

Ministère de la Région wallonne  
Direction générale de l'Agriculture

# les livrets

DE L'AGRICULTURE

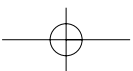
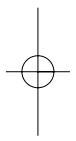
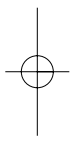
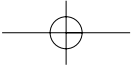
N° 15

## Fertilisation raisonnée des prairies

D. Knoden, R. Lambert, P. Nihoul, D. Stilmant,  
P. Pochet, S. Crémer, P. Luxen



RÉGION WALLONNE



Ministère de la Région wallonne  
Direction générale de l'Agriculture

# les livrets

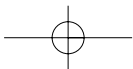
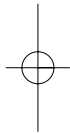
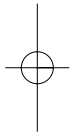
**D E L ' A G R I C U L T U R E**

**N° 15**

## **Fertilisation raisonnée des prairies**

**D. Knoden, R. Lambert, P. Nihoul, D. Stilmant,  
P. Pochet, S. Crémer, P. Luxen**





## Préface

La prairie occupe près de la moitié de la superficie agricole utile du territoire wallon. Elle constitue la base de l'alimentation des ruminants et joue un rôle clé dans la préservation de la qualité de notre environnement.

La pérennité des exploitations agricoles repose sur de bonnes performances technico-économiques. Le contexte actuel de réduction des soutiens européens des marchés et de leur libéralisation croissante renforce la nécessité d'être compétitif. Il faut de surcroît l'être dans le respect des multiples attentes de la société et donc de diverses contraintes sanitaires et environnementales, notamment de la conditionnalité (« Programme de Gestion durable de l'azote » (PGDA), maintien des pâturages permanents).

L'adaptation à cette évolution nécessite une réflexion sur les alternatives qui permettent de minimiser les coûts de la production agricole, d'en réduire l'impact environnemental et de maintenir l'écosystème semi-naturel de la prairie permanente. Des solutions existent. Parmi celles-ci, on peut retenir : une alimentation du bétail basée sur les fourrages produits sur l'exploitation et une fertilisation axée sur la valorisation des engrais de ferme.

Ce livret aborde différents aspects de la fertilisation des prairies, principalement la fertilisation

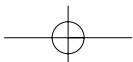
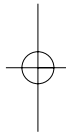
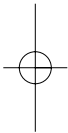
azotée. Il permet de calculer la fertilisation azotée qui répond le mieux aux besoins de chaque prairie et ce, en fonction des objectifs de production de l'éleveur. Le calcul prend en compte les différentes sources d'azote déjà disponibles : le sol, les légumineuses, les engrais de ferme, ... La fumure phospho-potassique est abordée plus succinctement.

Le livret présente également certaines questions d'actualité comme la nécessité ou non de la fertilisation soufrée et des apports en sélénium, ainsi que l'analyse du couvert végétal, nouvel indicateur des besoins des plantes en phosphore et en potassium.

Cet ouvrage est le fruit d'une collaboration entre les organismes de terrain et la Direction du Développement et de la Vulgarisation. L'asbl « Fourrages Mieux », reconnue et soutenue financièrement par la Région wallonne comme « centre pilote » dans le secteur des fourrages, coordonne les actions de recherche appliquée et d'encadrement de terrain.

Je vous en souhaite bonne et fructueuse lecture.

Victor Thomas, *Directeur général*

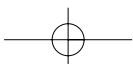
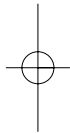
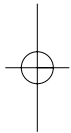


## table des matières

5

# Table des matières

Préface .....	3	2. Les indices de nutrition : une alternative pour quantifier les besoins phospho-potassiques .....	28
Introduction .....	7	3. Le soufre.....	32
1. Rechercher une disponibilité suffisante de tous les minéraux.....	8	4. Le sélénium .....	33
2. Fertiliser sans excès .....	9	5. Autres oligo-éléments.....	34
3. Respecter la réglementation .....	10	Glossaire et abréviations .....	35
Calcul de la fertilisation azotée.....	11	Références .....	37
1. Les besoins azotés .....	11	Annexes .....	39
2. L'azote disponible .....	12	Annexe 1. L'échantillonnage des engrais de ferme .....	39
2.1. Fourniture par le sol.....	12	Annexe 2. Organismes partenaires du centre pilote « Fourrages Mieux » pouvant assurer un encadrement avec le logiciel « Fertiwal » .....	41
2.2. Restitutions au pâturage .....	13	Annexe 3. Laboratoires du réseau « Réquasud » pouvant réaliser des analyses de fourrage en lien avec la méthode des indices de nutrition .....	42
2.3. Fixation par les légumineuses .....	13	Annexe 4. Organismes de conseil et d'encadrement an matière de fertilisation des prairies.....	43
2.4. Apport par les engrais de ferme.....	14	Ont participé à l'élaboration de cette brochure .....	45
• Les différents types d'engrais de ferme .....	15		
Les engrais de ferme à action rapide.....	15		
Les engrais de ferme à action lente.....	15		
• La valeur fertilisante des engrais de ferme .....	16		
3. La complémentation azotée minérale ... si nécessaire !.....	18		
Les apports en macro- et oligo-éléments .....	25		
1. Les besoins phospho-potassiques de la prairie, quantifiés au départ de l'analyse du sol .....	25		





## Introduction

Comme pour toute culture, la fertilisation des prairies doit permettre de couvrir au mieux les besoins des plantes en veillant à ne pas appauvrir les sols, ni à exagérer les apports. L'objectif de rentabilité n'implique pas nécessairement la recherche de la production la plus élevée possible. Il faut plutôt viser l'autonomie alimentaire comportant la production de fourrages dont la quantité et la qualité doivent être en adéquation avec les besoins du cheptel et ce, tout en préservant l'environnement. Un excès d'azote n'est pas sans risque pour le bétail : baisse de l'appétit, besoins énergétiques accrus, voire intoxication et mortalité, en particulier au printemps et en automne, lorsque les températures sont basses et l'ensoleillement réduit.

La fertilisation azotée de la prairie doit être raisonnée, tout comme celle des cultures annuelles. La situation est cependant plus complexe en raison d'une multitude de caractéristiques telles que :

- plusieurs récoltes successives,
- la présence éventuelle de légumineuses capables de fixer l'azote atmosphérique,
- des rendements et une qualité très variables,

notamment la teneur en protéines qui dépend non seulement de la fertilisation mais aussi du rythme d'exploitation,

- le caractère pluriannuel et la diversité des écosystèmes prairiaux,
- les divers modes d'exploitation : la fauche, le pâturage ou la combinaison des deux. La fauche exporte de grandes quantités d'éléments minéraux qu'il faudra restituer notamment par les engrais de ferme, alors que, par le pâturage, les ruminants restituent directement la majeure partie des éléments prélevés.

On peut néanmoins proposer une méthode de calcul de la fertilisation azotée relativement simple qui comporte plusieurs étapes. L'exportation d'azote doit être compensée par différentes sources : la minéralisation de la matière organique présente dans le sol, la fixation par les légumineuses, les restitutions par le bétail au pâturage, les engrais organiques de ferme et, si nécessaire, les engrais minéraux. L'équilibre à établir par une fumure raisonnée est représenté à la figure 1, ainsi que les étapes du calcul.

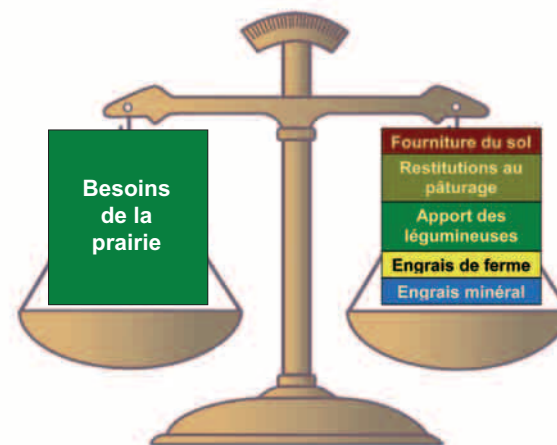
## introduction

**Figure 1 : Base du raisonnement de la fumure azotée**

**Objectif :** satisfaire les besoins azotés de la culture en tenant compte des sources existantes pour calculer la quantité d'engrais minéral à apporter comme complément.

### Etapes du raisonnement

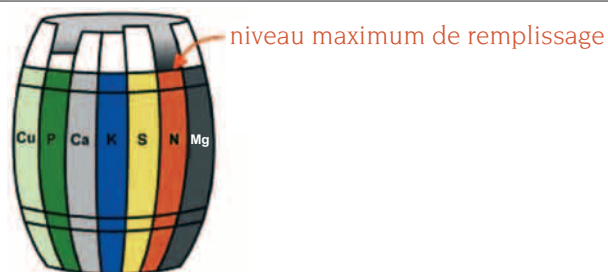
1. Définir les besoins en fonction de l'objectif de production.
2. Estimer le disponible :
  - a) fourniture par le sol,
  - b) restitutions au pâturage,
  - c) fixation par les légumineuses,
  - d) apports par les engrais de ferme.
3. Calculer le complément minéral éventuel encore nécessaire.



8

## 1. Rechercher une disponibilité suffisante de tous les minéraux

**Figure 2 : Représentation de la loi du minimum**



Le rendement d'une culture est fixé par le niveau de l'élément le plus limitant (loi du minimum). Pratiquement, c'est souvent l'azote qui a l'action la plus marquée. Les autres éléments nutritifs (potassium, phosphore, soufre, ... ou oligoéléments) peuvent cependant aussi devenir limitants

Le pH du sol joue un rôle dans la disponibilité des éléments minéraux pour les plantes. Selon le caractère plus ou moins acide ou basique du sol, certains éléments sont plus ou moins assimilables. De ce point de vue, des valeurs de  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  comprises entre 6 et 7 représentent un bon compromis. Le  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  à atteindre se situe quant à lui aux environs de 5,6.

D'après <http://www.unifa.fr>

## 2. Fertiliser sans excès

Les augmentations de rendement obtenues par l'application de doses croissantes d'un élément fertilisant sont de plus en plus faibles au fur et à mesure que les doses apportées augmentent (loi des rendements marginaux décroissants). La

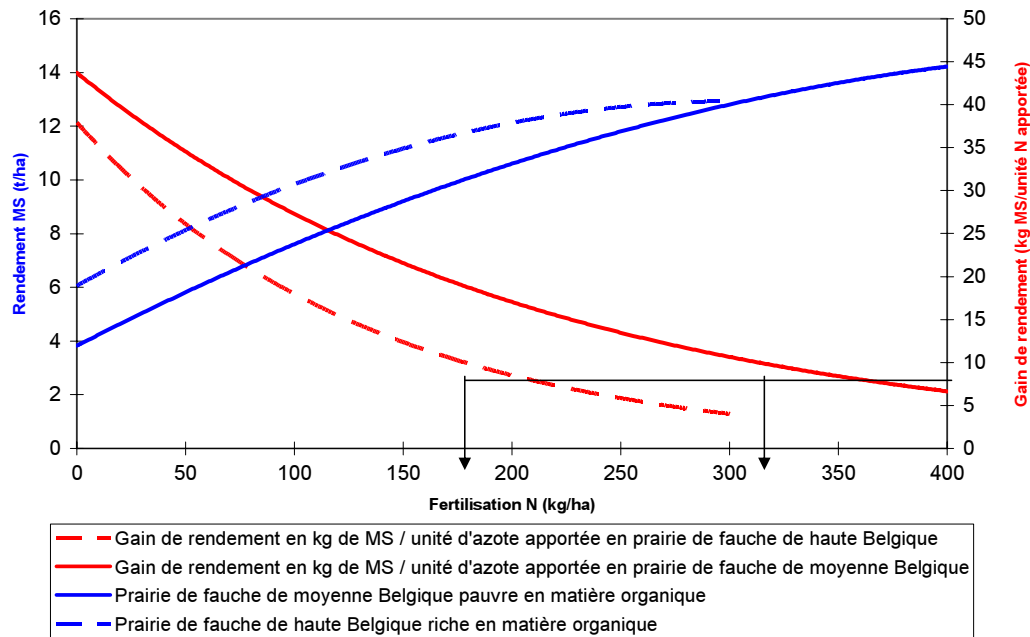
recherche du rendement maximum n'est pas économiquement justifiée : les coûts occasionnés pour obtenir le dernier kilo d'herbe seront beaucoup plus importants que la valeur de ce kilo d'herbe !

Les données de la figure 3 illustrent la loi des rendements marginaux décroissants dans le cas d'une application croissante d'azote sur des prairies de

fauche en Moyenne Belgique (Deprez et al., 2005) et en Haute Belgique (Toussaint, 1991).

Figure 3 :

Evolution des rendements d'une prairie de fauche en fonction de la fertilisation azotée



## introduction

Dans cet exemple, si on fixe à 0,70 € la valeur marchande de l'unité d'azote et à 0,07 € celle d'un kilo de matière sèche (MS) d'herbe sur pied, l'apport d'une unité d'azote devrait produire au moins 10 kg de MS supplémentaires pour être économiquement justifié. Ce seuil économique est atteint avec le niveau de fertilisation de 175 unités d'N/ha

en Haute Belgique et de 325 unités en Moyenne Belgique. Au-delà, l'azote est prélevé avec une moindre efficacité par les plantes. La partie non prélevée peut être perdue dans l'environnement, ce qui explique que le « Programme de Gestion durable de l'azote » (PGDA) limite les apports totaux en azote.

### 10

## 3. Respecter la réglementation

Les quantités maximales épandables autorisées par le PGDA sont fixées de manière à conserver

la qualité des eaux. Les valeurs sont rappelées au tableau 1.

**Tableau 1 : Normes d'épandage de l'azote en prairie et en culture**

<b>Azote organique</b>	Hors zone vulnérable (en moyenne sur l'exploitation)	230 kg/ha de prairie
		115 kg/ha de culture
	En zone vulnérable (en moyenne sur l'exploitation)	230 kg/ha de prairie
		115 kg/ha de culture
		Sans dépasser 170 kg en moyenne par ha de surface agricole utile de l'exploitation
	Par parcelle	230 kg/ha en prairie et en culture
115 kg/ha en moyenne sur la rotation en culture		
<b>Azote total</b>	Sur l'exploitation	350 kg/ha de prairie
		250 kg/ha de culture

Josi Flaba, *Directeur*  
Emmanuel Winance, Benoît Georges, Martine Leroux, *Attachés*  
*Direction du Développement et de la Vulgarisation*

## calcul de la fertilisation azotée

# Calcul de la fertilisation azotée

## 1. Les besoins azotés

L'objectif de production est fixé par l'agriculteur sur la base de ses besoins en fourrages. Il convient de s'assurer que cet objectif est réaliste compte tenu des potentialités pédoclimatiques.

Des recherches récentes ont permis de préciser le potentiel de production de la prairie (Lambert, 2001, Deprez et al., 2005). Les objectifs de production proposés tiennent compte de la zone géographique, Moyenne Belgique (en dessous de 200 m d'altitude) ou Haute Belgique (au-dessus de 200 m d'altitude).

En Moyenne Belgique, on peut atteindre un rendement de 14 tonnes de MS/ha en moyenne en prairie de

fauche, si le couvert est en bon état et si les conditions pédoclimatiques sont « normales ».

En Haute Belgique, le rendement potentiel est plus faible en raison d'une période de végétation plus courte. Un rendement moyen de 12 tonnes de MS/ha est considéré comme normal dans de bonnes conditions. On ne va pas nécessairement chercher à atteindre de tels potentiels si on vise l'autonomie fourragère et si les surfaces disponibles sont importantes. On ne pourra pas les atteindre si des conditions particulières limitent le rendement (sols très acides, superficiels, caillouteux, gazon dégradé,...).

---

11

**Tableau 2 : Quantités d'azote exportées ( $N_{exp}$ ) selon le mode d'exploitation**

Mode d'exploitation	kg N exportés / t MS
Pâturage tournant ou continu intensif	30
Ensilage	20-25
Foin	15-20

Les besoins en azote de la prairie sont calculés en multipliant la production annuelle escomptée par la teneur moyenne en azote de l'herbe.

### Exemple

Les besoins par hectare d'une prairie permanente d'Ardenne fauchée au printemps pour de l'ensilage et pâturée ensuite sont estimés à : 1 coupe de 4,5 tonnes de MS x 25 kg d'N exporté/t de MS + 5,5 tonnes de MS exportées par le pâturage x 30 kg d'N/t de MS = 277,5 kg d'N.

## calcul de la fertilisation azotée

### 2. L'azote disponible

Une certaine quantité d'azote est disponible dans la prairie au départ de la minéralisation de la matière organique du sol et de la fixation symbiotique par les légumineuses si elles sont

présentes. Elle intervient dans le calcul de la fertilisation, de même que la teneur en azote des engrais de ferme à apporter.

#### 2.1. Fourniture par le sol

12

Le tableau 3 présente la fourniture moyenne annuelle du sol par la minéralisation de la matière organique, selon les grandes régions et la teneur en matière organique (MO). Il ne permet pas de prendre en considération toute la variabilité inter- et intrarégionale qui peut être importante. Par exemple, en Ardenne, la fourniture d'azote par le sol, déterminée par la mesure de l'exportation d'azote de parcelles témoins cultivées sans fertilisation azotée, varie entre 30 et

160 kg d'N/ha.an (Toussaint & Lambert, 1984). Les sols des régions herbagères et les prairies permanentes sont généralement riches en humus. Ils peuvent fournir une quantité importante d'azote. Au-delà d'une certaine teneur en MO du sol, sous prairie permanente, il n'y a toutefois plus de relation entre cette teneur et la fourniture en azote du sol.

**Tableau 3 : Fourniture moyenne annuelle d'azote par le sol en fonction de la région et de la teneur en matière organique du sol** (évaluée au départ de parcelles témoins sans légumineuses et sans fertilisation azotée).

Régions considérées	Teneur en MO (%) du sol	Fourniture en N du sol (kg/ha)
Moyenne Belgique (nord du sillon Sambre-et-Meuse)	$\leq 2$	40
	$2 < x \leq 2,5$	70
	$> 2,5$	100
Haute Belgique (sud du sillon Sambre-et-Meuse)	$\leq 3$	70
	$> 3$	120

#### Exemple

Dans ce cas-ci, la prairie se situe au sud du sillon Sambre-et-Meuse et la MO du sol est supérieure à 3%. La fourniture par le sol est donc estimée à 120 kg d'N/ha et par an.

## calcul de la fertilisation azotée

### 2.2. Restitutions au pâturage

La particularité des prairies pâturées est de recevoir des éléments minéraux restitués directement au pâturage par le bétail. Il faut en tenir compte dans le schéma de fertilisation.



Le bétail en pâture restitue directement une partie des minéraux prélevés.

On considère que 100 UGB/ha.jour\* restituent au pâturage sur une année l'équivalent de 9 kg d'N/ha par an.

#### Exemple

Quarante vaches effectuent quatre passages de 5 jours sur une parcelle de 2 ha. Le chargement est de 40 UGB/2 ha x 5 jours x 4 = 400 UGB/jour.ha. Les restitutions sont donc de 36 kg d'N/ha.

\* L'unité gros bétail par hectare et par jour (UGB/jour.ha) est une unité obtenue en multipliant la charge de bétail exprimée en UGB/ha par le nombre de jours de pâturage sur la parcelle.

13

### 2.3. Fixation par les légumineuses

Les légumineuses, par la symbiose qu'elles entretiennent avec certains micro-organismes, ont la faculté de fixer l'azote atmosphérique. Cet azote est

disponible pour l'ensemble de l'écosystème prairial, dont les graminées.

Dans les pâtures, l'apport d'azote par le trèfle blanc peut être estimé en fonction du pourcentage de recouvrement du trèfle dans le couvert et de la production annuelle de la prairie.

**Tableau 4 : Contribution des légumineuses à la fertilisation azotée des prairies (kg N/ha.an)**

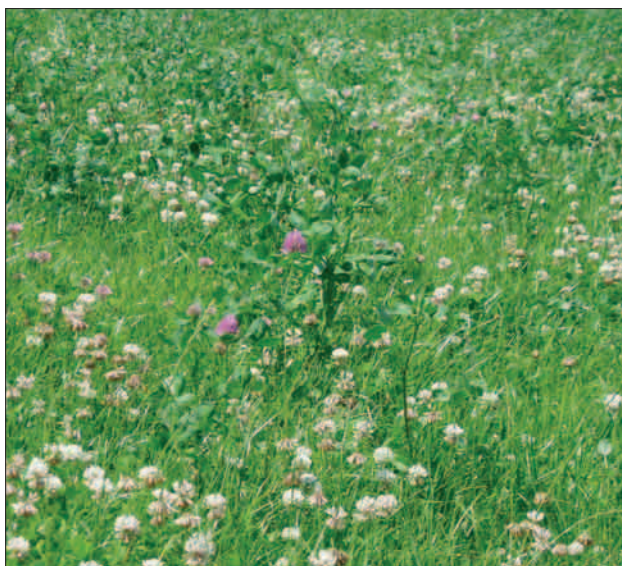
Production annuelle totale de la prairie	Proportion visuelle de trèfle blanc en début d'été (recouvrement)		
	10 %	25 %	40 %
6 tonnes MS/ha	20	50	80
8 tonnes MS/ha	25	65	105
10 tonnes MS/ha	30	80	125

#### Exemple

La prairie permanente produisant 10 tonnes de MS/ha a un taux de recouvrement en trèfle de 25 %. Elle fixe donc 80 kg d'N/ha par an.

## calcul de la fertilisation azotée

14



Les trèfles associés aux graminées, une source d'azote

### 2.4. Apport par les engrais de ferme

Les engrais organiques doivent être considérés comme la base de la fertilisation. Les engrais de synthèse constituent le complément éventuel. Les engrais organiques sont caractérisés par une grande diversité. Il est donc utile de les faire analyser pour déterminer leurs teneurs en éléments fertilisants (voir annexe 1 pour la méthode d'échantillonnage).

La totalité de l'azote présent dans les engrais de ferme n'est pas directement valorisable par les plantes l'année de l'épandage. La teneur en azote doit être corrigée par un coefficient d'efficacité qui dépend notamment du type de produit (action azotée rapide ou lente), de la fréquence et des périodes d'apport. Des valeurs guides de coefficient d'équivalence de l'azote (C) des engrais de ferme sur prairie sont proposées au tableau 7.

En Haute Belgique, on estime que chaque pourcent de recouvrement en trèfle blanc correspond à environ 2 kg d'azote fixés par ha (Limbourg, 2001).

Dans les prairies temporaires de fauche, on utilise surtout le trèfle violet. Il permet de réaliser des économies d'azote très importantes qui peuvent atteindre 350 kg d'azote par hectare sur des sols dans lesquels la minéralisation n'est pas très élevée (de Blander et al., 2002). L'association trèfle violet-graminées permet donc de faire l'impasse sur l'apport d'azote. Il est à noter que, dans des sols plus riches en matière organique, la minéralisation est plus importante et la fixation par les légumineuses est plus faible. Une fertilisation azotée modérée (40 unités d'N maximum) permet le bon démarrage du fourrage au printemps.



Tas de fumier de 8,5 m<sup>3</sup> produit durant 6 mois dans une stabulation entravée par une vache allaitante, équivalant à 140 kg de nitrate 27, 100 kg de superphosphate simple et 90 kg de chlorure 60.



## calcul de la fertilisation azotée

### Les différents types d'engrais de ferme

#### Les engrais de ferme à action rapide

On désigne par le terme « engrais de ferme à action rapide », les produits liquides (lisiers, purins) et les fientes et fumier de volaille. Le tableau 5 indique

leur composition moyenne en azote et en autres éléments majeurs.

**Tableau 5 : Composition moyenne des engrais de ferme à action rapide**

Type d'engrais	% de MS	pH	Éléments majeurs (kg/t)				
			N tot	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Lisier de bovins	12	7,0	4,4	2,5	6,0	2,4	0,7
Lisier de porcs	8	7,6	6,0	6,0	3,0	3,5	0,8
Fientes de volailles	26	7,1	15	10,4	7,2	40,5	3,0
Fumier de volailles	58	6,8	26,7	21,5	21,5	14,5	3,7
Purin de bovins	3,0	-	2,4	0,2	5,5	-	-

15

Adapté du « Livret de l'Agriculture » n°2, « La Gestion des effluents d'élevage » avec les nouvelles normes de teneurs en azote (PGDA, 2007).

Pour estimer les quantités d'engrais de ferme de son exploitation, on peut se baser sur le nombre d'épandeurs ou de tonneaux à épandre :

- pour les engrais solides, la masse volumique du fumier varie de 450 kg/m<sup>3</sup> à l'état frais à 850 kg/m<sup>3</sup>

à l'état mûr. Une valeur moyenne de 650 kg/m<sup>3</sup> peut être retenue, si on ne dispose pas d'un système de pesées,

- pour les engrais liquides, la densité du lisier ou du purin est proche de l'unité ; on admet donc qu'1 m<sup>3</sup> équivaut à 1 tonne.

#### Les engrais de ferme à action lente

Les engrais de ferme à action lente sont les différents types de fumiers et de composts, à l'exception

des fumiers de volaille. Leur composition moyenne en éléments majeurs est présentée au tableau 6.

## calcul de la fertilisation azotée

**Tableau 6 : Composition moyenne des engrais de ferme à action lente**

Type d'engrais	% de MS	pH	Éléments majeurs (kg/t)				
			N tot	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Fumier de bovins	24	7,3	5,9	3,7	4,0	2,5	1,5
Fumier d'ovins	30	8,1	6,7	4,2	11,2	11,2	1,4
Fumier de porcs	21	-	6,0	6,0	4,0	6,0	2,5
Fumier de caprins	48	-	6,1	5,2	5,7	-	-
Fumier de chevaux	54	-	8,2	3,2	3,2	-	2,0
Compost de fumier de bovins	23,8	-	6,1	6,8	4,0	16,3	2,7

Adapté du « Livret de l'Agriculture » n°2, « La Gestion des effluents d'élevage » avec les nouvelles normes de teneurs en azote (PGDA, 2007).

16

### La valeur fertilisante des engrais de ferme

Le coefficient d'équivalence de l'azote (C) des engrais de ferme permet de comparer l'efficacité de l'azote d'un engrais organique avec celle de l'azote minéral (tableau 7). L'équivalent azote

minéral de l'apport d'un engrais organique se calcule comme suit :

**coefficient d'équivalence de l'azote (C) x teneur en azote de l'engrais de ferme x quantité épandue.**

**Tableau 7 : Coefficient d'équivalence de l'azote (C) des engrais de ferme sur prairies**

Type de produit	Fréquence apport	Coefficient d'équivalence azote		
		Apport cette année		Pas d'apport cette année
		Avant hiver	Printemps	
Fumier de bovins	Tous les ans	0,80	0,83	0,6
Compost de fumier de bovins	Tous les 2-3 ans	0,45	0,48	0,25
	Occasionnellement	0,20	0,23	x
Lisier de bovins	Tous les ans	0,75	0,80	0,4
	Tous les 2-3 ans	0,52	0,57	0,17
Fumier de volaille	Occasionnellement	0,35	0,40	x
Lisier de porcs	Tous les ans	0,60	0,70	0,25
Fientes de volailles préséchées ou séchées	Tous les 2 ans	0,46	0,56	0,11
	Occasionnellement	0,35	0,45	x

## calcul de la fertilisation azotée

### Exemple

Dans notre exemple, on apporte chaque année au printemps 20 m<sup>3</sup> de lisier de bovins par ha, ce qui correspond à  $0,80 \times 4,4 \text{ kg d'N/t} \times 20 \text{ t/ha} = 70,4 \text{ kg d'N/ha}$ .

### Le logiciel « Fertiwal »

Un logiciel a été développé afin de valoriser au mieux les engrais de ferme en établissant un plan de fertilisation personnalisé. Sur base des caractéristiques du cheptel, du type d'effluent et du plan parcellaire et cultural, les besoins réels des cultures et des prairies sont calculés et un plan d'épandage est proposé. Son emploi se justifie pour

chercher à réduire les apports complémentaires d'engrais minéraux et pour améliorer les performances économiques et environnementales de l'exploitation. Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux organismes de vulgarisation repris à l'annexe 2.

17

### Dix règles pour le bon épandage des matières organiques en prairie (d'après « Agra-Ost »)

1. Connaître la valeur fertilisante des engrais de ferme (analyses).
2. Homogénéiser le produit (mixage, voire dilution du lisier ; compostage du fumier).
3. Veiller à la qualité de la répartition du produit derrière l'épandeur : contrôler les épandeurs et les tonneaux à lisier, vérifier les quantités épandues. Elles ne doivent pas excéder 15 m<sup>3</sup> de lisier ou 30 à 40 tonnes de fumier de bovin par passage. Bien émietter le fumier afin de limiter les risques de salissement du fourrage récolté et le développement de bactéries butyriques dans les ensilages, ainsi que l'apparition de vides dans le gazon, vides qui faciliteront la germination de semences d'adventices.
4. Privilégier des conditions climatiques propices à la réalisation des épandages : temps pluvieux ou couvert, peu de vent et des températures basses.
5. Travailler sur sol porteur et gazon court.
6. Respecter les besoins des prairies.
7. Épandre pendant les périodes de valorisation optimale, en respectant le PGDA, et en limitant les risques environnementaux. En général, la meilleure période s'étend de février à avril selon la région.
8. Dans les prairies pâturées, éviter de souiller l'herbe : travailler avec du compost, technique explorée de longue date par la Section Systèmes agricoles du CRA-W, qui a fait ses preuves (P. Luxen *et al.*, 2006) ou travailler avec des systèmes d'injection pour lisier. L'utilisation de fumier frais conduit à une réduction de l'appétence et donc à une mauvaise utilisation de l'herbe avec l'apparition de zones de refus. Le fumier peut favoriser la dispersion de certains germes pathogènes (*Salmonella*, *Botula*).
9. Limiter les pertes par volatilisation lors de l'épandage du lisier en travaillant le plus près possible du sol ou en l'injectant dans le sol.
10. Respecter le voisinage.



## calcul de la fertilisation azotée

### 3. La complémentation azotée minérale, ... si nécessaire !

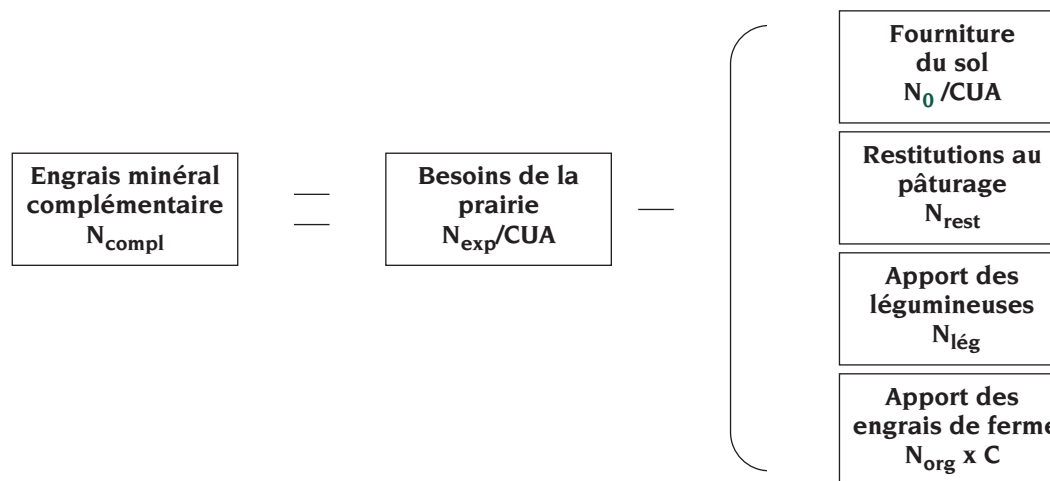
Le recours aux engrais azotés minéraux est nécessaire si l'azote fourni par le sol, le bétail en pâture, les légumineuses et les engrais de ferme ne suffit pas pour couvrir les besoins de la prairie.

**La formule ci-dessous permet le calcul de la fumure minérale raisonnée en prairie de fauche et/ou pâturée.**

$$N_{\text{compl}} = N_{\text{exp}}/\text{CUA} - (N_0/\text{CUA} + N_{\text{rest}} + N_{\text{lég}} + N_{\text{org}} \times C)$$

Figure 4 : Estimation des quantités d'azote minéral complémentaires

18



Un coefficient d'utilisation apparent de l'azote (CUA)<sup>1</sup> a été introduit. Il traduit le fait que l'intégralité de l'azote apporté par l'engrais ne se retrouve pas dans la production exportée, une partie étant réorganisée dans le sol, perdue dans l'atmosphère ou retrouvée dans les racines.

#### Rappel important

En prairie, l'apport azoté total (organique + minéral) ne peut jamais dépasser, sur une année, 350 kg par hectare, en ce comprises les restitutions au sol

Ce coefficient peut être estimé à environ 80 % en prairie. Il n'est pas appliqué à l'azote fourni par les légumineuses ( $N_{\text{lég}}$ ), ni aux restitutions au pâturage, ni aux engrais de ferme ( $N_{\text{org}} \times C$ ) car ces sources d'azote sont exprimées en équivalent engrais minéral et intègrent par conséquent déjà ce paramètre.

par les animaux au pâturage (réglementation PGDA, 2007).

<sup>1</sup>Le CUA est équivalent au rapport de la différence entre l'azote exporté par une parcelle fertilisée et l'azote exporté par une parcelle témoin sans engrais azoté, sur l'azote apporté par l'engrais. Exemple : une parcelle fertilisée à raison de 100 unités d'azote minéral permet d'exporter 200 unités d'azote alors qu'une parcelle témoin en exporte 120. Le CUA =  $(200-120)/100 = 80\%$ .

## calcul de la fertilisation azotée

Un modèle de fiche de calcul de la quantité d'azote minéral à apporter est proposé ici.

### Fiche de calcul des quantités d'azote minéral complémentaires

$N_{exp}$	=	..... kg d'N	Besoins ( <b>tableau 2</b> )
- $N_0$	= -	..... kg d'N	Apport par le sol ( <b>tableau 3</b> )
<b>Total</b>	=	..... kg d'N	
<b>Total / CUA</b>	=	..... kg d'N	Coefficient d'utilisation apparent de l'azote ( <b>CUA = 0,8</b> ) Restitutions au pâturage par les animaux
- $N_{rest}$	= -	..... kg d'N	<b>(9 unités d'azote pour 100 UGB par jour)</b>
- $N_{lég}$	= -	..... kg d'N	Apport par les légumineuses ( <b>tableau 4</b> )
- $N_{org} \times C$	= -	..... kg d'N	Engrais de ferme ( <b>tableaux 5-6-7</b> )
<b><math>N_{compl}</math></b>	=	..... kg d'N	azote minéral à appliquer

19

### Exemple 1

Pour une prairie permanente d'Ardenne (MO > 3%) fauchée au printemps pour de l'ensilage (4,5 t de M/ha) et pâturée ensuite 20 jours par an par 20 vaches/ha, produisant au total 10 tonnes de MS/ha, avec un taux de recouvrement en trèfle de 25 % et avec un apport printanier chaque année de 20 m<sup>3</sup>/ha de lisier de bovins, l'azote minéral complémentaire à fournir à l'hectare est :

$$\begin{array}{rcl}
 N_{exp} & = & 270 \text{ kg d'N} \\
 - N_0 & = & -120 \text{ kg d'N} \\
 \hline
 \text{Total} & = & 150 \text{ kg d'N} \\
 & & \text{CUA}=0,8
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Total/CUA} & = & 187,5 \text{ kg d'N} \\
 - N_{rest} & = & - 36 \text{ kg d'N} \\
 - N_{lég} & = & - 80 \text{ kg d'N} \\
 - N_{org} \times C & = & - 70,4 \text{ kg d'N} \\
 \hline
 =N_{compl} & = & - 1,1 \text{ kg d'N}
 \end{array}$$

Les besoins azotés de cette prairie riche en matière organique et bien pourvue en légumineuses sont couverts par les restitutions du bétail et un apport de 20 m<sup>3</sup> de lisier. ➔ Il ne faut donc pas apporter de complément azoté minéral.

$N_{compl}$  : azote complémentaire à apporter par l'engrais minéral.  
 $N_{exp}$  : azote exporté par la production de la prairie. Cela exprime les besoins en azote en fonction du mode d'exploitation.  
 CUA : coefficient d'utilisation apparent.

$N_{rest}$  : azote restitué par les déjections animales au pâturage.  
 $N_{lég}$  : azote fourni par les légumineuses.  
 $N_0$  : azote fourni par la minéralisation de la matière organique du sol.  
 C : coefficient d'équivalence de l'azote des engrais de ferme.

## calcul de la fertilisation azotée

### Exemple 2

Pour une prairie de fauche en Haute Belgique (MO= 5 %) de 1 ha pour une production de 12 tonnes d'ensilage, sans trèfle, avec un apport annuel au

printemps de 35 m<sup>3</sup> de lisier de bovins, l'azote minéral complémentaire à fournir est :

20

<b>N<sub>exp</sub></b>	<b>= 300 kg d'N</b>	<b>12 t de MS x 25 kg d'azote/t de MS</b>
<b>- N<sub>o</sub></b>	<b>= - 120 kg d'N</b>	<b>Haute Belgique MO &gt; 3</b>
<b>Total</b>	<b>= 180 kg d'N</b>	
		<b>CUA = 0,8</b>
<b>Total / CUA</b>	<b>= 225 kg d'N</b>	<b>= 180 kg d'azote / 0,8</b>
<b>- N<sub>rest</sub></b>	<b>= - 0 kg d'N</b>	<b>Pas de pâturage</b>
<b>- N<sub>lég</sub></b>	<b>= - 0 kg d'N</b>	<b>Pas de légumineuses</b>
<b>- N<sub>org</sub> x C</b>	<b>= - 123 kg d'N</b>	<b>= 35 t x 4,4 kg d'azote/t x 0,8</b>
<b>N<sub>compl</sub></b>	<b>= 102 kg d'N</b>	<b>Par exemple, sous forme de nitrate d'ammonium à 27 %, il faut 378 kg d'engrais par ha (102 x 100/27 = 378 kg)</b>

N<sub>compl</sub> : azote complémentaire à apporter par l'engrais minéral.  
 N<sub>exp</sub> : azote exporté par la production de la prairie. Cela exprime les besoins en azote en fonction du mode d'exploitation.  
 CUA : coefficient d'utilisation apparent.

N<sub>rest</sub> : azote restitué par les déjections animales au pâturage.  
 N<sub>lég</sub> : azote fourni par les légumineuses.  
 N<sub>o</sub> : azote fourni par la minéralisation de la matière organique du sol.  
 C : coefficient d'équivalence de l'azote des engrais de ferme.



L'engrais azoté minéral complète si nécessaire les autres sources d'azote.

### Exemple 3

Pour une prairie pâturée en Moyenne Belgique (MO = 3 %) de 1 ha, avec un chargement de 550 UGB/ha.jour (ce qui correspond à un objectif de rendement de 8 tonnes de MS/ha), avec 10 % de trèfle, recevant tous les trois ans 15 tonnes de compost au printemps (teneur en N de 6,1 kg/t), l'azote minéral complémentaire à fournir est :

## calcul de la fertilisation azotée

$N_{exp}$	=	240 kg d'N	8 t de MS x 30 kg d'azote/t de MS
$- N_o$	= -	100 kg d'N	Moyenne Belgique MO > 2,5
<b>Total</b>	=	<b>140 kg d'N</b>	
			CUA = 0,8
<b>Total / CUA</b>	=	<b>175 kg d'N</b>	= 140 kg d'azote / 0,8
$- N_{rest}$	= -	50 kg d'N	550 UGB.jour/100 x 9 kg d'azote/100 UGB.jour
$- N_{lég}$	= -	25 kg d'N	10 % de légumineuses
$- N_{org} \times C$	= -	44 kg d'N	= 6,1 kg d'azote/t x 15 t x 0,48 (C)
<b><math>N_{compl}</math></b>	=	<b>56 kg d'N</b>	soit 207 kg d'engrais azoté à 27 %

21

### • Calcul simplifié pour une prairie de fauche

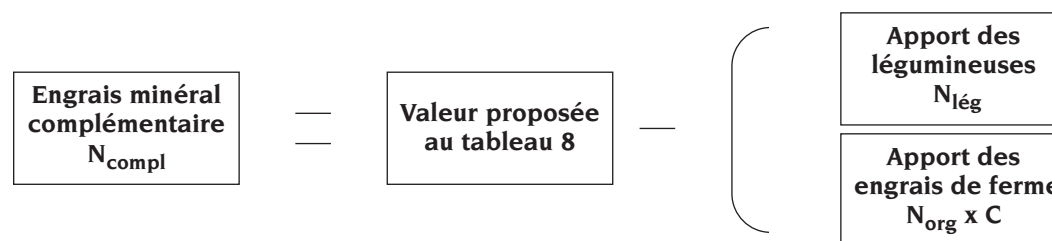
Pour un calcul simplifié, on peut proposer la figure 5 comme base de raisonnement de la fumure en prairie de fauche. Les valeurs données au tableau 8 correspondent aux quantités d'azote nécessaires pour atteindre divers objectifs de production, déduction faite des apports par le sol.

Les valeurs du tableau sont limitées à celles admises par le PGDA (350 kg/ha.an en prairie). Avec l'élévation du niveau de la fertilisation azotée, la

proportion de trèfle dans le couvert végétal diminue, au point que l'apport d'azote par les légumineuses devient négligeable. En prairies de fauche, riches en trèfle violet, des rendements élevés sont possibles sans fertilisation minérale ou avec un très faible apport : 40 unités permettent un bon démarrage au printemps.

Les valeurs du tableau 8 intègrent le coefficient d'utilisation apparent (CUA).

**Figure 5 – Méthode d'estimation simplifiée des quantités d'azote minéral complémentaires à apporter en prairie de fauche**



## calcul de la fertilisation azotée

**Tableau 8 : Azote à apporter par les engrais et les légumineuses (en kg N/ha) en fonction de l'objectif de rendement, de la région et de la teneur en matière organique du sol pour les prairies de fauche**

Teneur en MO du sol (%)		Objectif de production annuelle (tonne de MS/ha)							
		8		10		12		15	
		(ensilage)	(foin)	(ensilage)	(foin)	(ensilage)	(foin)	(ensilage)	(foin)
<b>Moyenne Belgique</b>	≤ 2	200	150	260	200	325	250	350*	325
	2 < MO ≤ 2,5	<b>160</b>	<b>110</b>	<b>225</b>	<b>160</b>	<b>290</b>	<b>210</b>	<b>350*</b>	<b>290</b>
	> 2,5	125	75	190	125	250	175	340	250
<b>Haute Belgique</b>	≤ 3	160	110	225	160	280	210	**	**
	> 3	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>160</b>	<b>100</b>	<b>225</b>	<b>150</b>	**	**

En gras, teneur en MO moyenne pour la région.

\* Valeur maximale fixée par le PGDA (AGW du 15 février 2007). \*\* Potentiel de rendement trop élevé pour la région.

22

### • Calcul simplifié pour l'exemple 2

Pour une prairie de fauche en Haute Belgique (MO = 5 %) d'1 ha pour une production de 12 tonnes d'ensilage, sans trèfle, avec un apport annuel au printemps de 35 m<sup>3</sup> de lisier de bovins, l'azote minéral complémentaire à fournir est de :  
225 kg d'azote – l'apport d'azote par le lisier [4,4 kg d'N/t x 35 t x 0,8 (C)] = 102 kg d'azote.

### • Calcul simplifié pour une prairie pâturée

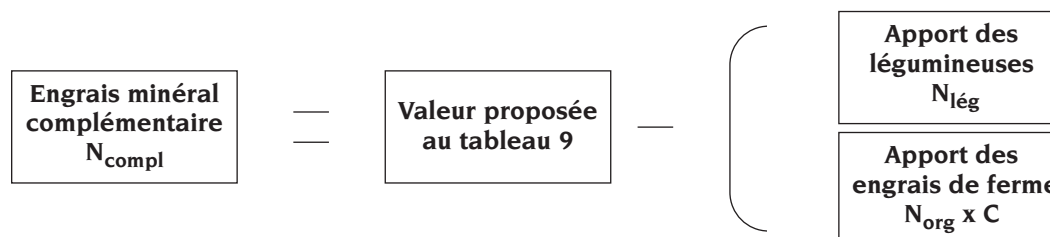
Pour une prairie pâturée, on peut proposer la figure 6 pour le calcul de la fumure. Les valeurs données au tableau 9 correspondent aux quantités d'azote nécessaires, déduction faite des apports par le sol et par les restitutions au pâturage, pour atteindre divers objectifs de production exprimés en tonne de MS/ha ou en UGB/jour.ha, sur la base d'une ingestion journalière de 14 kg de MS par UGB/jour.

Les valeurs du tableau permettent de respecter la quantité maximale d'azote admise par le PGDA (350 kg/ha.an en prairie), sauf dans le cas de pâtures avec fortes charges en vaches laitières. Avec ce type de bétail, une charge de l'ordre de 700 UGB/jour, nécessitant des quantités d'azote à apporter de plus de 175 kg d'N, ne permet pas de respecter le seuil maximum de 350 kg d'N total par hectare, compte tenu des restitutions importantes au pâturage. Dans ces situations de fertilisation importante, il ne faut pas compter sur un apport significatif par les légumineuses. Les valeurs du tableau 9 intègrent le coefficient d'utilisation apparent (CUA).



## calcul de la fertilisation azotée

**Figure 6 : Méthode d'estimation simplifiée des quantités d'azote minéral complémentaires à apporter en prairie pâturée**



23

**Tableau 9 : Azote à apporter par les engrais et les légumineuses (en kg N/ha) en fonction de l'objectif de rendement, de la région et de la teneur en matière organique du sol pour les prairies pâturées**

Teneur en MO du sol (%)	Objectif de production (par ha)		
	420 UGB.j (6 tonnes MS)	550 UGB.j (8 tonnes MS)	700 UGB.j (10 tonnes MS)
<b>Moyenne Belgique</b> ≤ 2	135	200	260*
2 < MO ≤ 2,5	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>225*</b>
> 2,5	60	125	190*
<b>Haute Belgique</b> ≤ 3	100	170	230*
> 3	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>175</b>

En gras, teneur en MO moyenne pour la région.

\* Situations qui dépassent le seuil maximum de 350 kg N<sub>Tot</sub> compte tenu des restitutions au pâturage des vaches laitières.

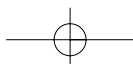
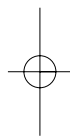
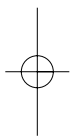
### Calcul simplifié pour l'exemple 3

Pour une prairie pâturée en Moyenne Belgique (MO = 3 %) de 1 ha, avec un chargement de 550 UGB/ha.jour (ce qui correspond à un objectif de rendement de 8 tonnes de MS/ha) avec 10 % de trèfle et recevant 15 tonnes de compost au printemps tous les 3 ans

(teneur en azote de 6,1 kg/t), l'azote minéral complémentaire à fournir est de :  
 $125 \text{ kg d'N} - [(\text{apport d'N par les légumineuses (25 kg d'azote)} + \text{apport d'azote par le compost (15 t} \times 0,48 \times 6,1 \text{ kg N/t)})] = 56 \text{ kg d'azote.}$

*N<sub>compl</sub> : azote complémentaire à apporter par l'engrais minéral.  
 N<sub>exp</sub> : azote exporté par la production de la prairie. Cela exprime les besoins en azote en fonction du mode d'exploitation.  
 CUA : coefficient d'utilisation apparent.*

*N<sub>rest</sub> : azote restitué par les déjections animales au pâturage.  
 N<sub>lég</sub> : azote fourni par les légumineuses.  
 N<sub>o</sub> : azote fourni par la minéralisation de la matière organique du sol.  
 C : coefficient d'équivalence de l'azote des engrais de ferme.*



## les apports en macro- et oligo-éléments

# Les apports en macro- et oligo-éléments

25

Les besoins en phosphore et en potassium sont rappelés en regard des données actuelles sur l'état de fertilité des prairies. Nos pâturages en sont majoritairement bien pourvus, l'apport régulier d'engrais de ferme compensant fortement les exportations de ces deux éléments. Une meilleure prise en compte des besoins de la plante est

dorénavant possible grâce à la technique des indices de nutrition basée sur l'analyse de la plante et non plus du sol.

Un état de la situation des déficits en soufre au niveau du sol des prairies et de carences alimentaires en sélénium est ensuite présenté.

### 1. Les besoins phospho-potassiques de la prairie, quantifiés au départ de l'analyse du sol

Dans le cadre d'un conseil de fertilisation, les besoins en phosphore (P) et en potassium (K) de la prairie sont généralement déterminés sur base d'une analyse de sol. On tient le même raisonnement que celui développé pour l'azote. Les besoins dépendent du niveau de rendement visé. Le tableau 10 indique les besoins moyens d'une prairie, sur un sol bien pourvu ou pauvre en phosphore et potassium, en fonction du mode d'exploitation. Un sol est considéré comme bien pourvu en P et K si le commentaire de l'analyse du sol indique « bonne teneur » ou « teneur moyenne ». Il

est considéré comme pauvre si le commentaire est « faible teneur ».

Les recommandations de fertilisation phospho-potassique sont établies sur base d'une exportation de 10 tonnes de MS/ha, que ce soit par la fauche ou par le pâturage. Il faut donc les adapter au rendement recherché. Les besoins sont plus ou moins couverts par les réserves du sol selon son état de richesse. En prairie permanente exclusivement pâturée, les restitutions au pâturage compensent majoritairement les exportations par le bétail.

## les apports en macro- et oligo-éléments

**Tableau 10 : Besoins moyens en phosphore et en potassium selon le mode d'exploitation**

Mode d'exploitation	Conseil de fertilisation P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)		Conseil de fertilisation K <sub>2</sub> O (kg/ha)	
	Sol bien pourvu	Sol pauvre	Sol bien pourvu	Sol pauvre
Ensilage (10 t MS/ha)	100	130	250	300
Foin (10 t MS/ha)	100	130	190	240
Pâturage intensif	30	50	0	10
Pâturage extensif			30	40
1 coupe ensilage (1/3) + pâturage (2/3)	50	80	90	100
2 coupes ensilage (2/3) + pâturage (1/3)	80	100	180	190

(1/3), (2/3) : un tiers de la production annuelle, deux tiers de la production annuelle.

Les apports d'éléments fertilisants par les engrais de ferme (fumier, lisier, compost de fumier, ...) peuvent être estimés en se basant soit sur les résultats d'une analyse, soit sur des teneurs moyennes (tableaux 5 et 6).

Dans le cas du phosphore, tout comme pour l'azote, l'entièreté des éléments apportés par les matières organiques n'est pas utilisable par les plantes : il faut tenir compte d'un coefficient d'équivalence

par rapport aux engrais minéraux. On considère un coefficient de 0,65 pour les fumiers de volailles, de 0,85 pour les fumiers et lisiers de porcs ainsi que pour les lisiers de bovins et un coefficient d'équivalence de 1 pour les fumiers et composts de bovins.

Dans le cas du potassium, l'efficacité des engrais de ferme est comparable à celle des engrais minéraux (tableau 11).

## les apports en macro- et oligo-éléments

**Tableau 11 : Coefficient d'équivalence engrais pour les engrais de ferme**

Type d'engrais de ferme	Coefficient d'équivalence engrais pour le $P_2O_5$	Coefficient d'équivalence engrais pour le $K_2O$
Compost et fumier de bovins	1	1
Lisier de bovins Fumiers et lisiers de porcs	0,85	1
Fumiers de volailles	0,65	1

Le phosphore se fixe préférentiellement dans les premiers centimètres du sol. En cas de prise d'échantillon pour l'analyse de cet élément, il faut être précis sur la profondeur de prélèvement. Sachant que

les prairies de longue durée puisent principalement leurs éléments nutritifs dans les 15 premiers centimètres du sol, la profondeur d'échantillonnage en prairie permanente est fixée à 15 cm.

27

### Reprenons l'exemple 1

Les besoins complémentaires, sous forme minérale, de phosphore et de potassium d'une prairie permanente d'Ardenne (MO > 3 %), fauchée au printemps pour de l'ensilage et pâturée ensuite 20 jours par an par 20 vaches à l'hectare, produisant 10 tonnes de MS et bénéficiant d'un apport printanier annuel de 20 m<sup>3</sup> de lisier de bovins, sont calculés comme suit :

- si on considère que le sol a une bonne teneur en chacun des éléments, **les besoins** sont :
  - pour le  $P_2O_5$  : 50 kg/ha
  - pour le  $K_2O$  : 90 kg/ha.

- **les apports** par le lisier sont de :

- pour le  $P_2O_5$  :  
20 m<sup>3</sup>/ha x 2,5 kg  $P_2O_5$ /m<sup>3</sup> x le coefficient d'équivalence (0,85) = 42,5 kg  $P_2O_5$ /ha,

- pour le  $K_2O$  :  
20 m<sup>3</sup>/ha x 6 kg  $K_2O$ /m<sup>3</sup> x le coefficient d'équivalence (1) = 120 kg  $K_2O$ /ha.

Les besoins en potassium sont couverts par l'apport du lisier. Aucun apport supplémentaire ne se justifie. Un faible complément minéral en phosphore peut se justifier.

## les apports en macro- et oligo-éléments

### 2. Les indices de nutrition : une alternative pour quantifier les besoins phospho-potassiques

#### L'analyse d'herbe et les indices de nutrition

28

L'analyse de l'herbe est un outil de diagnostic de l'état de nutrition phospho-potassique de la prairie qui peut utilement compléter l'analyse de sol. Elle fournira des renseignements qui permettent d'affiner la fertilisation P-K des prairies de plus de deux ans. En effet, les analyses de sol ne permettent pas, par exemple, de caractériser précisément la bio-disponibilité du phosphore, dont une part importante est liée à la matière organique du sol. De plus, l'analyse de sol ne prend pas en compte le niveau d'intensification qui pourtant conditionne les besoins des plantes en minéraux.

Si une bonne concordance existe entre les conseils de fertilisation potassique basés sur l'analyse de sol et ceux basés sur l'analyse d'herbe, il en va tout autrement pour la fertilisation en phosphore (Limbourg, 2001). Des essais ont montré que des sols avec des teneurs en phosphore proches des 3,5 mg/100g (teneur faible) peuvent être associés à des indices de nutrition phosphorique très satisfaisants. Ces prairies, pas plus d'ailleurs que celles présentant de bonnes teneurs en phosphore dans le sol, n'ont pas répondu significativement à des apports importants de phosphore. Ces observations soulignent bien les limites d'un conseil de fertilisation uniquement basé sur les analyses des teneurs du sol en phosphore.

Le diagnostic obtenu par l'analyse de l'herbe repose sur l'équilibre entre les éléments minéraux N, P et K qui composent les tissus végétaux lorsque les conditions de croissance sont optimales.

Des relations entre la teneur en azote et la teneur en P ou en K ont été établies en situation de nutrition P et K satisfaisante (Salette et Huché, 1991). Sur cette base, des indices de nutrition peuvent être calculés :

- pour le phosphore :  $iP = 100 P \% / (0,15 + 0,065 N \%)$
- pour le potassium :  $iK = 100 K \% / (1,6 + 0,525 N \%)$

#### Exemple

Si les teneurs de l'herbe en N, P et K sont respectivement de 2,5 %, 0,3 % et 2,6 %, les indices de nutrition phospho-potassique sont respectivement :  $iP = 96$  et  $iK = 89$ .

En pratique, l'état de nutrition en P ou en K est :

- **excédentaire** lorsque l'indice de nutrition correspondant ( $iP$  ou  $iK$ ) est supérieur à 120 (tableaux 12 et 13). Dans ce cas, la suppression de la fertilisation, respectivement, en P ou en K n'entraînera pas de diminution de production.

Cependant, dans les prairies de fauche intensive, on note une forte tendance à la diminution des indices de nutrition phosphatée et potassique suite à une impasse ou à une forte réduction de la fertilisation. La chute est beaucoup plus rapide pour le potassium que pour le phosphore. L'état de nutrition devient insuffisant après la quatrième année d'impasse pour le phosphore et après deux années pour le potassium (variable selon le niveau de départ) ;

- **élevé** :  $100 < i < 120$  ou **correct** :  $80 < i < 100$ . Dans ces cas, il y a lieu d'appliquer une fertilisation d'entretien qui compense les exportations pour maintenir le potentiel de production. Les besoins sont donnés au tableau 10 ;
- **insuffisant** :  $60 < i < 80$  ou **très insuffisant** :  $\text{indice} < 60$ . Dans ces situations, la carence en P ou en K exerce un effet dépressif sur le rendement. Il y a lieu d'appliquer une fumure de redressement.

## les apports en macro- et oligo-éléments

**Tableau 12 : Conseils de fertilisation basés sur l'interprétation de l'indice iP (d'après Salette et Huché, 1991)**

Valeur de l'indice iP	Commentaires	Conseils de fertilisation
> 120	Excédentaire	Impasse possible de 2 à 4 ans maximum
100 à 120	Très satisfaisant	
80 à 100	Satisfaisant	Compenser les exportations (tableau 10)
60 à 80	Insuffisant	Majorer les apports du tableau 10 de 30 unités
< 60	Très insuffisant	Majorer les apports du tableau 10 de 30 unités

29

**Tableau 13 : Conseils de fertilisation basés sur l'interprétation de l'indice iK (d'après Salette et Huché, 1991)**

Valeur de l'indice iK	Commentaires	Conseils de fertilisation
> 120	Excédentaire	Impasse possible de 1 à max. 2 ans
100 à 120	Très satisfaisant	Réduire les apports actuels
80 à 100	Satisfaisant	Compenser les exportations (tableau 10)
60 à 80	Insuffisant	Majorer les apports du tableau 10 de 60 unités
< 60	Très insuffisant	Majorer les apports du tableau 10 de 60 unités

Sur base de ces indices et de la base de données de « Réquasud », un état des lieux relatif à la nutrition phospho-potassique a été réalisé sur près de 20.000 échantillons d'herbe au sein des différentes régions agricoles de la Région wallonne et ce, pour différents types de fourrages (tableaux 14 et 15). Les résultats soulignent que les besoins de la plante en phosphore sont très majoritairement satisfaits (61 % des échantillons). Les apports sont même excédentaires dans 35 % des échantillons.

Pour le potassium, un plus grand pourcentage des prairies présente une nutrition classée insuffisante (15 %, contre 3 % pour le phosphore). Cependant, 66 % des prairies analysées ont un iK satisfaisant.

La méthode de l'indice tient compte du niveau d'intensification. Le conseil ne doit pas être interprété par l'agriculteur en fonction du mode intensif /extensif de son exploitation.

## les apports en macro- et oligo-éléments

**Tableau 14 : Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon l'indice de nutrition phosphorique (iP) et selon la région agricole**

Régions agricoles	Nombre d'échantillons	% d'échantillons avec iP >120 (excédentaire)	% d'échantillons avec iP >80 et ≤ 120 (satisfaisant)	% d'échantillons avec iP >60 et ≤ 80 (insuffisant)	% d'échantillons avec iP ≤ 60 (très insuffisant)
Ardenne	5754	31,9	65,5	2,3	0,3
Condroz	5966	29,4	64,2	5,3	1,1
Famenne	1543	30,9	64,9	3,7	0,5
Haute Ardenne	1798	23,9	71,4	4,4	0,3
Herbagère	3720	35,5	63,3	1,1	0,1
Herbagère (Fagne)	120	42,5	55,0	2,5	0,0
Jurassique	337	30,3	66,5	3,3	0,0
Limoneuse	668	42,8	54,0	2,8	0,3
Sablo-limoneuse	44	50,0	45,5	4,5	0,0

30

**Tableau 15 : Répartition des échantillons d'herbe, en % du nombre d'observations, selon l'indice de nutrition potassique (iK) et selon la région agricole.**

Régions agricoles	Nombre d'échantillons	% d'échantillons avec iK >120 (excédentaire)	% d'échantillons avec iK >80 et ≤ 120 (satisfaisant)	% d'échantillons avec iK >60 et ≤ 80 (insuffisant)	% d'échantillons avec iK ≤ 60 (très insuffisant)
Ardenne	5754	17,0	65,7	13,5	3,9
Condroz	5966	16,4	61,5	16,9	5,2
Famenne	1543	12,9	65,4	17,7	4,0
Haute Ardenne	1798	2,7	66,2	26,3	4,9
Herbagère	3720	5,5	80,6	12,5	1,4
Herbagère (Fagne)	120	8,3	77,5	12,5	1,7
Jurassique	337	12,2	66,8	18,1	3,0
Limoneuse	668	19,5	56,7	16,6	7,2
Sablo-limoneuse	44	36,4	56,8	4,5	2,3



## les apports en macro- et oligo-éléments

### Quand et comment prélever les échantillons d'herbe à analyser ?

La méthode des indices de nutrition est testée depuis une vingtaine d'années en France sur un nombre important de prairies. Elle peut être appliquée quel que soit le mode d'exploitation (fauche ou pâture), sur des prairies installées depuis plus de 2 ans, afin que le système racinaire soit correctement implanté. La méthode a également été testée sur des prairies de composition botanique complexe. Cependant, elle n'est pas utilisable dans les associations de graminées et de trèfle blanc, lorsque la proportion de trèfle dépasse 25 %, à moins d'enlever ce dernier de l'échantillon à analyser.

En routine, une analyse tous les cinq ans est suffisante pour optimiser la conduite de la parcelle. Si des changements de fertilisation sont effectués, une analyse tous les trois ans permettra de suivre correctement l'évolution des teneurs en phosphore et en potassium.



*Prélever directement de l'herbe pour analyse affine le conseil des besoins en phosphore et en potasse.*

Les échantillons d'herbe doivent être prélevés quand les conditions de croissance sont optimales, c'est-à-dire à la montaison de l'herbe ou en

l'absence de ralentissement marqué de la croissance (manque d'eau, coup de froid). Ils peuvent être prélevés au premier ou au deuxième cycle, mais avant la floraison. Pour que les résultats soient fiables, le prélèvement doit avoir lieu quand le rendement se situe entre 2 et 4 tonnes de MS/ha, la hauteur d'herbe est alors d'au moins 10 cm. En année normale, la date de prélèvement se situe entre fin-avril et mi-mai, avant la première coupe d'ensilage. Cette analyse d'herbe, réalisée au printemps, donne des indications pour les apports d'engrais ultérieurs (organiques ou minéraux).

Afin d'obtenir un échantillon représentatif, 20 poignées d'herbe doivent être prélevées avec des ciseaux, à 5 cm du sol, tous les 10 pas en suivant une diagonale ou un « W » dans la parcelle. Si la parcelle est hétérogène (rachat d'une terre à un voisin, versant, ...), il est conseillé de la diviser en zones homogènes et de prélever un échantillon dans chacune de ces zones. L'échantillon représente au moins 500 grammes d'herbe, à mélanger. Celui-ci est stocké correctement (ne pas le laisser s'échauffer dans un sac de plastique) et envoyé au laboratoire d'analyse. L'échantillon peut être envoyé en frais, séché à l'air ou congelé.

Dans le cas d'apports minéraux ou organiques épisodiques (tous les 2 à 3 ans, par exemple), il est conseillé de réaliser le diagnostic l'année précédant un apport, de façon à ajuster ce dernier en fonction des résultats.

Les laboratoires faisant partie du réseau « Réquasud » peuvent être contactés pour toute information complémentaire (annexe 3).

## les apports en macro- et oligo-éléments

### 3. Le soufre

32

Elément constitutif des protéines, le soufre (S) est essentiel pour les végétaux et les animaux. Pendant de nombreuses années, les apports en soufre, notamment via les retombées atmosphériques, ont suffi à compenser les exportations par les récoltes. Cependant, depuis quelques années, cette situation a fortement évolué suite aux efforts réalisés par les industries pour réduire les émissions de composés soufrés dans l'atmosphère. Depuis 1975, les retombées atmosphériques ont diminué de 75%. Aujourd'hui, elles ne suffisent plus à compenser les exportations des cultures. Une prairie avec 12 tonnes de MS/ha représente une exportation d'environ 25 kg de soufre par hectare et par an.

En Région wallonne, des déficiences en soufre ont été observées au sein des prairies conduites intensivement (Mathot *et al.*, 2005). Un tiers des fourrages produits sans fertilisation soufrée est carencé. Ils ne permettent pas d'assurer une nutrition optimale des vaches laitières qui requièrent une ration ayant une teneur de 0,2 % de soufre par kg de MS. Cette valeur est de 0,15 % pour un bovin viandeux. Quel que soit le type de bétail, la teneur en soufre ne devrait pas dépasser 0,35 à 0,4 % dans la ration complète. Pour les prairies, des teneurs inférieures à 0,2% par kg de MS et un rapport N/S du végétal supérieur à 14 sont considérées comme insuffisantes. Ces valeurs guides ne sont toutefois pas valables pour des prairies jeunes et riches en légumineuses.



*Ray-grass italien carencé en soufre (jaunâtre) devant des plantes croissant sur un sol bien pourvu.*

Les déficiences en soufre sont à craindre principalement en prairies de fauche gérées de façon intensive avec des apports élevés d'azote minéral, sur des sols légers et pauvres en matières organiques. On peut diagnostiquer une déficience en soufre, soit grâce à l'analyse du végétal (Mathot *et al.*, 2005), soit à l'aide d'essais agronomiques comparant des schémas de fertilisation avec ou sans soufre. En cas de déficience avérée, une application de l'ordre de 20 kg de S/ha.an, répartie sur les différentes coupes, est suffisante. Un apport d'engrais riches en soufre n'est toutefois pas à conseiller de manière systématique, car certains engrais de fond ou azotés en contiennent en quantité non négligeable. Un apport excessif est inutile et peut même s'avérer dangereux pour la santé du bétail. Pour connaître la teneur en soufre des engrais, il faut se renseigner auprès des fabricants. Les teneurs en soufre des fertilisants sont généralement exprimées en quantité de SO<sub>3</sub>. Le facteur de conversion de la teneur en SO<sub>3</sub> en S est de 1/2,5. Ainsi, une application de 50 kg de SO<sub>3</sub> par hectare et par an équivaut à un apport annuel de 20 kg de S/ha.an.

## les apports en macro- et oligo-éléments

### 4. Le sélénium

Le sélénium (Se) est un oligo-élément qui retient de plus en plus l'attention du monde agricole. En effet, il joue un rôle important dans différents processus biologiques chez les mammifères : les mécanismes antioxydants, l'immunité, la reproduction, le métabolisme thyroïdien, les mécanismes anticancéreux, ... Or les teneurs en sélénium des aliments produits à la ferme (herbes, céréales) sont relativement faibles et ne sont pas suffisantes pour couvrir les besoins des bovins, estimés entre 100 et 300 µg de sélénium par kg de MS. Des carences en sélénium sont donc fréquemment rencontrées

dans les troupeaux bovins ne recevant pas de supplémentation spécifique en sélénium. Le seuil plasmatique en dessous duquel l'animal peut être considéré comme carencé est de 70 µg de sélénium par litre de sang.

En Belgique, le sélénium présent dans les sols l'est sous une forme inutilisable par les plantes. La fertilisation avec des engrais enrichis en sélénium permet d'augmenter les teneurs de cet élément dans les herbes et les céréales (tableau 16), et ainsi de couvrir les besoins des animaux.

---

33



*La fertilisation avec des engrais enrichis en sélénium permet de couvrir les besoins des animaux.*

A raison de quelques grammes par ha, le sélénium minéral (sélénate) épandu va être absorbé par la plante et transformé en sélénium organique. Sous cette forme, il est moins toxique et mieux absorbé par le bétail que la forme minérale que l'on rencontre dans les compléments alimentaires. Présent dans le lait et la viande, il exerce un effet bénéfique sur la santé du consommateur.

Si des compléments minéraux ne sont pas apportés au bétail, il est recommandé d'utiliser un engrais enrichi en sélénium à chaque application d'azote sur les prairies afin de maintenir des teneurs correctes en permanence.

## les apports en macro- et oligo-éléments

**Tableau 16. Teneurs en sélénium dans l'herbe et l'ensilage en provenance de prairies sur lesquelles des apports d'engrais enrichis ou non en sélénium ont été effectués (Cabaraux *et al.*, 2006)**

Mode d'exploitation	Avec ou sans apport de sélénium	Teneur en sélénium (µg /kg de matière sèche)
Herbe pâturée	Sans sélénium	51
	3 g/ha de sélénium à chaque application d'azote	246 (4,8 x plus)
Ensilage d'herbe	Sans sélénium	53
	4 g/ha de sélénium au printemps puis 3 g/ha de sélénium après chaque coupe	191 (3,6 x plus)

34

### 5. Autres oligo-éléments

En général, les sols de prairies sont suffisamment riches en oligo-éléments pour satisfaire les besoins des plantes. Dans une faible proportion de cas, certaines carences, notamment en cuivre, ont été mises en évidence. Malgré des teneurs apparemment satisfaisantes des sols, les fourrages contiennent

souvent trop peu de cuivre (Cu), de zinc (Zn) et de manganèse (Mn) pour satisfaire les besoins des animaux (tableau 17). Une complémentation minérale dans la ration est dès lors recommandée pour ces éléments.

**Tableau 17 : Proportions de fourrages de la province de Luxembourg présentant une carence en cuivre, zinc ou manganèse (Vrancken *et al.*, 1992)**

	Carence en Cu	Carence en Zn	Carence en Mn
Foin	63 %	98 %	25 %
Ensilage	35 %	90 %	13 %

Les facteurs qui modifient la teneur en oligo-éléments du fourrage sont essentiellement :

- la quantité d'oligo-éléments présents dans le sol,
- leur bio-disponibilité suivant l'état du sol : pH, texture...,
- les amendements et les fumures,
- le mode de conduite de la prairie : fauche ou pâture, intensif ou extensif...,
- les espèces végétales et leur stade de récolte.

Ce dernier facteur est particulièrement important, les concentrations en Cu, Zn et Mn diminuant avec l'âge de la pousse. Le Cu et le Zn présents dans les plantes âgées sont également moins bien absorbés par les herbivores. Les légumineuses, elles, contiennent proportionnellement plus d'oligo-éléments que les graminées.

## Glossaire et abréviations

**C** : coefficient d'équivalence de l'azote des engrais de ferme.

**CUA** : coefficient d'utilisation apparent. Il représente le rapport de la différence entre l'azote exporté par une parcelle fertilisée et l'azote exporté par une parcelle non fertilisée, sur l'azote apporté par l'engrais minéral.

**iK** : indice de nutrition du potassium.

**iP** : indice de nutrition du phosphore.

**MO** : matière organique.

**MS** : matière sèche.

**N<sub>compl</sub>** : azote complémentaire à apporter par l'engrais minéral.

**N<sub>exp</sub>** : azote exporté par la production de la prairie. Cela exprime les besoins en azote en fonction du mode d'exploitation.

**N<sub>lég</sub>** : azote fourni par les légumineuses.

**N<sub>o</sub>** : azote fourni par la minéralisation de la matière organique du sol.

**N<sub>rest</sub>** : azote restitué par les déjections animales au pâturage.

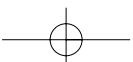
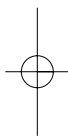
**PGDA** : « Programme de Gestion durable de l'azote ».

**UGB** : unité gros bétail servant à calculer les UGB/jour.ha. On considère :

- un bovin de plus de 2 ans = 1 UGB,

- un bovin de 6 mois à 2 ans = 0,6 UGB.

**UGB/ha.jour** : s'obtient en multipliant la charge en bétail journalière exprimée en UGB/ha par le nombre de jours de pâturage sur la parcelle.



## Références

J. F. CABARAUX, J. L. HORNICK, N. SCHOONHEERE, L. ISTASSE, I. DUFRASNE, « Effects of Selenium Enriched Fertilizers on Se Content in Feedstuffs and on the Selenium Status in a Beef Cattle Herd » *in* « Proceedings of the British Society of Animal Science », York, United Kingdom, (2006), p 49.

H. DE BLANDER, R. LAMBERT, A. PEETERS, « Prairies temporaires pour des systèmes agricoles durables adaptés aux fermes mixtes de la Moyenne Belgique », rapport d'activité intermédiaire, recherche subventionnée par la Direction générale de l'Agriculture (DGA) – Subvention RW-1013, UCL, Laboratoire d'Ecologie des Prairies, (2002), 27 p.

B. DEPRez, R. PARMENTIER, R. LAMBERT, A. PEETERS, « Prairies temporaires pour des systèmes agricoles durables adaptés aux fermes mixtes de la Moyenne Belgique », rapport final de la période 1998-2004, recherche subventionnée par la DGA – Subvention RW-1013, UCL, Laboratoire d'Ecologie des Prairies, (2005) 133p.

R. LAMBERT, « Influence du climat et de la disponibilité en azote sur la croissance printanière du ray-grass anglais », thèse de doctorat en Sciences agronomiques et Ingénierie biologique – UCL, (2000), 83p.

P. LIMBOURG, « Phytotechnie de la prairie permanente répondant aux nouvelles exigences écologiques et économiques », rapport final, DGA, (2001), 85p.

P. LUXEN, B. GODDEN, P. LIMBOURG, O. MISERQUE, « Le compostage des fumiers, une technique de valorisation des matières organiques en agriculture. Réédition 2006 », « Les Livrets de l'Agriculture », DGA, Namur, 2006

M. MATHOT, R. LAMBERT, B. TOUSSAINT, A. PEETERS, « Influence de la fumure soufrée sur la qualité et le rendement des herbages », rapport final, recherche subventionnée par la DGA – Subvention RW-1014, UCL, Laboratoire d'Ecologie des prairies, (2005), 48p.

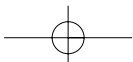
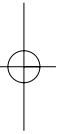
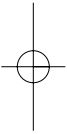
Nitrawal, « L'analyse des engrais de ferme, comment faire un bon échantillon ? », (2007), 6p.

J. SALETTE, L. HUCHE, « Diagnostic de l'état de nutrition minérale d'une prairie par analyse de végétal : principes, mise en œuvre, exemples », *in* « Fourrages » n° 125, (1991), pp 3-18.

B. TOUSSAINT, « Une fumure équilibrée en prairie de fauche », *in* « Agricontact » n° 230, (1991) p 5.

B. TOUSSAINT, J. LAMBERT, « Contribution à l'étude d'une stratégie de la fertilisation azotée en prairie temporaire », *in* « Revue de l'agriculture » n°1, vol. 37,( janvier-février 1984), pp 29-41.

F. VRANCKEN, J. LAMBERT, B. TOUSSAINT, « Disponibilité des éléments traces dans les sols et liaisons carencielles avec les milieux végétaux et animaux », communication Centre de Michamps, (1992), 20 p.





# Annexes

## Annexe 1. L'échantillonnage des engrais de ferme

La prise d'un échantillon pour estimer la valeur fertilisante d'un engrais de ferme doit s'effectuer peu de temps avant son application car la composition évolue au cours du temps. L'échantillonnage correct nécessite des précautions particulières et doit être réalisé dans la plupart des situations par du personnel qualifié (Fiche « Nitrawal » : « L'analyse des engrais de ferme, comment faire un bon échantillon ? », 2007).

Pour les produits liquides, il peut s'effectuer soit en fin de stockage, soit à l'occasion d'un transport ou encore lors de l'épandage. L'échantillon final sera constitué de 2 à 3 litres (5 litres si le lisier est très dilué). Il est recueilli dans un récipient en verre ou en plastique propre qui ferme hermétiquement, résiste à la pression et est pourvu d'une ouverture large.

### Méthodes d'échantillonnage des engrais de ferme liquides

<p><b>Echantillonnage dans la citerne de stockage</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mélanger énergiquement le lisier de manière à mettre tous les sédiments en suspension ;</li> <li>• prélever l'échantillon avec une sonde à lisier sur toute la hauteur de la citerne; cette sonde peut être composée d'un tuyau de pvc de diamètre constant; il suffira de fermer la partie supérieure avec un bouchon une fois la sonde dans la citerne et d'obstruer le fond du tuyau avec par exemple une balle de tennis reliée à un fil solide passant par le tube ;</li> <li>• vider le contenu dans un seau.</li> </ul>
<p><b>Echantillonnage lors de la vidange ou de l'épandage</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser un échantillon composite de la citerne en prélevant soit dans le tonneau, soit lors de l'épandage (dans des bacs) au premier, deuxième et troisième tiers de vidange de la fosse ;</li> <li>• mélanger les différents prélèvements dans un seau.</li> </ul>

## annexes

L'échantillonnage des engrais de ferme solides peut être réalisé dans le tas, lors de l'épandage ou dans le bâtiment s'il s'agit d'une litière accumulée.

### Méthodes d'échantillonnage des engrais de ferme solides

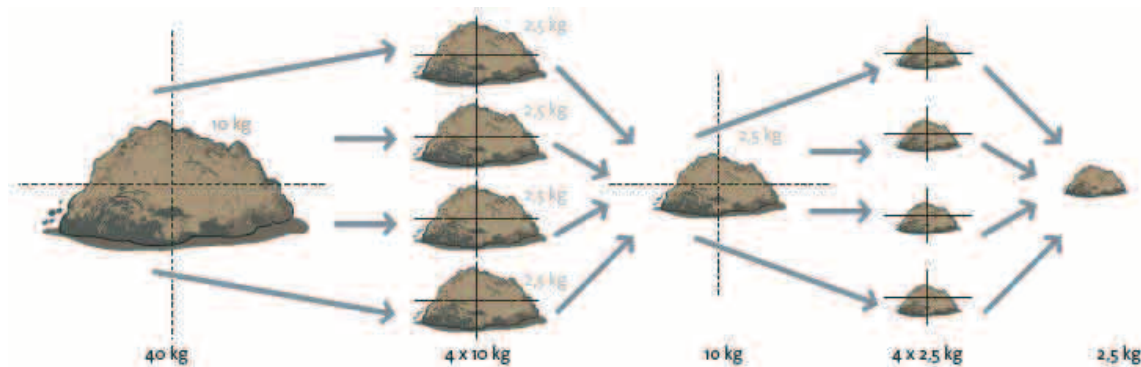
40

<p><b>Echantillonnage dans le tas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélever à l'aide d'une sonde ou à la fourche ;</li> <li>• prélever sur toute la hauteur du tas (sonde) ou ouvrir le tas et prélever à 5 hauteurs différentes (fourche) ;</li> <li>• répéter l'opération au minimum à 3 endroits différents dans le tas ;</li> <li>• bien mélanger les prélèvements.</li> </ul>
<p><b>Echantillonnage dans le bâtiment</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prélever de manière représentative (environ 20 prélèvements) en couvrant toutes les zones de la litière ;</li> <li>• prélever sur toute la hauteur de la litière ;</li> <li>• homogénéiser.</li> </ul>
<p><b>Echantillonnage lors de l'épandage</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposer des bacs d'environ 50 cm x 50 cm sur le sol en veillant à les répartir sur toute la largeur d'épandage ;</li> <li>• rassembler et homogénéiser.</li> </ul>

Pour constituer un échantillon d'engrais de ferme solide, il est nécessaire de réduire les volumes ainsi prélevés. D'une quantité de matière pouvant atteindre 20 à 50 kg, il faut isoler un échantillon élémentaire de 1 à 2 kg pour le laboratoire.

Cet échantillon élémentaire est obtenu par une succession de divisions suivies d'un mélange des fractions obtenues dont on ne conserve, à chaque fois, qu'une partie.

## Schéma de constitution d'un échantillon de fumier pour analyse



Immédiatement après son prélèvement, l'échantillon doit être conservé au frais pour ralentir les modifications liées à l'activité biologique. En été, il convient de le transporter dans une boîte réfrigérée. Aussi rapidement que possible, l'échantillon est placé au frigo à 4°C ou est congelé.

Pour s'assurer de la représentativité d'un échantillon, il convient d'analyser trois ou quatre échantillons et de comparer les résultats. Si on échantillonne lors de l'épandage en plaçant des bacs de surface connue, on peut également déterminer la quantité épandue et en contrôler la répartition.

## Annexe 2. Adresses des organismes partenaires du centre pilote « Fourrages Mieux » pouvant assurer un encadrement avec le logiciel « Fertiwal »

### CRA-W

Département Production végétale/  
Agra-Ost/ULB  
Bernard GODDEN  
4, rue du Bordia  
5030 Gembloux  
T. : 081/62.50.07

### Fourrages Mieux asbl

Centre pilote pour le secteur des fourrages en  
Région wallonne  
David KNODEN et Sébastien CREMER  
1, rue du Carmel  
6900 Marloie  
T. : 0473/53.64.95

### Agra-Ost

Pierre LUXEN  
38, Klosterstrasse  
4780 Saint-Vith  
T. : 080/22.78.96

## annexes

### **Annexe 3. Adresses des laboratoires du réseau « Réquasud » pouvant réaliser des analyses de fourrages en lien avec la méthode des indices de nutrition**

42

#### **Asbl Carah**

Laboratoires du CARAH (laboratoire de Biotechnologie et de Biologie appliquée, laboratoire de Pédologie et de Fertilisation, laboratoire de Chimie, laboratoire de Bactériologie)  
11, rue Paul Pastur  
7800 Ath  
T. : 068/26.46.50  
F. : 068/26.46.79

#### **Centre de Michamps**

1, rue Horritine  
6600 Michamps (Bastogne)  
T. : 061/21.08.24  
F. : 061/21.08.40

#### **Asbl OPA-Qualité**

Laboratoires de l'Office agricole de la Province de Namur  
Château Saint Quentin  
5590 Ciney  
T. : 083/23.16.30  
F. : 083/21.81.18

#### **Asbl Brabant Wallon Agro-Qualité**

Centre provincial de l'Agriculture et de la Ruralité  
17, rue Saint Nicolas  
1310 La Hulpe,  
T. : 02/656.09.70  
F. : 02/652.03.06

#### **Asbl Agri-Qualité**

Laboratoire du Comité de la Qualité du lait  
35, chemin Saint-Landry, bte 2  
7060 Soignies  
T. : 067/33.32.68  
F. : 067/33.47.56

#### **Asbl Céréales Plus**

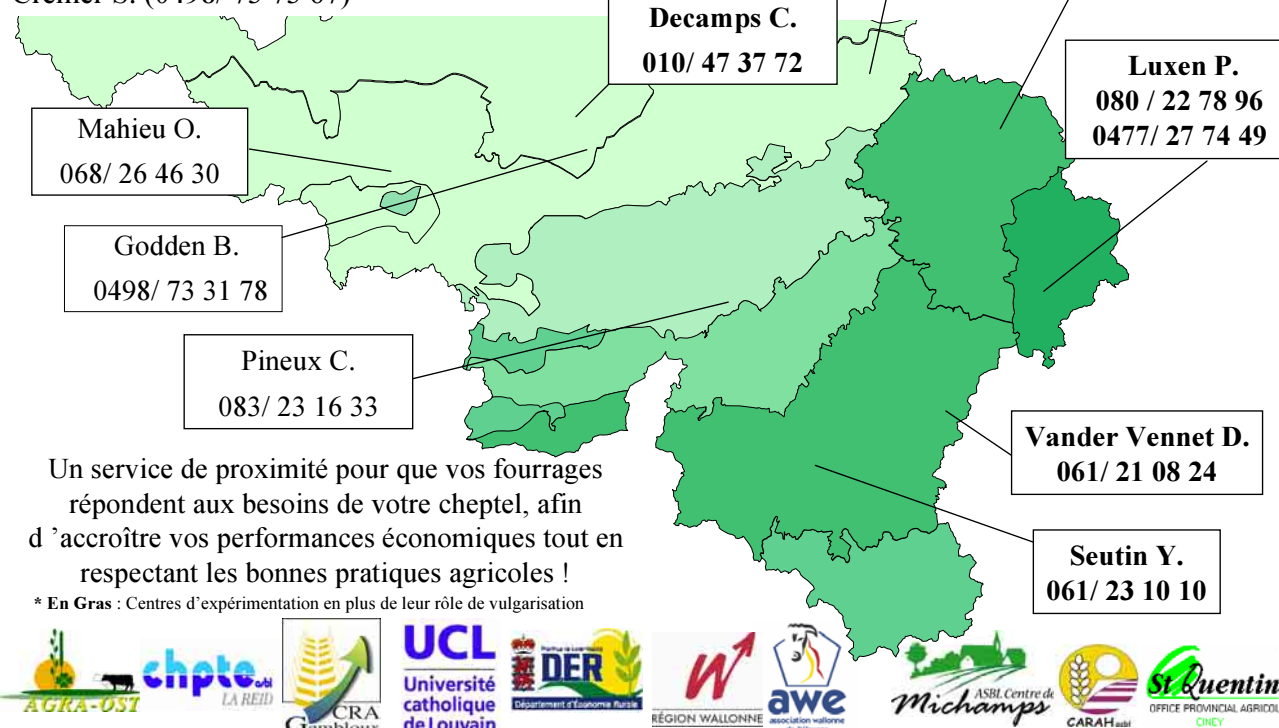
Laboratoires de la Province de Liège  
Station provinciale d'Analyses agricoles  
110, rue de Dinant  
4557 Tinlot-Scry  
T. : 085/27 86 10  
F. : 085/51.26.66

## Annexe 4. Adresses des organismes de conseil et d'encadrement en matière de fertilisation des prairies

### a. Fourrages Mieux

#### Fourrages Mieux<sup>ASBL</sup>

1, Rue du carmel 6900 Marloie  
 Coordination: Luxen P. (080/ 22 78 96)  
 Knoden D. (0473/ 53 64 95)  
 Crémer S. (0498/ 73 73 67)



## annexes

### **b. Nitrawal**

**Centre d'action Nord** (province du Brabant wallon, nord de la province de Namur et est du Hainaut) à Gembloux

T. : 081/62.73.13

Gsm : 0498/91.25.01

**Centre d'action Sud** (province de Luxembourg, Province de Namur au sud du sillon Sambre-et-Meuse, botte du Hainaut) à Philippeville

T. : 071/68.55.53

Gsm : 0498/91.25.03

**Centre d'action Est** (province de Liège) à Huy

T. : 085/84.58.57

Gsm : 0498/91.25.02

**Centre d'action Ouest** (Hainaut occidental) à Tournai

T. : 069/67.15.51

Gsm : 0498/91.25.04

## Ont participé à l'élaboration de cette brochure

**MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE. DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE.  
DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA VULGARISATION**

Pascal Pochet et Emmanuel Winance : Service extérieur de Libramont, T. : 061 / 22.10.59 – 60

Benoît Georges : Service extérieur de Malmédy, T. : 080/44.06.28

Philippe Nihoul : Service extérieur de Wavre, T. : 010/23.37.63

Martine Leroux : Services centraux, Namur, T. : 081/64.96.25

**FOURRAGES MIEUX ASBL.**

**CENTRE PILOTE POUR LE SECTEUR DES FOURRAGES EN RÉGION WALLONNE**

David Knoden et Sébastien Crémer

1, rue du Carmel

6900 Marloie

T. : 0473/53.64.95

**AGRA-OST**

Pierre Luxen

38, Klosterstrasse

4780 Saint-Vith

T. : 080/22.78.96

**CRA-W. SECTION SYSTÈMES AGRICOLES**

Didier Stilmant

100, Rue du Serpont

6800 Libramont

T. : 061/23.10.10

**UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN.**

**FACULTÉ D'INGÉNIERIE BIOLOGIQUE, AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE.**

**CENTRE DE MICHAMPS. DÉPARTEMENT BAPA**

Richard Lambert, Bernard Toussaint et Michaël Mathot

1, rue Horritine

6600 Michamps (Bastogne)

T. : 061/21.08.20

**UNIVERSITÉ DE LIÈGE. FACULTÉ DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE**

**SERVICE DE NUTRITION DES ANIMAUX DOMESTIQUES**

Jean-François Cabaraux

B43, Sart-Tilman

4000 Liège

T. : 04/366.41.30



Editeur responsable : Victor Thomas

Direction générale de l'Agriculture  
Chaussée de Louvain 14  
5000 Namur

Dépôt légal D/2007/5322/58



Publication gratuite