-éléments suivants : Fe, Mn, Cu, Zn, Bo.

§ CORRESPONDANCES ENTRE :

- **LES FICHES DU GUIDE ALSACE BOSSUE,**
- **LA CLASSIFICATION CPCS,**
- **LE REFERENTIEL PEDOLOGIQUE,**
- **LA TYPOLOGIE REGIONALE DES SOLS**
- **ET LES AUTRES GUIDES DES SOLS**

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
1	Sable, acide, moyennement profond à profond, sur grès vosgien	Sol brun acide – Alocrisol sableux issu de grès vosgien	42.1	Guide 03 Fiche 33
2	Sable argilo-limoneux, acide, peu à moyennement profond, sur grès fin à Voltzia	Sol brun acide – Alocrisol sablo-argileux issu de grès à Voltzia	42.2	Guide 03 Fiche 32
3	Argile, calcaire, de faible profondeur, sur marnes en plaquettes	Sol brun calcaire – Calcosol argileux leptique issu de marnes du Muschelkalk moyen	32.1	-
4	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	Pélosol à caractère verticale – Pélosol verticale pachique issu de marnes du Muschelkalk moyen	31.1	-
5	Limon sablo-argileux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argileux	Sol brun lessivé à pseudogley sur argile – Néoluvisol rédoxique issu de l'altération des marnes du Muschelkalk inférieur	(22.4)	(Guide 01 Fiche 13)
6	Limon argilo-sableux, calcaire, peu profond, sur calcaire dolomitique	Rendzine – Rendosol issu de calcaire dolomitique du Muschelkalk inférieur	34.1	-
7	Limon argilo-sableux, décarbonaté, hydromorphe, sur matériau argilo-gréseux	Sol brun calcique hydromorphe – Calcisol rédoxique issu de marne gréseuse dolomitique du Muschelkalk inférieur	34.2	Guide 03 Fiches 24,31
8	Limon argileux, calcaire, peu profond, caillouteux, sur dalle calcaire	Rendzine – Rendosol argileux à limono-argileux issu de calcaire du Muschelkalk supérieur	33.1	Guide 03 Fiche 21
9	Limon argileux, calcique à calcaire, moyennement profond, sur argile caillouteuse	Sol brun calcique à calcaire – Calcosol à calcisol limono-argileux issu de calcaire du Muschelkalk supérieur	33.2	Guide 03 Fiche 22
10	Argile limoneuse, décarbonatée, hydromorphe, sur matériau argileux	Pélosol (sol brun argileux) hydromorphe – Pélosol rédoxique issu de marne calcaire du Muschelkalk supérieur	31.2	-
11	Argile limoneuse, calcique, peu hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	Pélosol (sol brun argileux) – Pélosol issu de marne du Keuper	32.2	Guide 03 Fiche 28
12	Argile, décarbonatée, hydromorphe, sur argile gris-lie de vin	Sol brun colluvial hydromorphe – Pélosol colluvique réductique issu de marne du Keuper	31.3	-
13	Limon argilo-sableux, acide, hydromorphe, sur argile limoneuse	Sol brun lessivé hydromorphe – Néoluvisol rédoxique issu de limons d'apport et d'altération des marnes	(22.6)	Guide 03 Fiches 5, 6

N° Fiche	Dénomination du sol en termes courants	Classification CPCS – Référentiel pédologique	Typologie des sols d'Alsace	Correspon- dance avec autre guide
14	Limon argileux, acide, très hydromorphe, sur argile limoneuse	Sol lessivé glossique à pseudogley – Luvisol rédoxique issu de limons d'apport	(22.0)	Guide 03 Fiche 4
15	Argile limoneuse, calcique, très hydromorphe, sur alluvions récentes	Sol à gley réduit – Réductisol fluviatique argileux issu d'alluvions récentes	15.2	Guide 03 Fiches 12, 13
16	Limon argileux, calcique, très hydromorphe, sur alluvions-colluvions argileuses	Sol hydromorphe à gley oxydé alluvio-colluvial – Colluviosol rédoxique à réductique issu d'alluvions-colluvions argileuses	31.5	-
17	Argile, calcique, hydromorphe, sur colluvions récentes	Pélosol colluvial hydromorphe à pseudogley – Pélosol-colluviosol rédoxique issu de colluvions argileuses	31.6	Guide 03 Fiche 27
18	Limon sablo-argileux, acide, hydromorphe sur alluvions récentes	Sol brun alluvial hydromorphe à pseudogley – Fluviosol rédoxique issu d'alluvions sableuses	(15.3)	Proche Guide 03 Fiche 30
19	Sable, acide, hydromorphe, sur alluvions anciennes	Sol alluvial lessivé hydromorphe à pseudogley – Fluviosol luviatique rédoxique issu d'alluvions sableuses anciennes	15.4	Proche Guide 03 Fiches 15 à 17
20	Sable acide, peu hydromorphe, sur alluvions anciennes	Sol brun acide alluvial – Alocrisol fluviatique issu d'alluvions sableuses anciennes	15.4	Proche Guide 03 Fiches 15 à 17

Guide des sols d'Alsace

Alsace Bossue

► **Maîtrise d'ouvrage :**

Région Alsace

► **Partenaires financiers :**

Région Alsace

Agence de l'eau Rhin-Meuse

► **La coordination, le suivi des travaux et l'appui technique au maître d'ouvrage en tant qu'expert ont été assurés par :**

l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace

2 rue de Rome - B.P. 30022 SCHILTIGHEIM - 67013 STRASBOURG Cedex

► **Auteurs :**

Sol Conseil (J.-P. PARTY et N. MULLER) - 251 route de la Wantzenau - 67000 STRASBOURG

► **Composition des documents cartographiques :**

Service SIG de la Région Alsace

Sol Conseil

ARAA

► **Composition de la couverture et des fiches de sols :**

Pakouh - 28 rue Thomann - 67000 STRASBOURG

► **Maquette d'origine :**

R. KOLLER et J.-P. PARTY (1994)

► **Crédits photographiques :**

J.-P. PARTY A.-V. AUZET M. LEMMEL V. DORNIER E. SCODRO

► **Le comité scientifique "Guide des sols d'Alsace" pour l'Alsace Bossue est composé de :**

A.-V. AUZET - IMFS/CNRS-ULP

M. GERLIER - DIREN-SEMA ALSACE

D. BRUA - CHAMBRE D'AGRICULTURE DU BAS-RHIN

M. HERR - APRONA

M.-L. BURTIN - ARAA

R. KOLLER - ARAA

M. COLOBERT - METEO FRANCE

P. LIMNAIOS - METEO FRANCE

P. ELSASS - BRGM

F. POTIER - AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE

J.-C. FAVROT - EXPERT PEDOLOGUE

J. SAUTER - ARAA

L. GARTNER - REGION ALSACE

N. SCHNEBELEN - INRA INFOSOL

► **Impression document :**

Impression BERNHART - 3 quai des Pêcheurs - 67000 STRASBOURG - Tél. 03 88 24 50 54

DOCUMENT DISPONIBLE A LA REGION ALSACE

Direction de l'Agriculture, de la Forêt, du Tourisme et de l'Environnement

1 place du Wacken - BP 91006 - 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 :

- Piémont bas-rhinois, plaines d'Erstein, d'Obernai et Bruch (région naturelle n°6), paru en 1999
- Plaine Sud-Alsace (région naturelle n°10), paru en 1999
- Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg (région naturelle n°5), paru en 2001
- Sundgau et Jura alsacien (région naturelle n°11), paru en 2001
- Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld (région naturelle n°12), paru en 2004
- Plaine Centre-Alsace (région naturelle n°8), nouvelle édition parue en 2004
- Outre Forêt (région naturelle n°1), paru en 2005
- Ried Nord (région naturelle n°2), paru en 2005
- Pays de Hanau et de Saverne (région naturelle n°3), paru en 2008

**Ce document a été réalisé
grâce au soutien technique et financier
de la Région Alsace et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse**

