



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

L'AUTONOMIE FOURRAGÈRE EN CENTRE ARDENNE

Communes de Libin,
Libramont-Chevigny,
Saint-Hubert et Tellin.

Guide pratique





NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

L'AUTONOMIE FOURRAGÈRE EN CENTRE ARDENNE

REMERCIEMENTS

Le GAL Nov'Ardenne tenait à adresser ses remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette brochure.

*Tout d'abord, un grand merci à l'asbl Centre de Michamps et tout particulièrement à Louise Sevrin, Sébastien Crémer, Aude Bernes, Aurélie Dechef et le directeur Richard Lambert.
Ils n'ont pas ménagé leurs efforts pour mener le projet à bien.*

Nos remerciements s'adressent également à Virginie Decruyenaere et Didier Stilmant, inspecteur général scientifique du Centre wallon de Recherches agronomiques.

Un grand merci à Guillaume Meniger et David Knoden, coordinateur de Fourrages Mieux, à Pascal Pochet du SPW-ARNE et enfin à Elise Stassin, Thomas Claessens, Rossana Bacchetta, Axelle Bonbled, Florence Béra, Stéphanie Fourez et Aurèle Benoit (coordinatrices) du GAL Nov'Ardenne.

**Le projet n'aurait pas pu voir le jour sans les agriculteurs qui ont participé au projet.
MERCİ POUR LEUR ACCUEİL !**

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3	5.6 Le potassium	52
1.1 Le GAL Nov'Ardenne	5	5.7 Le soufre	53
1.2 Le contexte agricole du GAL Nov'Ardenne	5	5.8 Calcium et magnésium	54
1.3 Les exploitations suivies	7	5.9 Les autres oligoéléments	54
1.4 Pourquoi cette brochure ?	7	FICHES PRATIQUES	55
1.5 Bien utiliser cette brochure	8	6.1 Conseils pour la gestion des prairies	57
LES FOURRAGES	9	L'implantation des prairies	57
2.1 Quelques généralités sur les analyses de fourrages	11	A quoi faut-il être attentif à l'achat d'un mélange prairial ?	57
L'échantillonnage de fourrages	11	Composer son propre mélange prairial	57
Interpréter son bulletin d'analyse	11	De la culture pure aux mélanges complexes	60
Protéines : de quoi parle-t-on réellement ?	12	Densité optimale de semis	60
La BACA (Balance Alimentaire Cations Anions)	13	Exemples pratiques	61
2.2 Résultats des analyses de fourrages	14	Quelles sont les conséquences liées à un semis trop dense ?	62
Les ensilages d'herbe	14	Récolter des fourrages de qualité	62
Conservation des ensilages d'herbe	15	Les grandes règles de l'entretien des prairies	64
Principes de l'ensilage	16	Des fourrages plus résilients face aux aléats climatiques	64
Les ensilages de maïs	18	6.2 Conseils pour cultiver de la luzerne	65
Les foins	19	Caractéristiques botaniques	65
Pour améliorer la qualité des foins	20	Stades repères	65
Les mélanges de céréales et/ou protéagineux immatures	20	Ecologie	66
6.1 Conseils pour la culture de luzerne	66	Conditions pour la culture de luzerne	66
Date de semis	66	Dose de semis	66
Luzerne et inoculum	66	Itinéraire cultural	66
Rotation	66	Semis	66
Conduite de la culture	67	Fertilisation	67
Lutte contre les adventices	67	Conservation	68
Valeur alimentaire	68	Variétés recommandées	68
6.3 Conseils pour cultiver des mélanges céréales-protéagineux récoltés en immaturation	69	Le semis de prairie au printemps sous couvert d'une plante abri	69
Semis sous couvert de céréales	70	Semis sous couvert de pois protéagineux	70
Semis sous couvert de méteil avec pois fourrager	70	6.4 Lutte contre les adventices dans les associations avec légumineuses	71
Luttes agronomiques contre les adventices	71	La lutte mécanique	71
Les cas particuliers des jeunes semis	72	La lutte biologique	72
Les luttes allélopathiques, homéopathiques et biodynamiques	72	Les luttes allélopathiques, homéopathiques et biodynamiques	72
Lutte chimique	72	Lutte chimique	72
Le désherbage chimique des légumineuses prairiales en pratique	73	Le désherbage chimique des légumineuses prairiales en pratique	73
Le désherbage des graminées	73	Le désherbage des dicotylées	73
Jeunes semis avec légumineuses	73	6.5 Quelques tableaux de référence	74
Exemples de mélanges pour semis	74	Valeurs alimentaires	75
6.5 Quelques tableaux de référence	74	INFOS UTILES	77
Exemples de mélanges pour semis	74	7.1 Liste des abréviations	79
Valeurs alimentaires	75	7.2 Liste des tableaux	80
7.1 Liste des abréviations	79	7.3. Liste des figures	81
7.2 Liste des tableaux	80	7.4. Bibliographie	82
7.3. Liste des figures	81		
7.4. Bibliographie	82		
3.1 Généralités sur les analyses de sol	25		
Les échantillonnages de sols en pratique	25		
Pourquoi faire une analyse de sol ?	25		
Quand et où prélever ?	25		
Quelques étapes pour un bon échantillonnage	25		
Comprendre son bulletin d'analyse et interpréter les résultats	26		
3.2 Caractéristiques des sols analysés	28		
3.3 Résultats des analyses de sols du GAL	29		
Les pH	29		
Teneur en carbone oxydable et teneur en humus	30		
Les éléments minéraux	30		
L'extraction des éléments minéraux au laboratoire	31		
Le phosphore	31		
Le potassium	32		
Le magnésium	33		
Le rapport potassium - magnésium [K/Mg]	34		
Le calcium	35		
3.4 Que peut-on conclure de ces résultats ?	37		
LES INDICES DE NUTRITION	39		
4.1 Généralités sur les indices de nutrition	41		
Calcul et interprétation des indices de nutrition	41		
4.2 Les tendances	42		
Le phosphore	42		
Le potassium	42		
Le soufre	42		
Relation entre analyses de sols et indices	42		
Résultats obtenus dans les suivis	43		
FERTILISATION	45		
5.1 Principes de fertilisation	47		
5.2 Quelques rappels	47		
5.3 Les apports d'azote à la sortie d'hiver	48		
En prairie	48		
En cultures	50		
5.4 La fertilisation organique de l'épeautre en région froide	51		
5.5 Le phosphore	52		

01

INTRODUCTION

- 1.1 Le GAL Nov'Ardenne5
- 1.2 Le contexte agricole
du GAL Nov'Ardenne5
- 1.3 Les exploitations suivies 7
- 1.4 Pourquoi cette brochure ?.....7
- 1.5 Bien utiliser cette brochure 8

Introduction



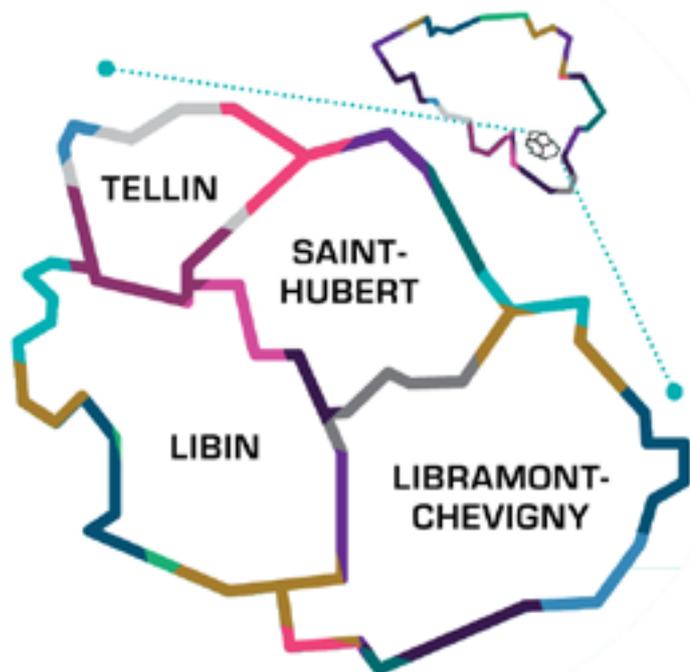
Introduction



1.1 LE GAL NOV'ARDENNE

Dans le cadre du programme européen LEADER, le Groupe d'Action Local (GAL) Nov'Ardenne mène différentes actions dans le secteur agricole au sein de son territoire qui s'étend sur les communes de Libramont-Chevigny, Libin, Saint-Hubert et Tellin.

FIGURE 1 . Communes du GAL Nov'Ardenne



L'augmentation du prix de l'énergie et des aliments pour bétails, la diminution des rendements liée aux précipitations irrégulières etc. entraînent une diminution de la rentabilité des exploitations agricoles. Une des solutions pour palier à ces difficultés est de favoriser l'autonomie fourragère raisonnée afin de fournir un volume et une qualité de fourrage suffisants au bétail tout en réduisant les coûts de production. La valeur nutritive des fourrages va en effet être influencée par toute une série de paramètres : les espèces végétales cultivées, le climat, le type de sol, le stade de récolte, le type de conservation etc.

Les analyses vont ainsi permettre non seulement d'informer les agriculteurs sur la qualité nutritive de leur fourrage qui pourront alors adapter la ration, mais aussi de modifier la conduite de la culture si nécessaire. La culture de fourrage, gérée de manière durable par l'utilisation de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, contribue à la préservation des ressources naturelles tels que le sol et l'eau.

Dans ce cadre, le GAL a réalisé cette brochure qui est un compte rendu de trois années de suivi (2018-2020) effectué dans 13 exploitations agricoles du territoire. Elles ont été suivies chaque année pour la réalisation d'analyses de sols, de fourrages et d'engrais de ferme, ainsi que pour bénéficier de conseils personnalisés en phytotechnie et en zootechnie adaptés à chaque exploitation. Ces différentes analyses ont permis aux agriculteurs d'avoir une idée de la qualité de leurs productions et de leurs sols. Ce travail a été mené en collaboration avec l'asbl Centre de Michamps, l'asbl Fourrages Mieux, le Centre wallon de recherche agronomiques (CRA-W) ainsi que le SPW Wallonie Agriculture. Les résultats et conclusions sont traités dans cet ouvrage.

Cette brochure comprend différents thèmes ou sujets abordés lors des suivis en ferme ainsi que des conseils, normes de références, témoignages et partages d'expériences. Tout au long des différents points abordés, les résultats des fourrages et sols analysés durant le projet seront présentés afin de rendre compte de la situation sur le territoire du GAL.

Ce document est destiné à servir de guide pratique, pouvant être à portée de main des agriculteurs du GAL Nov'Ardenne, mais aussi des agriculteurs des régions avoisinantes et/ou ayant des conditions pédoclimatiques semblables. Ils pourront y retrouver des conseils, des tableaux de référence ainsi que des aides à la compréhension de bulletin d'analyses.

1.2 LE CONTEXTE AGRICOLE DU GAL NOV'ARDENNE

Le territoire du GAL Nov'Ardenne (communes de Libin, Tellin, Saint-Hubert et Libramont) comptait 246 exploitations agricoles en 2018 alors que l'on pouvait encore en dénombrer 415 sur ce même territoire en 2000. Cela représente une diminution d'un peu plus de 40% en 20 ans, comme le montre le tableau 1 ci-dessous.

Que ça soit à l'échelle communale, de la province, de la région Wallonne ou même de notre pays, le constat est

le même : les exploitations agricoles sont de moins en moins nombreuses. Par contre, la SAU par exploitation a pratiquement doublée sur cette même période : elle est passée de 34,4 à 59,5 ha sur le territoire du GAL. On observe donc une diminution du nombre d'exploitations et une augmentation de la SAU par exploitation au cours de ces 20 dernières années. C'est un constat qui est fait depuis plusieurs années à l'échelle Wallonne et le territoire du GAL Nov'Ardenne n'y échappe pas non plus.

TABLEAU 1 . Evolution du nombre d'exploitations agricoles entre 2000 et 2020

LIEU	2000	2005	2010	2015	2018	2020	EVOLUTION 2000 - 2020
GAL NOV'ARDENNE	415	357	293	242	246	244	- 41,2 %
SAINT-HUBERT	62	49	42	32	33	31	- 50 %
TELLIN	30	24	21	19	20	20	- 33,34 %
LIBRAMONT	230	209	168	137	136	137	- 40,44 %
LIBIN	93	75	62	54	57	56	- 39,79 %
PROVINCE DU LUXEMBOURG	3 981	3 175	2 672	2 352	2 327	2 341	- 41,20 %
RÉGION WALLONNE	20 843	17 109	14 502	12 872	12 739	12 710	- 39,03 %
BELGIQUE	61 705	51 740	42 854	36 921	36 158	35 996	- 41,67 %

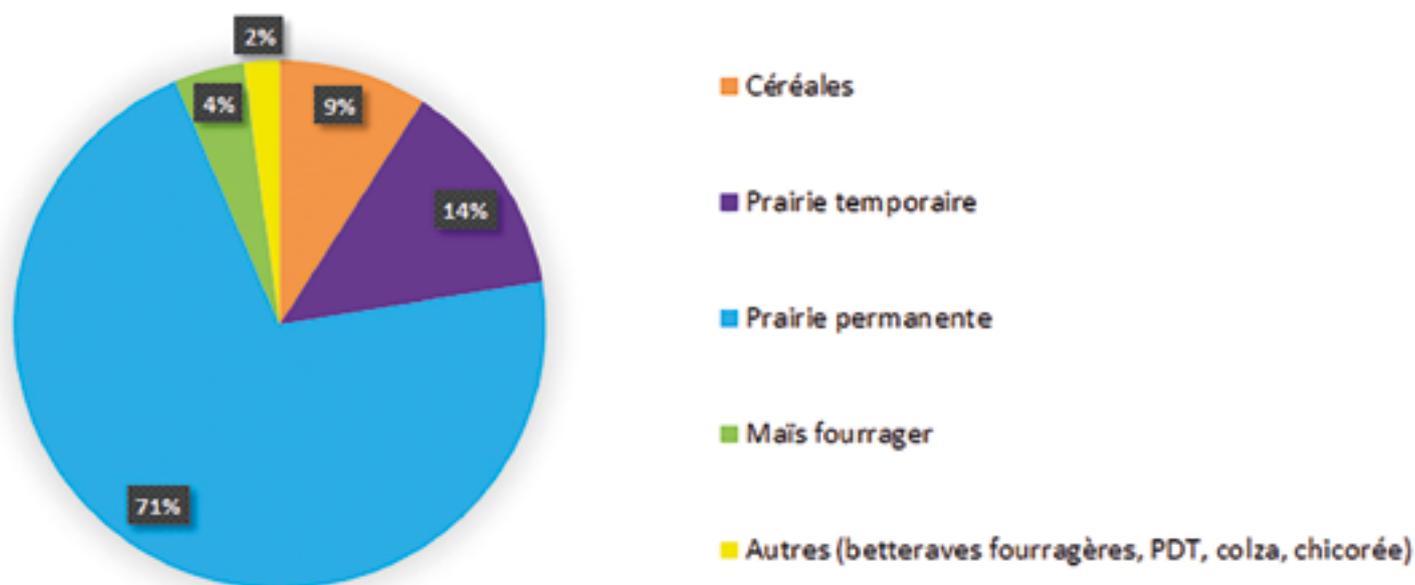
SOURCE : Service Public Fédéral Belge, 2017. Chiffres des exploitations agricoles et horticoles.

En ligne sur <https://statbel.fgov.be/fr/themes/agriculture-peche/exploitations-agricoles-et-horticoles#figures>. Consulté le 03/10/23.

En 2018, le territoire du GAL était de 14643 ha de SAU, principalement occupée par des prairies permanentes comme le montre la figure 2. Les prairies temporaires représentent 1926 ha soit 14 % de la SAU. En ce qui concerne les cultures, les terres arables sont occu-

pées en majorité par des céréales ou du maïs fourrager. D'autres cultures telles que la betterave fourragère, le colza, la pomme de terre ou encore la chicorée sont présentes sur le territoire, même si celles-ci ne représentent que 2 % de la SAU.

FIGURE 2 . Répartition de la SAU sur le territoire du GAL Nov'Ardenne en 2018



SOURCE : Service Public Fédéral Belge, 2017. Chiffres des exploitations agricoles et horticoles.

En ligne sur <https://statbel.fgov.be/fr/themes/agriculture-peche/exploitations-agricoles-et-horticoles#figures>. Consulté le 03/10/23.

Côté cheptel, le territoire du GAL voit son nombre de bovins diminuer d'environ 20 % sur la période 2000-2018. Cette diminution s'est fait ressentir dans toute la Wallonie ces 20 dernières années et s'explique notamment par plusieurs crises sanitaires survenues vers la fin des années 90 (crise de la vache folle, crise de la dioxine) mais également un changement dans les habitudes alimentaires des consommateurs, la fin des quotas

laitiers ou encore les différents accords commerciaux internationaux (CETA, Mercosur...) (Etat de l'Agriculture Wallonne, 2022). Le nombre de bêtes par exploitation a par contre augmenté et est passé de 126 à 199 bovins entre 2000 et 2018.

Malgré cette diminution globale du cheptel bovin, le territoire du GAL Nov'Ardenne reste une zone d'élevage avec

76 % d'exploitations bovines. La répartition de la SAU montre que ces élevages sont liés à l'herbe et la majorité des cultures sont destinées à l'alimentation du bétail.

Au sein du territoire du GAL Nov'Ardenne, la production viandeuse est dominante avec 84 % du cheptel bovin constitué de vaches allaitantes.

En résumé, l'évolution des chiffres agricoles à l'échelle du GAL Nov'Ardenne est semblable aux bilans wallons : nous avons moins d'exploitations sur notre territoire mais celles-ci sont plus importantes en termes de SAU et de nombre de bêtes. Nos élevages restent cependant fortement liés aux prairies et destinés majoritairement à la production de viande.

1.3 LES EXPLOITATIONS SUIVIES

Sur toute la durée du projet, 13 fermes ont été suivies. Différents types d'exploitations composaient ce groupe dont des exploitations en agriculture conventionnelle, biologique et en cours de transition. Les différents chep-

tels étaient composés de vaches laitières (Holsteins, BBB mixtes, Pies rouges de l'est, Jerseys) et/ou allaitantes (Limousines, BBB, Charolaises), mais aussi dans certains cas de chevaux ou de moutons.

SAU	< 50 HA	> 50 HA ET < 100 HA	> 100 HA
NOMBRE D'EXPLOITATION	1	8	4

TYPE DE PRODUCTION	CONVENTIONNELLE	BIOLOGIQUE	EN TRANSITION
NOMBRE D'EXPLOITATION	6	5	2

TYPE DE SPÉCULATION	ALLAITANTE	ALLAITANTE + ENGRAISSEMENT	LAITIÈRE	LAITIÈRE + ALLAITANTE
NOMBRE D'EXPLOITATION	3	4	2	4

1.4 POURQUOI CETTE BROCHURE ?

Cette brochure résume et clôture ces 3 années de suivi dans les différentes exploitations du GAL Nov'Ardenne. Deux parties principales composent ce document : les fourrages et les sols. Dans chacune de ces deux parties seront repris différents thèmes ou sujets abordés lors des suivis en ferme ainsi que des conseils, normes de références, témoignages et partages d'expériences. Tout au long des différents points abordés, les résultats des fourrages et sols analysés durant le projet seront présentés, afin de rendre compte de la situation sur le territoire du GAL.

Ce document est destiné à servir de guide pratique, pouvant être à portée de main des agriculteurs du GAL Nov'Ardenne, mais aussi des agriculteurs des régions avoisinantes et/ou ayant des conditions pédoclimatiques semblables. Ils pourront y retrouver des conseils, des tableaux de référence ainsi que des aides à la compréhension de bulletin d'analyses.



1.5 BIEN UTILISER CETTE BROCHURE

Ce document mêle à la fois des résultats issus du projet dans les 13 exploitations suivies, de la théorie, parfois approfondie et des conseils pratico-pratiques.

Un premier volet est consacré aux fourrages, un deuxième aux sols et un troisième à la fertilisation. Le quatrième reprend une série de fiches techniques pratiques.

DES LOGOS INDIQUERONT ÇÀ ET LÀ SI LE CONTENU EST :



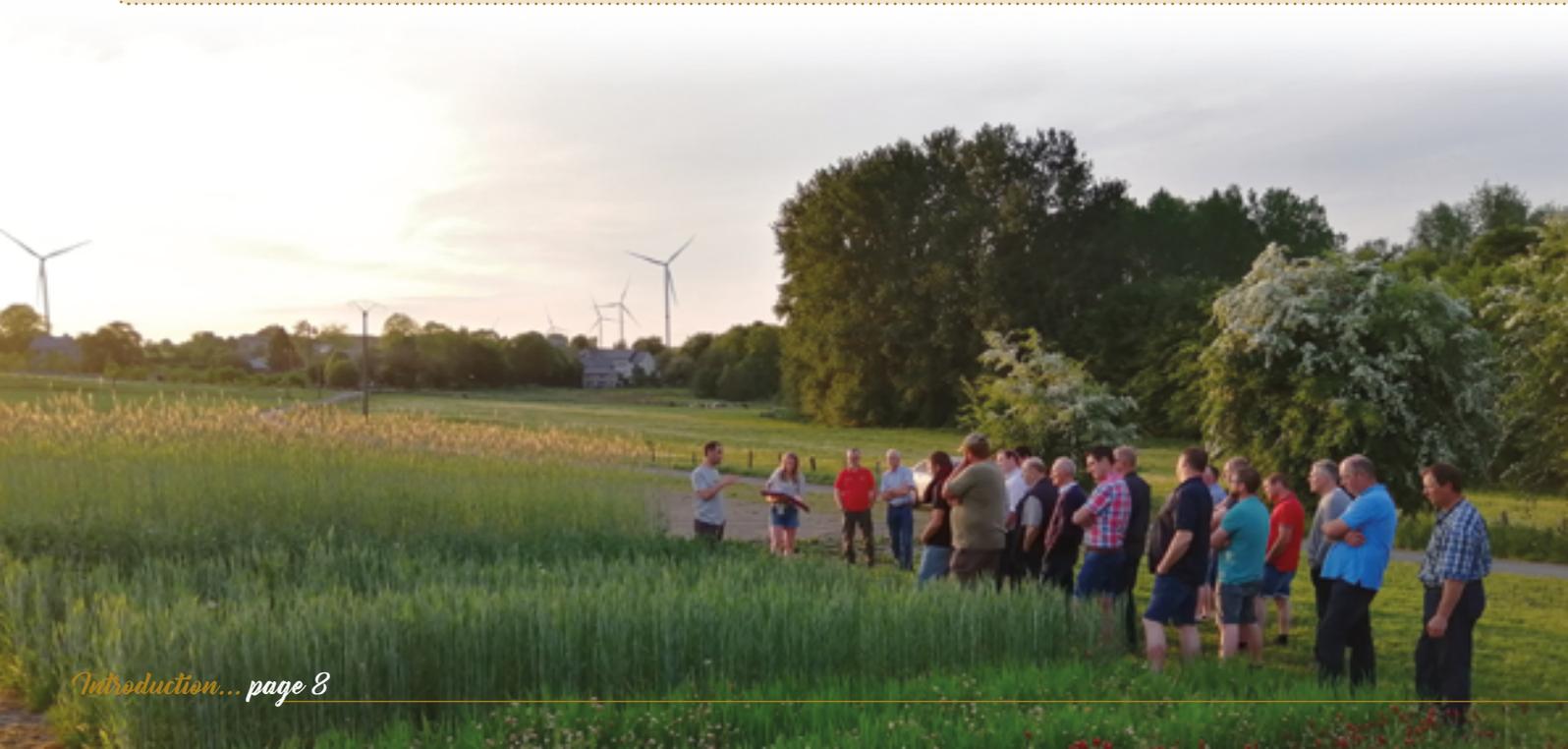
une présentation de résultats
ou de données récoltées sur le terrain



de la théorie
ou des normes générales à retenir



de la théorie plus approfondie
pour aller plus loin



02

LES FOURRAGES

2.1 Quelques généralités sur
les analyses de fourrages.....11

2.2 Résultats des analyses
de fourrages 14

Les fourrages



Les fourrages



2.1 QUELQUES GÉNÉRALITÉS SUR LES ANALYSES DE FOURRAGES

RETROUVEZ PLUS D'INFORMATIONS À CE SUJET DANS LA NOUVELLE BROCHURE DE REQUASUD SUR LA QUALITÉ DES FOURRAGES EN RÉGION WALLONNE¹

L'ÉCHANTILLONNAGE DE FOURRAGES

Avant l'échantillonnage, il conviendra de réunir toutes les informations sur les fourrages (date de coupe, type de conservation, données météo). Il faut identifier des lots de fourrages ayant des caractéristiques identiques (même flore, même itinéraire phytotechnique...), produits et/ou conditionnés dans des circonstances identiques. L'échantillonnage en lui-même peut être effectué au moment de la mise en silo, pendant la conservation ou lors du désilage.

On conseille généralement de prendre l'échantillon une fois que le fourrage a fermenté (min. 4 semaines), de façon à ce qu'il soit stabilisé. De cette façon, les résultats tiennent compte des pertes lors de la fermentation. Pour obtenir un échantillon représentatif, du fourrage sera tiré d'au moins 2 ballots pour les foin et fourrages



conservés en balles, ou à 1 voire 2 places dans un silo couloir, taupinière ou boudin.

INTERPRÉTER SON BULLETIN D'ANALYSE

Les bulletins d'analyse ne sont pas toujours facilement interprétés par bon nombre d'agriculteurs. Pour pouvoir exploiter au mieux les données fournies par le bulletin, il est important de bien les comprendre. Les teneurs idéales pour chaque paramètre sont différentes selon le type d'aliment analysé. Voici les principaux paramètres analysés à maîtriser :

Matière sèche (%) : c'est le pourcentage de matière sèche (MS) de l'aliment. Elle permet de comparer différents aliments entre eux et d'établir des rations pour les bovins.

pH à l'eau distillée : c'est un indicateur de qualité de conservation des ensilages. Il est lié au taux de matière sèche et devra être d'autant plus bas que le taux de MS est faible.

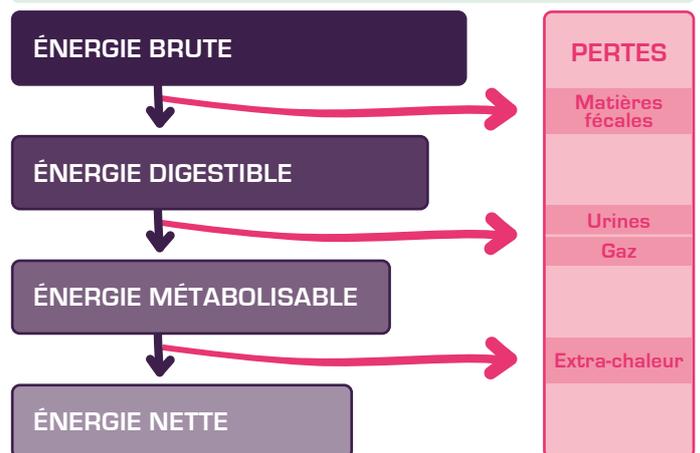
Rapport NH₃/N : c'est un indice de conservation des protéines, il sera idéalement en dessous de 10. Au-dessus de 15, le fourrage est considéré comme mal conservé.

L'énergie : pour les ruminants, l'énergie est exprimée en unités fourragères.

On parlera de VEM et VEVI/Kg de MS (selon le système belgo-hollandais) ou de UFL et UFV (selon le système français). La teneur en énergie ainsi exprimée représente l'énergie nette rapportée à 1 kg d'orge de référence, c'est-à-dire l'énergie qui sera réellement utilisée

par l'animal. En effet, une partie de l'énergie brute contenue dans la ration est perdue dans les fèces, les urines, les gaz et la chaleur. L'énergie nette restante sera destinée à couvrir différents besoins comme l'entretien, la croissance, la production et lait/viande et la gestation.

FIGURE 3 . Types d'énergies utilisées dans les valeurs alimentaires des fourrages



¹ Cugnon et al., 2023

Les protéines :

- **DVE (g/kg de MS)** : ce sont les protéines digestibles dans l'intestin, issues de protéines alimentaires, qui n'ont pas été dégradées dans le rumen ainsi que des protéines microbiennes. Ces deux sources de protéines seront digérées dans l'intestin pour couvrir les besoins protéiques des animaux (système belgo-hollandais).
- **OEB (g/kg de MS)** : c'est le bilan des protéines dégradables ou la balance azotée du rumen. Un OEB proche de zéro qualifie un aliment qui possède une balance entre protéines et énergie équilibrée. Plus l'OEB est négatif, plus l'aliment est riche en énergie (déséquilibre protéique, comme en maïs). Plus l'OEB est élevé, plus l'aliment est riche en protéines (déséquilibre énergétique, comme en luzerne).
- **MAT (g/kg de MS)** : détermine la teneur totale en matières azotées du fourrage (voir l'encadré sur les protéines).
- **PBD (g/kg MS)** : protéines brutes digestibles (PBD) (g/kg de MS) : part des protéines brutes digérées par l'animal en vigueur avant l'instauration du système DVE.
- **PDIE et PDIN (g/kg de MS)** : représentent respectivement les protéines digestibles dans l'intestin à partir de la fraction énergie et à partir de la fraction azotée (Selon le système d'unité français).

Digestibilité (% MS) : représente le pourcentage de digestibilité de l'aliment. Elle varie en fonction de la composition, du stade du végétal et du type de fourrage.

Cellulose (g/kg MS) : elle influence la digestibilité. La cellulose augmente au fur et à mesure que le stade du végétal évolue. Plus la cellulose est élevée, moins l'aliment est digestible.

Amidon (g/kg) : forme de sucre facilement assimilable, source d'énergie, stockée notamment dans les grains de maïs. Il se situe aux alentours de 33% en ensilage de maïs.

Les éléments minéraux :

- **Cendres (% MS)** : Les cendres totales sont composées des cendres solubles (éléments minéraux) ainsi que des cendres insolubles provenant d'une contamination par la terre (idéalement <2%).
- **Phosphore/Potassium/Calcium/Sodium/Magnésium (g/kg MS)** : sont les principaux minéraux automatiquement analysés lors des analyses complètes de fourrage.
- **Fer/Cuivre/Zinc/Manganèse (mg/kg MS)** : sont des minéraux pouvant être analysés sur demande.

La valeur de structure : elle dépend de la teneur en fibres de l'aliment. Elle conditionne l'ingestion mais favorise la production de salive et le travail du rumen. Plus un aliment a une forte valeur de structure, moins l'ingestion est élevée. Elle est de 3,1 en moyenne pour un ensilage d'herbe.

NDF/ADL/ADF (% MS) : représentent les fractions fibreuses de l'aliment. Ils influencent l'encombrement et stimulent la rumination et le travail du rumen.

Les valeurs alimentaires de plusieurs types de fourrages sont visibles à la section 6.5 « Quelques tableaux de référence » de cette brochure.

POUR ALLER PLUS LOIN

PROTÉINES : DE QUOI PARLE-T-ON RÉELLEMENT ?

Lorsqu'on parle de « protéines » dans un aliment pour bétail, il faut savoir de quoi on parle. Généralement, la teneur en protéines de l'aliment, tant en fourrages qu'en concentrés, est exprimée en % ou g de MAT par kg de MS. La MAT ou matière azotée totale est déterminée au laboratoire sur base de l'azote total contenu dans le fourrage selon l'équation suivante :

MAT = azote du fourrage * 6,25
(en moyenne 16 % d'N dans les protéines)

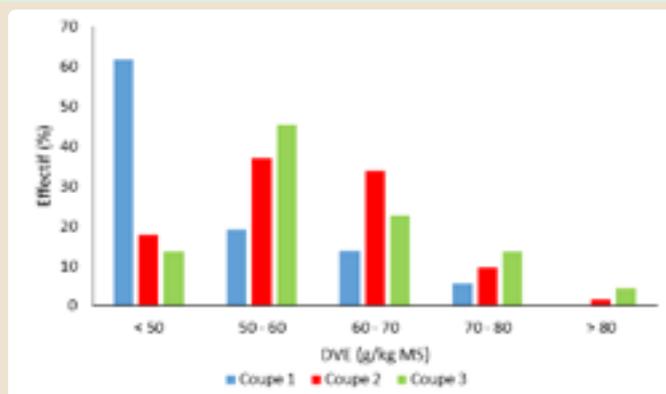
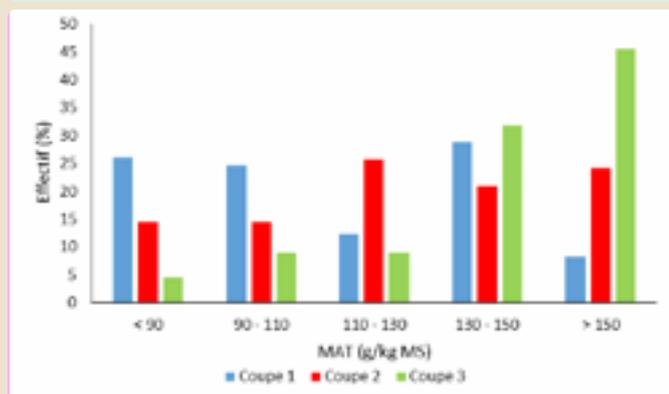
En alimentation des ruminants et sur base de notre système belgo-hollandais, les protéines sont définies par les « protéines digestibles dans l'intestin » (DVE - Darm Verteerbaar Eiwit) et la balance OEB (Onbestendige Eiwit Balans). Ce dernier est le bilan des protéines dégradables dans le rumen.

L'OEB qualifie la nutrition azotée et énergétique des micro-organismes du rumen. C'est la différence entre la quantité théorique de protéines microbiennes permise par l'azote fermentescible et la quantité de protéines microbiennes permise par l'énergie fermentescible.

Il arrive parfois que l'azote absorbé par la plante ne soit pas transformé en protéines surtout si les conditions climatiques ne sont pas optimales ou que d'autres éléments sont limitants (ex : le soufre). C'est notamment le cas dans les récoltes d'arrière-saison, où la teneur en protéines vraies (DVE) est généralement inférieure

à celle des autres coupes alors que l'analyse des MAT (matière azotée totale) montre le contraire. Les deux graphiques ci-dessous représentent la répartition des échantillons (GAL Haute Sûre Forêt d'Anlier de 2012 à 2015) en fonction des coupes et de leur teneur en MAT et en DVE.

FIGURE 4 ET 5 . Répartition des échantillons d'ensilage d'herbe en fonction de leur teneur en MAT ou en DVE



LA BACA (BALANCE ALIMENTAIRE CATIONS ANIONS)

La BACA d'une ration ou d'un aliment est un paramètre qui permet d'évaluer l'équilibre entre les apports de cations (sodium Na^+ et potassium K^+) et d'anions (soufre S^{2-} et chlore Cl^-). Elle se calcule couramment de cette façon : $\text{BACA} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{S}^{2-} + \text{Cl}^-)$. La ration ou l'aliment aura une BACA soit négative soit positive.

Ce paramètre est surtout utilisé pour les rations de vaches tarées. En effet, chez les vaches en fin de gestation, une BACA riche en cations, peut avoir des conséquences non désirables sur l'état de santé de l'animal tel qu'une hypocalcémie subclinique voire une fièvre de lait. Une alimentation trop faible en anions soufre et chlore implique une difficulté de l'organisme à mobili-

ser le calcium osseux et à assimiler le calcium intestinal lorsque les besoins pour la lactation sont élevés. Au vu des teneurs élevées en potassium dans les herbes pâturées et dans les fourrages composés de légumineuses, il est conseillé de rentrer les animaux en tarissement pour leur proposer une ration à BACA faible. Celle-ci sera par exemple composée de fourrages grossiers, de maïs et de céréales. Les fourrages grossiers permettent de maintenir une bonne capacité d'ingestion et le travail du rumen. Le maïs et les céréales sont idéaux car ce sont des aliments à BACA faible. Cette ration peut éventuellement être complétée par des sels anioniques qui permettent de faire baisser la BACA si nécessaire.

2.2 RÉSULTATS DES ANALYSES DE FOURRAGES

Durant le projet, de nombreux aliments ont été analysés dont des ensilages, des foins, des mélanges de céréales et ou protéagineux immatures (MCPI), comme le montre le tableau 2. Les teneurs en VEM/kg MS et en g DVE/

kg MS ont été répertoriées et rassemblées dans les graphiques qui suivent et qui permettent de mettre en évidence les atouts ainsi que les faiblesses de ces catégories de fourrages.



TABLEAU 2 . Nombre et type d'échantillons de fourrages analysés durant ce projet

ANNÉE	MCPI ENSILÉS	CÉRÉALES ET SOUS-PRODUITS FRAIS	HERBES ENSILÉES	FOINS	MAÏS FOURRAGERS	TOTAL
2018	6	11	53	10	8	88
2019	9	11	65	5	5	95
2020	9	2	2	8	9	30
TOTAL	24	24	120	23	22	213

Le tableau 3 reprend les besoins moyens en énergie et en protéines de différentes catégories d'animaux.

Dans les graphiques qui suivront (fig. 9, 10, 11 et 12), les aliments possédant des teneurs requises pour les différentes catégories d'animaux seront encadrés suivant les valeurs reprises dans ce tableau.

Par exemple, tous les fourrages repris dans l'encadré

vert correspondront à des aliments qui couvrent les besoins d'une vache laitière produisant 7500 l/an. Il est évident que chaque catégorie d'animaux a des besoins différents qui varient notamment avec la génétique, le type et l'intensité de la production... Ce tableau permet de donner une idée des besoins en fonction du type de bétail.



TABLEAU 3 . Ingestion et besoins moyens en énergie et protéines de différentes catégories de bovins

		INGESTION (KG MS/J)	BESOINS (VEM/KG MS/J)	BESOINS (gDVE/KG MS/J)
LAITIÈRE	Vache en lactation 7500L	20	873	71
	Vache tarie (9e mois)	10,4	784	38
	Génisse 6 mois	5,5	640	47
	Génisse 12 mois	7,5	720	41
	Génisse 20 mois	9,5	830	47
ALLAITANT	Vache allaitante	9 - 15	744	38
	Vache de réforme	3,5	860	
	Génisse 6 mois	6	815	53
	Génisse 12 mois	10	879	46
	Génisse 20 mois	8 - 12	1050	44
	Taurillon	9 - 15	> 950	85

LES ENSILAGES D'HERBE

L'ensilage d'herbe est un procédé de conservation par voie humide, à l'inverse du foin notamment. Pour se conserver parfaitement, il doit arriver rapidement à l'anaérobiose (absence complète d'oxygène). Pour y parvenir, un tassement efficace est nécessaire. Pour faciliter cette opération, le fourrage devrait être haché. De plus, le hachage correct (brins de 20-40 mm) du four-

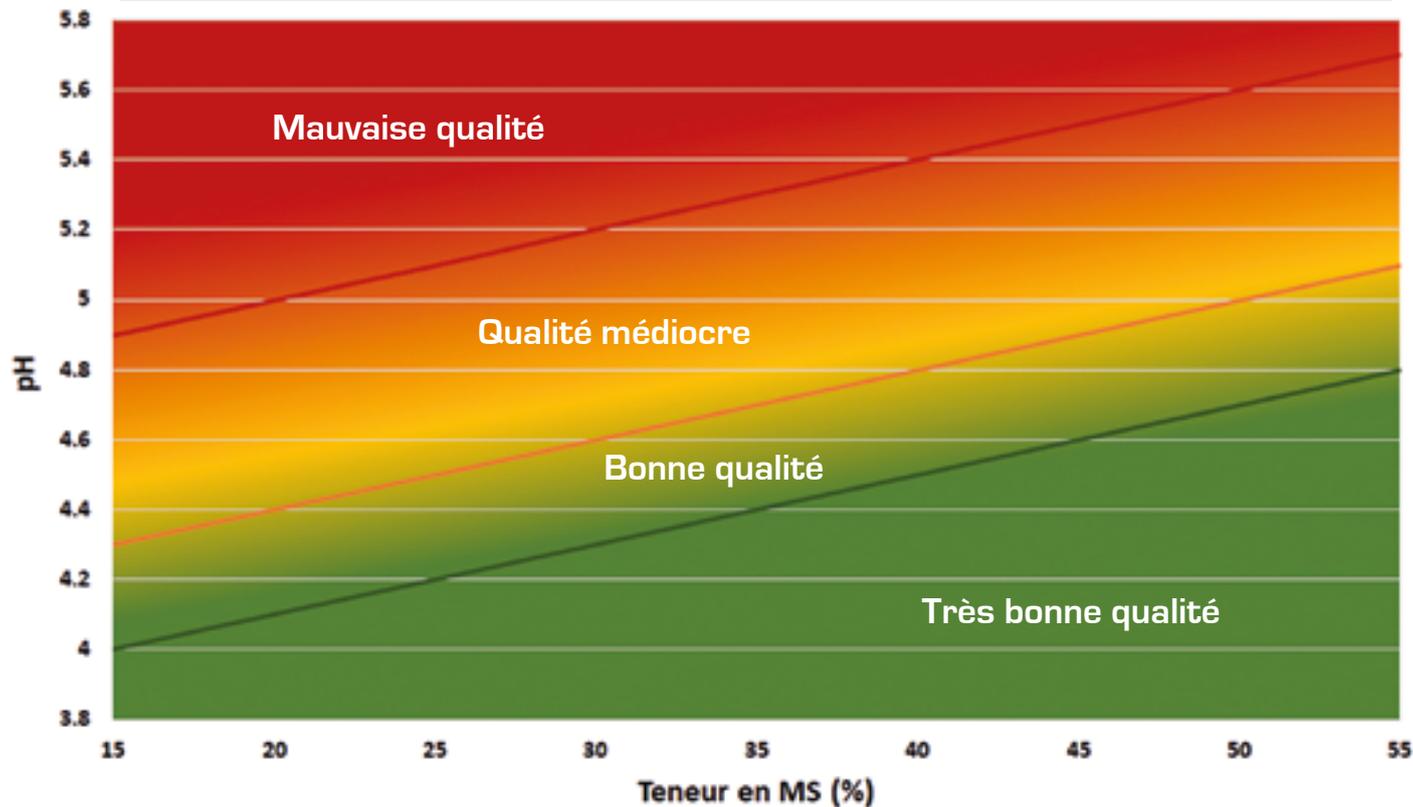
rage permet de rendre les sucres plus accessibles aux bactéries qui vont acidifier l'ensilage afin de le conserver. Dans certains cas l'emploi d'un conservateur peut se justifier : fourrages difficiles à ensiler (luzerne pure), fourrages pauvres en sucres (fin de saison, restés longtemps au sol), conditions climatiques difficiles, fourrages très peu préfanés.

Conservation des ensilages d'herbe

Deux paramètres permettent d'apprécier l'état de conservation des ensilages. Le premier est une mesure de l'acidité de l'ensilage. Cette mesure peut donner une bonne idée de la conservation pour autant que l'on travaille avec des ensilages humides.

D'une façon générale, plus la teneur en MS est faible, plus le pH doit être bas (figure ci-dessous). Par contre, le pH n'est pas un critère fiable pour juger de la réussite d'un ensilage préfané².

FIGURE 6 . Appréciation de la qualité des ensilages sur base de leur pH et de leur teneur en matière sèche*



Le second paramètre est le rapport « azote ammoniacal/azote total » (NH₃/N). Il indique l'état de dégradation des protéines de l'ensilage et est donc un test d'appréciation du niveau de conservation de celles-ci³. Une proportion d'ammoniac supérieure à 7 ou 8 % indique

un développement de la flore butyrique et donc le risque d'une protéolyse destructrice. La distribution des échantillons sur base du rapport NH₃/N a été définie en 5 classes qui sont présentées au tableau ci-après.

TABLEAU 4 . Interprétation des classes du rapport « NH₃/N » utilisée au Centre de Michamps

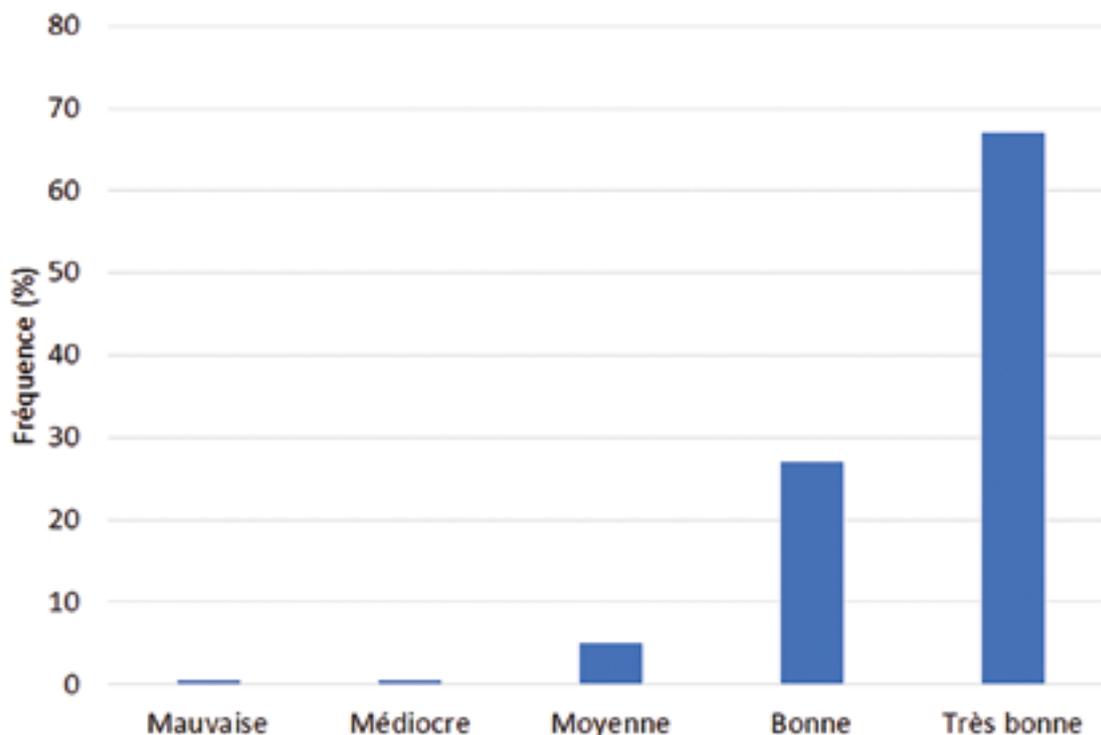


CLASSE	APPRÉCIATION	NH ₃ /N
1	Mauvaise conservation	> 20
2	Conservation médiocre	= 15 - 20
3	Conservation moyenne	= 10 - 15
4	Bonne conservation	= 5 - 10
5	Très bonne conservation	< 5

² Decruynaere et al., 2008 / ³ Vanbelle et al., 1981



FIGURE 7 . Répartition des échantillons d'ensilage d'herbe (%) suivis au cours du projet en fonction de leur état de conservation (rapport NH3/N)



Le graphique ci-dessus montre que la conservation des ensilages est bonne à très bonne dans pratiquement 95 % des cas.

Principes de l'ensilage

L'espèce et la maturité du fourrage influent sur la fermentation de l'ensilage. Les graminées végétatives et les légumineuses à floraison hâtive contiennent suffisamment de sucres pour la fermentation par les bactéries. Les valeurs protéiques et énergétiques pour le bétail sont optimales à ce stade. Le fourrage dit « de qualité » constitue un matériau tout à fait idéal pour la fermentation.

Par contre, l'ensilage pose parfois quelques problèmes pour des associations très riches en légumineuses. En effet, la conservation de celui-ci dépend, entre autres, de la teneur en glucides (sucres) fermentescibles et du pouvoir tampon de la matière ensilée. Les sucres fermentescibles sont la base de la nourriture pour les bactéries lactiques qui dégraderont ces glucides en acide lactique, acide qui permet d'arriver à un pH situé entre 4 et 5. Le pouvoir tampon définit la capacité d'offrir plus ou moins de résistance à la variation de l'acidité (pH). Un pouvoir tampon faible signifie que le pH peut descendre rapidement.

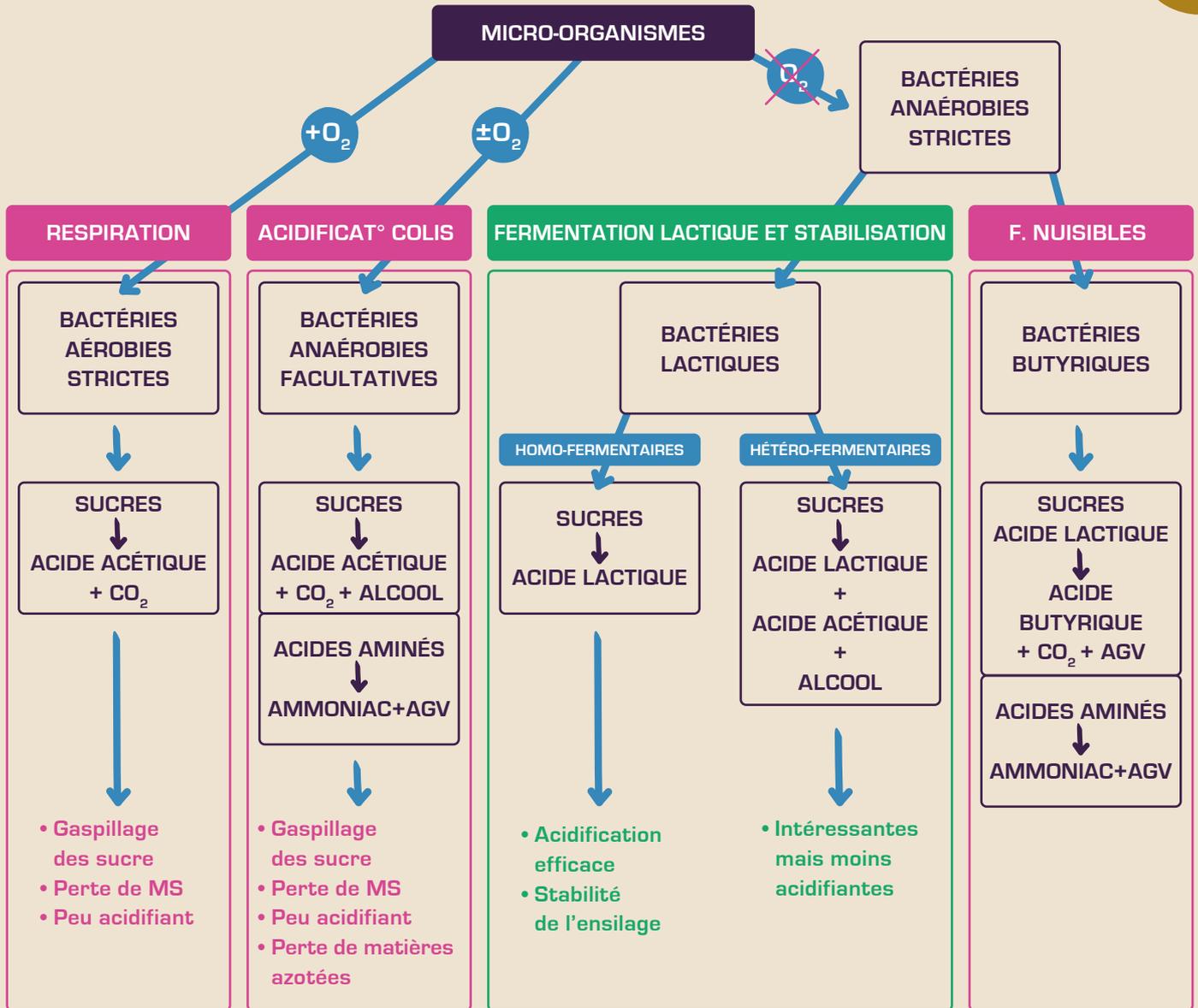
Les légumineuses avant ensilages sont presque deux fois plus pauvres en glucides que les graminées et ont de ce fait un pouvoir tampon élevé. Les légumineuses ne

permettent donc pas une diminution facile et rapide de l'acidité du silo. Ceci a pour conséquence la poursuite d'autres dégradations glucidiques et protéiques entraînant une diminution, voire la perte totale de la qualité du silo.

La conservation de légumineuses pures par ensilage passe, dans pratiquement tous les cas, par l'adjonction d'un conservateur de type acide organique ou inoculum de bactéries lactiques.

La conservation d'associations graminées/légumineuses dépendra donc essentiellement de la quantité de légumineuses dans le mélange. Dans les deuxièmes et troisièmes coupes, lorsque le regain se compose principalement de luzerne, il faut faire plus attention à la teneur en humidité et au stade de croissance. Si la luzerne devient trop mûre et trop fibreuse, elle risque de ne pas bien se tasser à l'intérieur du silo ou de la balle et donc de laisser entrer plus d'oxygène, lequel sera utilisé au cours de la fermentation. Pour les balles enrubannées, attention également aux tiges qui risquent de percer des trous dans le plastique et qui permettront à l'oxygène de pénétrer, stimulant la croissance des moisissures, surtout par temps chaud.

FIGURE 8 . Les différentes phases de l'ensilage

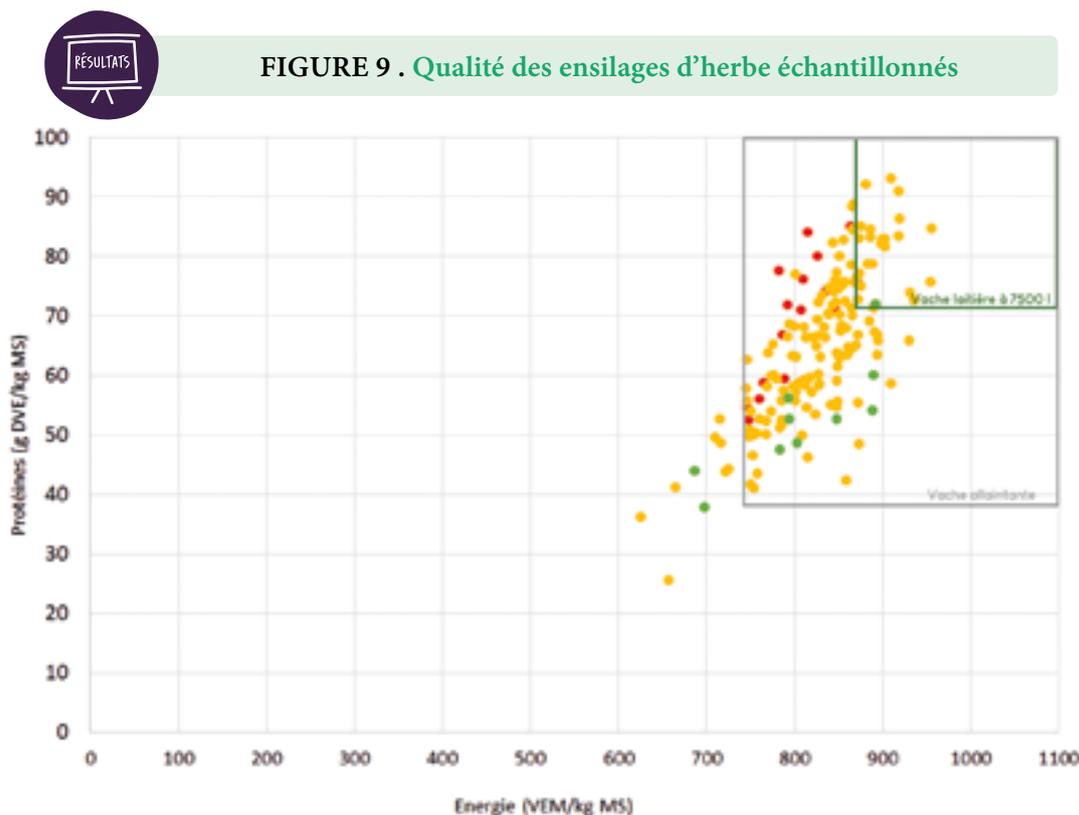


D'après Codron, 1987 dans Amyot, 2003



La figure suivante représente les valeurs des ensilages de mélange de prairie, de mélange graminées/légumineuses et de luzerne issues des fermes suivies durant le projet.

Les ensilages de luzerne se démarquent par leur teneur en énergie globalement inférieure aux ensilages de mélanges de prairie mais supérieure au niveau de la protéine.



Seuls quelques ensilages de prairie pourraient couvrir les besoins énergétiques et protéiques de vaches laitières à 7.500l/an.

Les ensilages d'herbe sont de bons aliments pouvant servir de base pour des animaux adultes en production, allaitants ou laitiers.

LES ENSILAGES DE MAÏS

La culture de maïs s'est développée fortement en Ardenne ces dernières décennies. Pourtant, les résultats d'essais et les pesées en ferme montrent que les rendements, et surtout la qualité fourragère, peuvent être très aléatoires d'une année à l'autre. Il faut donc parfois s'interroger sur la pertinence agronomique et économique de cultiver du maïs dans des zones plus « froides » ou en agriculture biologique sachant qu'il existe des alternatives à la culture de maïs, notamment au travers des céréales immatures ou des céréales inertées (céréales récoltées à 65-70% MS, broyées et conservées en silo). Cependant, ces alternatives au maïs offrant des aliments plus riches en fibres et en protéines, ont des teneurs en amidon bien moindres que l'ensilage de maïs. L'intérêt du maïs est de produire un fourrage dont l'énergie provient à la fois de la cellulose et de l'amidon contenu dans ses grains. Sans amidon, le maïs serait de piètre qualité.

L'ensilage de maïs, de bonne qualité, constitue un très bon apport d'énergie dans la ration, notamment pour



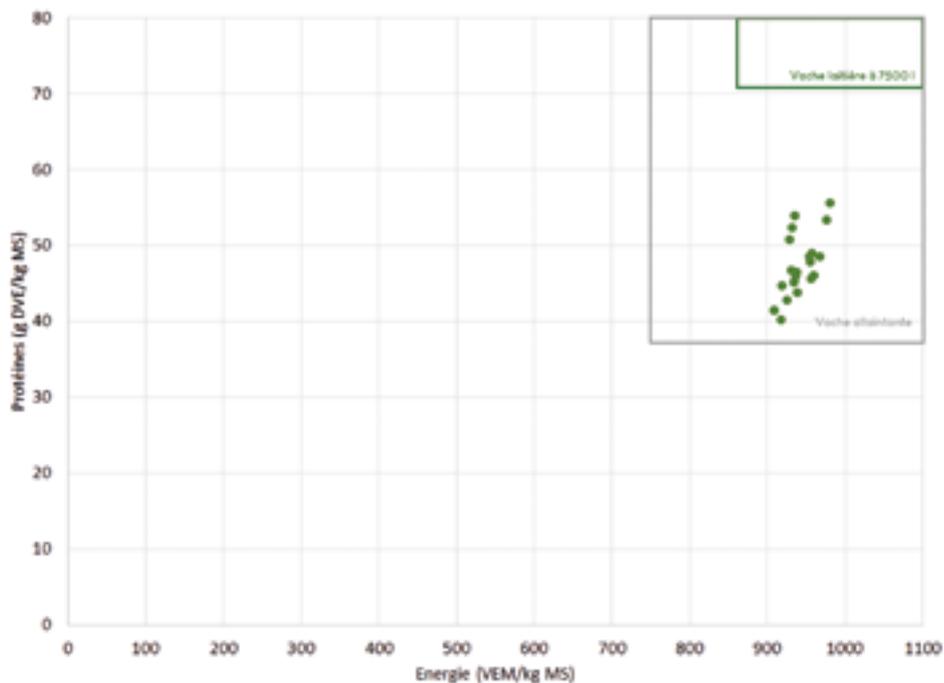
des vaches laitières. Il est également intéressant pour des vaches tarées car il apporte peu de minéraux et possède une BACA faible. Il doit être apporté en quantités réfléchies selon l'intensité de la production. Assimilé en trop grandes quantités, il peut provoquer des problèmes métaboliques chez l'animal comme une acidose.

La teneur en matière sèche optimale pour un ensilage de maïs est d'environ 32,5%. Dans les suivis, plus de 90 % des maïs présentaient une teneur en matière sèche supérieure à cet optimum. La moyenne étant de plus de 34 %. De même, plus de 80 % des échantillons ont une teneur en amidon supérieure à 30 %. Ces valeurs sont bien plus élevées que celles observées dans un projet

similaire entre 2008 et 2012⁴. Cela est notamment dû aux conditions climatiques de ces dernières années, ca-

ractérisées par des températures plus élevées qu'auparavant sur la période de culture du maïs.

FIGURE 10 . Qualité énergétique et protéique des ensilages de maïs échantillonnés



Les valeurs des ensilages de maïs sont bonnes à très bonnes. Distribués avec de bons ensilages d'herbes,

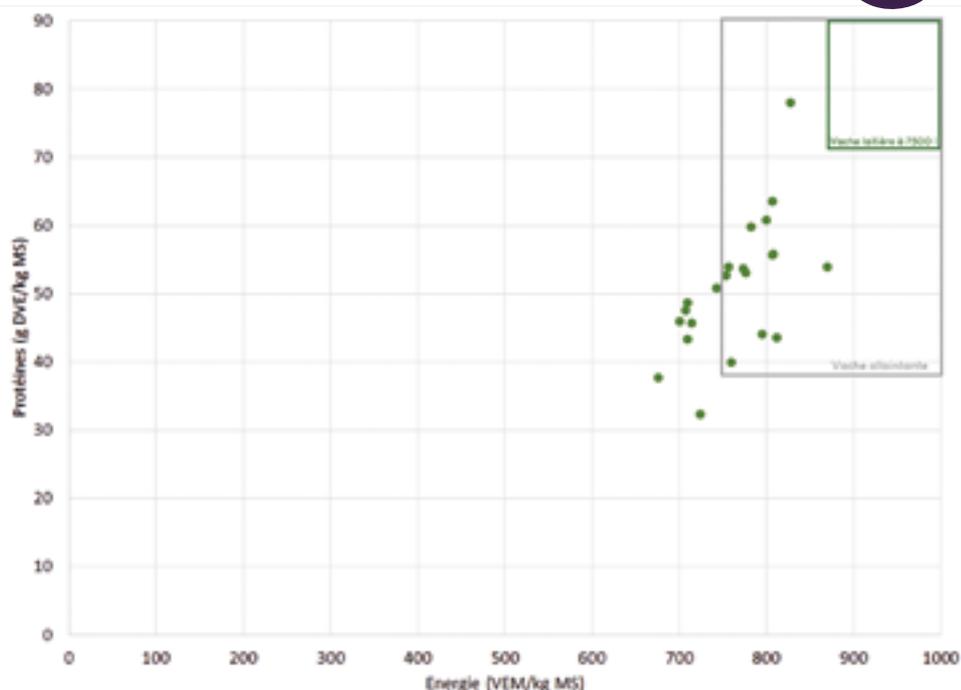
idéalement composés de graminées et légumineuses, ces maïs conviennent pour une ration équilibrée.

LES FOINS

Produits secs présents dans la majorité des exploitations, les foins constituent un aliment intéressant pour leur apport de structure dans la ration. Ils permettent notamment un apport de fibres et un bon travail du

rumen. Selon le stade de récolte, la composition et la conservation du foin, de bonnes teneurs en énergie et surtout en protéines peuvent être observées.

FIGURE 11 . Qualité des foins échantillonnés



⁴Crémer et al., 2013

Les jeunes bêtes et vaches taries peuvent tout à fait couvrir leurs besoins avec du foin de bonne qualité. Par contre pour des vaches laitières ou viandeuses en pro-

duction, ce fourrage servira d'accompagnement pour une ration basée sur des aliments plus riches.

Pour améliorer la qualité des foins

- Récolter au maximum au stade « épiaison » ;
- Implanter des espèces/mélanges adaptés aux conditions d'exploitations ;
- Implanter des légumineuses « aptes » au fanage (ce point sera détaillé dans les fiches pratiques) ;
- Limiter les pertes lors des opérations de récolte et lors de la conservation ;
- Fertiliser raisonnablement ses parcelles et respecter les équilibres minéraux ;
- Faire du foin sur les regains



Ces conseils sont tout aussi valables pour les ensilages...



Après une première coupe en ensilage, je récolte un maximum de fourrage en foin pour limiter mon utilisation de plastiques au maximum.

(Ph. Coibion – Agriculteur suivi durant le projet)

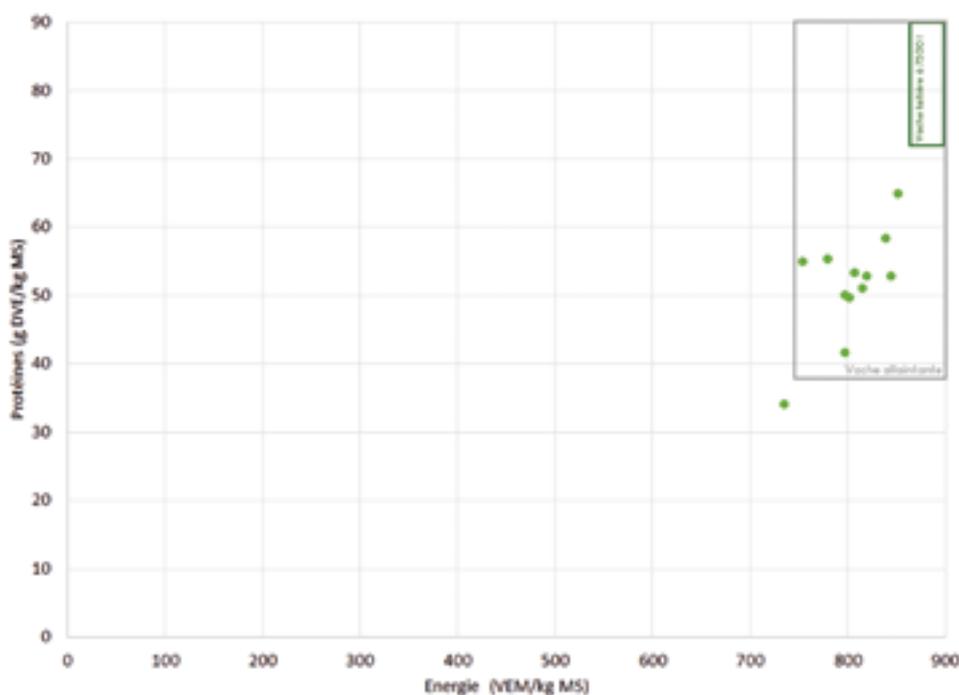


LES MÉLANGES DE CÉRÉALES ET/OU PROTÉAGINEUX IMMATURES

Les mélanges de céréales et/ou protéagineux immatures (MCPI) font peu à peu leur retour dans bon nombre d'exploitations. Plutôt faciles à conduire à l'heure actuelle, ils permettent une sécurité vis-à-vis des conditions

climatiques particulières que nous connaissons actuellement. En agriculture biologique notamment, certains préfèrent remplacer le maïs par un mélange de céréales immatures.

FIGURE 12 . Qualité énergétique et protéique des ensilages de MCPI



Les valeurs de ces ensilages peuvent fortement varier selon la composition. En effet, les céréales apportant de l'énergie peuvent être récoltées avec des protéagineux ou des légumineuses, par exemple. Associer différents types de fourrages permet de fournir à l'exploitation un fourrage complet équilibré, facilement stockable en silo ou en balle.

Cette alternative fourragère est détaillée dans la section 6.3 « Conseils pour cultiver des mélanges céréales-protéagineux récoltés en immature ».



03

LES SOLS

<i>3.1</i> Généralités sur les analyses de sol	25
<i>3.2</i> Caractéristiques des sols analysés	28
<i>3.3</i> Résultats des analyses de sol du GAL	29
<i>3.4</i> Que peut-on conclure de ces résultats ?.....	37

Les sols



Les sals



3.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES ANALYSES DE SOL

Le sol est un capital à préserver impérativement. Dans la grande majorité des cas, il est le support du végétal. Il sert également de réserve d'éléments minéraux nécessaires au développement des plantes. Un lien très étroit existe donc entre le sol et le végétal. Une production de qualité passe impérativement par un sol de bonne qualité et équilibré.

Trop longtemps considéré comme simple stockage, le

sol doit être considéré comme un « être vivant » à part entière. Il respire, utilise de l'eau et a besoin d'une alimentation variée et équilibrée. Le sol est toujours composé d'air, d'eau, d'éléments minéraux et organiques en proportions variables, mais pour son bon fonctionnement, un équilibre est nécessaire. Cet équilibre doit être maintenu grâce à des pratiques agricoles (travail du sol, amendements, fertilisation...) respectueuses de celui-ci.

LES ÉCHANTILLONNAGES DE SOLS EN PRATIQUE

En agriculture, comme dans bien d'autres domaines, il est impossible de mesurer une ou plusieurs caractéristiques sur l'ensemble d'un groupe ou d'une parcelle. Il n'est pas envisageable de transporter la totalité de la terre de sa parcelle ou d'emporter tout son silo pour ré-

aliser une analyse. L'échantillon doit donc représenter la parcelle entière. Une erreur d'échantillonnage impliquerait des résultats ne permettant pas une gestion optimale de la parcelle. Un échantillon mal réalisé est une perte de temps et d'argent.

Pourquoi faire une analyse de sol ?

- Estimer les teneurs en éléments fertilisants du sol ainsi que le pH et le taux d'humus ;
- Éviter toute fertilisation excédentaire ;

- Éviter l'apparition de carences ;
- Suivre l'évolution des paramètres du sol ;
- Un bon sol est la base d'une bonne culture.

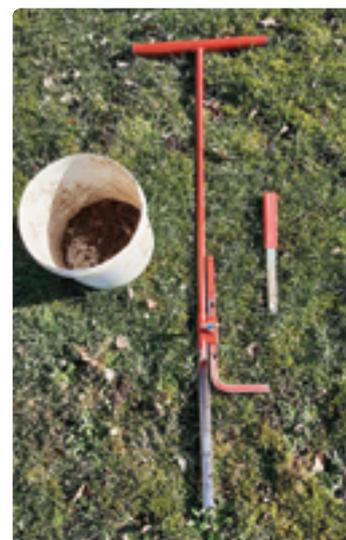
Quand et où prélever ?

- Tout au long de l'année (toujours à la même période pour une même parcelle) ;
- Idéalement tous les 3-4 ans pour une même parcelle ;
- Attendre un mois après pâturage ;
- Après récolte de culture et avant tout apport d'engrais/amendement ;

- Pas si le sol est enneigé, gorgé d'eau, trop sec... ;
- Dans une zone où le type de sol est homogène et représentatif de la parcelle ;
- Éviter les zones particulières comme : les entrées de parcelle les bords de parcelle, sous les arbres, le long des haies, près des abreuvoirs/abris de boules, bacs, anciens lieux de stockage d'engrais...

Quelques étapes pour un bon échantillonnage

1. Réunir les informations de la parcelle (historique, type de sol, zones à éviter...) ;
2. Définir la zone représentative de la parcelle à échantillonner ;
3. Se munir d'une sonde (disponible au Centre de Michamps par exemple), d'un seau et d'un grattoir ;
4. Régler la hauteur de prélèvement selon le type de sol : 15 cm en prairie permanente ou 20 cm en prairie temporaire/culture ;
5. Parcourir la parcelle de façon aléatoire, en zigzag, en croix ou cercle (choisir la méthode la plus appropriée) ;
6. Prélever une carotte de terre tous les 15-30 pas ;
7. Prélever une dizaine de carottes par hectare avec un minimum de 20 carottes par échantillon (+/- 800 g/échantillon) ;
8. Conserver l'échantillon de terre dans un sac plastique et l'apporter dans un centre d'analyse ;
9. Remplir la fiche de réception reprenant toutes les informations de la parcelle.



Comprendre son bulletin d'analyse et interpréter les résultats

La lecture d'un bulletin d'analyse de sol de culture ou de prairie semble souvent compliquée.

Voici comment bien interpréter les principaux paramètres qui sont analysés.

Le pH : L'acidité du sol est notée sur une échelle de pH allant de 1 à 14. En agriculture, deux types de pH sont utilisés et sont mesurés en routine : le pH_{eau} et le pH_{KCl} .

Le pH_{eau} représente l'acidité du sol. Le pH doit idéalement se situer autour de 6,5 à 6,7. C'est autour de ces valeurs que les éléments nutritifs du sol sont absorbés de la meilleure façon.

Le pH_{KCl} représente l'acidité d'échange. Ce pH est toujours plus faible que le pH_{eau} . Il est plus stable vis-à-vis des conditions climatiques. En cas de pH trop acide, le chaulage permettra un redressement du pH.

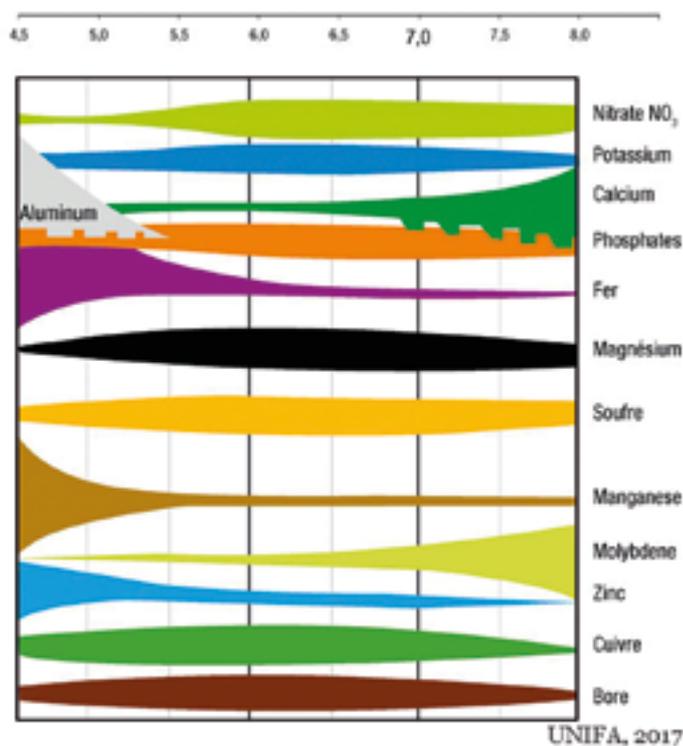
Les sols s'acidifient de façon naturelle notamment à cause du type de roche-mère, de l'activité des microorganismes du sol, des effets acidifiants d'engrais, des conditions climatiques...

Pour compenser cette acidification et maintenir une production régulière, le chaulage est fortement recommandé. Il existe deux possibilités :

Un chaulage d'entretien permet de maintenir un pH constant. Un apport de 350 u de CaO est conseillé.

Un chaulage de redressement permet de remonter un pH trop faible grâce à des apports plus importants. At-

FIGURE 13 . Assimilation des éléments minéraux en fonction du pH (d'après Truog, 1948 dans UNIFA, 2017)



tention cependant à ne pas apporter plus de 1500 unités de CaO/ha à la fois.

AJUSTER LA QUANTITÉ DE CHAUX À APPORTER SELON LES RÉSULTATS D'ANALYSE

Les valeurs des amendements utilisés pour le chaulage sont exprimées en « valeur neutralisante » ou VN. 1 VN correspond à 1 kg de CaO (oxyde de calcium) pour 100kg de l'amendement. Les chaux vives sont généralement plus concentrées, il faut donc en apporter moins. Dans les bulletins d'analyse de sol, des conseils de chaulage sont proposés en unités à apporter pour 4 ans. Si le conseil de chaulage est par exemple de 1600 unités, 400 unités de CaO par hectare chaque année pourront être apportées.

Pour connaître la quantité de chaux qu'il faudra apporter pour combler les besoins de 400 unités par an, une simple règle de trois permet de faire le calcul, à condition de connaître la composition de la chaux évènement. Voici des exemples avec deux chaux aux teneurs différentes :

- **Ecumes :**
 - 22 u CaO → 100 kg d'écumes
 - 400 u CaO → 1800 kg d'écumes
- **Chaux vive :**
 - 95 u CaO → 100 kg de chaux vive
 - 400 u CaO → 420 kg de chaux vive

Le carbone (%) ou carbone organique total (Cot) : il permet de rendre compte de la quantité de matière organique présente dans le sol. Il est généralement compris entre 1 et 3 %.

L'humus (%) : il est issu de la décomposition des matières organiques. Il constitue avec l'argile le complexe argilo-humique (CAH) qui est le « garde-manger » du sol. C'est là que se fixeront les éléments nutritifs des végétaux avant de pouvoir être assimilés. Il est conseillé d'avoir un taux d'humus compris entre 4 et 6 %. On considère généralement qu'un sol limoneux doit avoir idéalement un taux d'humus situé entre 2,5 et 4 %. En deçà d'1 % - 1,5 %, on constate une baisse de fertilité des sols, une teneur au-delà de 5 % peut faire penser à des problèmes de minéralisation.

Le phosphore (P (mg/100 g de sol sec)) : il est un constituant important des cellules et transporte l'énergie. Il est indispensable pour une culture de végétaux de bonne qualité.

Le potassium (K (mg/100 g de sol sec)) : il est un élément indispensable du végétal. Il est un facteur de résistance et régule les fonctions de la plante.

Le magnésium (Mg (mg/100 g de sol sec)) : il est un élément cellulaire permettant la photosynthèse et donc essentiel à la vie du végétal. Dans le sol, sa teneur doit être idéalement 2 fois moins élevée que celle du potassium.

TABLEAU 5 . Normes simplifiées de richesse des sols sous prairies et sous cultures utilisées au Centre de Michamps

APPRÉCIATIONS	mg /100 g DE SOL SEC		
	P	K	Mg
TRÈS FAIBLE	< 2.0	< 7	< 3
FAIBLE	2.0 - 3.9	7 - 14	3 - 5
CONSEILLÉ	4.0 - 7.0	15 - 21	6 - 10
RICHE	7.1 - 10	22 - 31	11 - 16
TRÈS RICHE	> 10	> 31	> 16

Le calcium (Ca (mg/100 g de sol sec)) : il est surtout important dans la composition du sol, notamment pour la structure du sol. En effet, il sert d'élément de cohésion entre l'humus et l'argile.

Une bonne structure du sol est indispensable pour un bon travail de la terre, une bonne aération, une bonne infiltration de l'eau et une pénétration aisée des racines. Sa teneur est très variable en fonction de la nature du sol et du pH. Elle devrait être idéalement > 100 mg/100 g de terre sèche mais peut être bien plus élevée.

L'azote : il est présent dans le sol de façon très variable car il est facilement perdu par lessivage et ruissellement car il ne se fixe pas sur le CAH. Il n'est donc pas dosé en routine dans les analyses de sols « classiques ». C'est un facteur de croissance et de qualité des végétaux. Les unités sont variables selon le type d'analyse réalisée.

Le rapport C/N : c'est un paramètre qui caractérise les possibilités d'évolution des matières organiques dans le sol. Si le rapport C/N est :

- < 15 : il y a beaucoup d'azote. La matière organique va évoluer rapidement et donner peu d'humus ;
- 15 < C/N < 30 : c'est une matière organique qui s'humifiera parfaitement en donnant beaucoup d'humus ;
- > 30 : il y a beaucoup de carbone, l'évolution est plus lente. Cela pourra donner beaucoup d'humus si les micro-organismes du sol ont suffisamment d'azote à disposition.

Le rapport K/Mg : il devrait être proche de 2. Le sol devrait donc idéalement contenir deux fois plus de potassium que de magnésium.

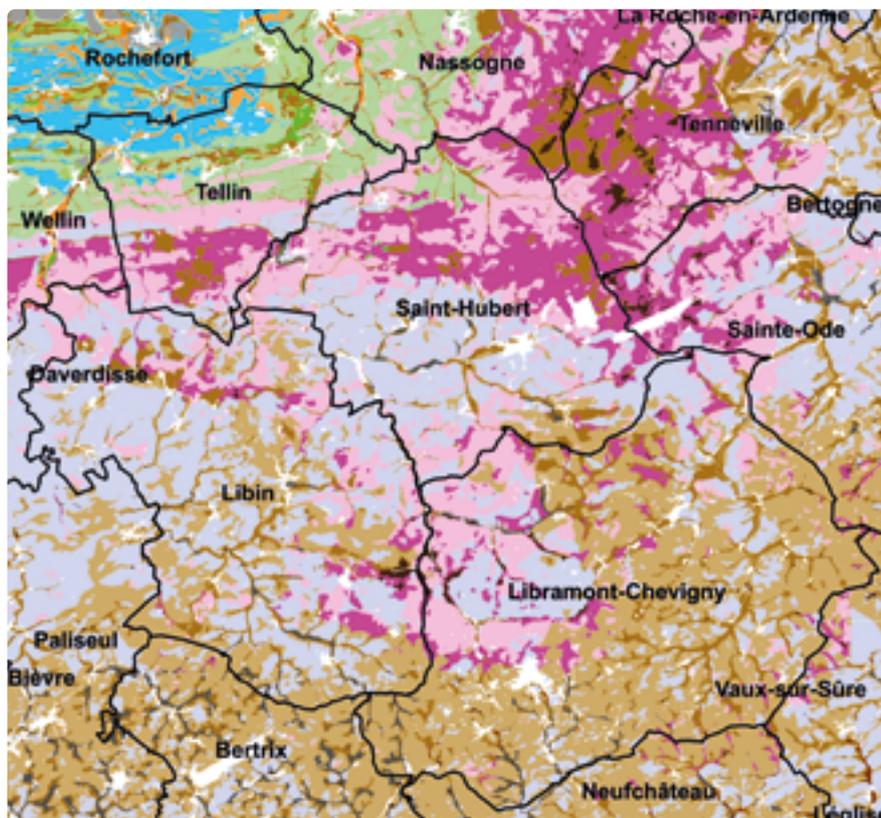
3.2 CARACTÉRISTIQUES DES SOLS ANALYSÉS

Le territoire du GAL Nov'Ardenne est situé au centre de la Province de Luxembourg. La plus grande partie de son territoire se trouve en Ardenne, sur des sols schisteux ou schisto-gréseux, généralement peu profonds. Le reste du territoire est situé en Famenne, sur des zones calcaires. Cette dernière zone ne sera pas prise

en compte dans la suite car elle est trop différente de la zone Ardenne.

Les sols analysés présentent des caractéristiques relativement comparables ; ils sont limoneux à limono-caillouteux, à drainage et profondeur de sol variables selon les endroits.

FIGURE 14 . Carte des sols du territoire couvert par le GAL Nov'Ardenne (WalOnMap, 2023)



Principaux Types de Sols de Wallonie à 1:250.000

- | | |
|---|--|
| ■ Sols tourbeux ou tourbières | ■ Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel principalement modéré à assez pauvre |
| ■ Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel excessif ou légèrement excessif | ■ Sols limono-caillouteux à charge schisto-phylladeuse et à drainage naturel quasi-exclusivement |
| ■ Sols sableux ou limono-sableux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait | ■ Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel favorable |
| ■ Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement favorable | ■ Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse ou gréseuse et à drainage naturel modéré à |
| ■ Sols sablo-limoneux à drainage naturel principalement modéré ou imparfait | ■ Sols limono-caillouteux à charge schisteuse et à drainage naturel principalement favorable |
| ■ Sols limoneux à drainage naturel favorable | ■ Sols limono-caillouteux à charge psammitique ou schisto-psammitique et à drainage naturel |
| ■ Sols limoneux à drainage naturel modéré ou imparfait | ■ Sols limono-caillouteux à charge calcaire ou contenant du calcaire et à drainage naturel quasi- |
| ■ Sols limoneux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre | ■ Sols limono-caillouteux à charge de silexite ou de gravier ou de conglomérat et à drainage naturel |
| ■ Sols argileux à drainage naturel favorable à imparfait | ■ Sols limono-caillouteux à charge de grès calcaire ou de grès argilo-calcaire et à drainage naturel |
| ■ Sols argileux à drainage naturel assez pauvre à très pauvre | ■ Sols limono-caillouteux à charge crayeuse et à drainage naturel favorable |
| ■ Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel favorable | ■ Regroupement de complexes de sols de textures différentes ou sur fortes pentes et de sols de |
| ■ Sols limoneux peu caillouteux à drainage naturel principalement modéré à assez pauvre | ■ Sols artificiels ou non cartographiés |



Nous suivons les états de nos sols de près pour pouvoir mieux faire face aux aléas climatiques.

(JP Inghelbrecht)



3.3 RÉSULTATS DES ANALYSES DE SOL DU GAL

Au cours des 3 années de suivi (2018 à 2020), 147 échantillons de sol ont été analysés spécifiquement pour le projet. Après une recherche dans la base de données du Centre de Michamps, nous avons pu traiter au total 226 parcelles pour ces 13 agriculteurs entre les années 2018 et 2021, soit 36 terres de cultures (soit 16 % des échantillons), 80 prairies permanentes (soit 35 %

des échantillons) et 110 prairies temporaires (49 % des échantillons).

Les échantillonnages ont été réalisés selon le protocole défini par le Centre de Michamps et REQUASUD. Les étapes sont détaillées dans l'encadré sur l'échantillonnage des sols.

LES PH

Selon les normes en vigueur au Centre de Michamps, l'échelle des pH se divise en 6 classes (statut acido-basique), passant de très acide à alcalin.

Pour les 13 exploitations suivies, le pH_{eau} est en moyenne de 6,4 pour les terres de culture et les prairies temporaires et de 6,2 pour les prairies permanentes. 13,7 % des terres peuvent être considérées comme « acides », 60,2 % « légèrement acides », 23 % « neutres », 2,2 % « légèrement alcalines » et 0,4 % comme « alcalines ». Le graphique ci-dessous montre la variabilité observée entre les différentes occupations du sol et le pH_{eau} .

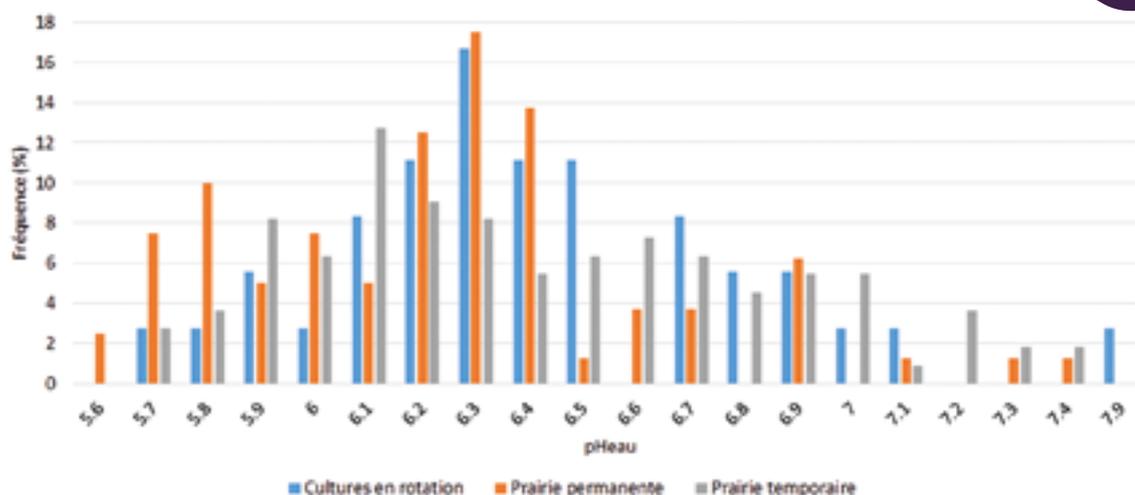


TABLEAU 6 . Echelle de pH en vigueur pour les bulletins d'analyses de sol de terres agricoles au Centre de Michamps



ECHELLE DE pH	pH_{eau}	pH_{KCl}
ALCALIN	> 7,8	> 7,2
LÉGÈREMENT ALCALIN	7,4 - 7,8	6,8 - 7,2
NEUTRE	6,7 - 7,3	6,0 - 6,7
LÉGÈREMENT ACIDE	6,0 - 6,6	5,3 - 5,9
ACIDE	5,2 - 5,9	4,5 - 5,2
TRÈS ACIDE	< 5,2	< 4,5

FIGURE 15 . Répartition des pH_{eau} observés en cultures et en prairies permanentes et temporaires



Si l'on considère que l'optimum pour le pH_{eau} , en prairie et pour la région en règle générale, est compris entre 6,2 et 6,5, celui-ci est atteint pour seulement 38 % des

terres analysées. Ces résultats sont identiques à une étude réalisée entre 2008 et 2012 sur le territoire du Parc Naturel Haute-Sûre – Forêt d'Anlier⁵.

Nous pouvons comparer ces résultats à ceux des territoires proches.



TABLEAU 7 . Fréquence (%) des classes de pH_{eau} observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS	n ⁶	TRÈS ACIDE	ACIDE	LÉGÈREMENT ACIDE	NEUTRE	LÉGÈREMENT ALCALIN	ALCALIN
ARDENNE CENTRALE	16 798	1,1	31,5	54,3	12,1	1,0	0,1
GAL NOV'ARDENNE	3 368	1,8	28,9	57,3	10,6	1,0	0,4
LIBRAMONT	1 878	0,8	33,1	59,9	6,0	0,2	0,0
LIBIN	904	3,8	25,4	58,2	11,9	0,7	0,0
SAINT-HUBERT	528	2,1	22,7	49,6	23,3	2,3	0,0
TELLIN	58	0,0	3,4	25,9	24,1	22,4	24,1
GRUPE DES 13	226	0,0	13,7	60,6	23,0	2,2	0,4

Le groupe des 13 agriculteurs participants au projet semblent être plus attentifs à leur pH que leurs homologues. En effet, 86,2 % des terres ont un pH_{eau} supérieur à 5,9 contre 69,3 % de l'ensemble des agriculteurs du GAL.

Le pH_{KCl} est en moyenne de 5,5 pour les terres de culture et les prairies temporaires et de 5,3 pour les prairies

permanentes. Les fréquences de classe sont identiques au pH_{eau} .

Nous pouvons ainsi conclure que 13,7 % des terres nécessitent un chaulage de redressement important à étaler sur plusieurs années. Le reste des terres a besoin de chaulage d'entretien.

TENEUR EN CARBONE OXYDABLE ET TENEUR EN HUMUS

La teneur en humus des sols est calculée sur base de la teneur en carbone organique total du sol. En région tempérée, l'humus contient environ 50 % de carbone. Il est donc facile de calculer la teneur en matière organique (humus) du sol en multipliant la teneur en carbone en % par 2.

Dans le cadre de cette étude, les pourcentages d'humus sont respectivement plus élevés en prairies permanentes et temporaires (8,0 % et 7,3 %) qu'en terres de cultures (5,9 %). Plus de 95 % des terres présentent une teneur élevée en humus. Ces valeurs élevées sont à mettre en relation avec le nombre important de prairies dans l'échantillon.

LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX

Les teneurs en éléments minéraux ont été analysées par la méthode d'extraction à l'EDTA (méthode expliquée ci-dessous). Les appréciations et les commentaires sont basés sur le tableau ci-dessous. Les normes ont été

Toutefois, cette notion d'humus, valeur calculée en laboratoire, est sujette à controverse. En effet, ces teneurs élevées sont à interpréter compte tenu de l'acidité des terres, du climat froid de l'Ardenne (et de la Haute Belgique en général) ralentissant la minéralisation et par l'apport important de matière organique par les engrais de ferme et les prairies. Des études sont réalisées en Wallonie afin de tester la mise en place d'une prédiction des formes du carbone (stable et labile) par spectrométrie proche infrarouge. Cela permettrait d'affiner le diagnostic sur la matière organique du sol actuellement fourni par le carbone organique total.

adaptées de celles utilisées par le Centre Michamps mais surtout simplifiées. Les teneurs en éléments minéraux sont exprimées en mg/100 g de sol sec.

TABLEAU 8 . Normes simplifiées de richesse des sols en phosphore, potassium et magnésium sous prairies et sous cultures



APPRÉCIATIONS	mg / 100 g DE SOL SEC		
	P	K	Mg
TRÈS FAIBLE	< 2.0	< 7	< 3
FAIBLE	2.0 - 3.9	7 - 14	3 - 5
CONSEILLÉ	4.0 - 7.0	15 - 21	6 - 10
RICHE	7.1 - 10	22 - 31	11 - 16
TRÈS RICHE	> 10	> 31	> 16

L'extraction des éléments minéraux au laboratoire

La méthode d'extraction des minéraux à l'EDTA permet d'évaluer la quantité d'éléments échangeables dans le sol et assimilables par la plante. Elle n'exprime donc pas la quantité totale d'éléments dans le sol mais uniquement celle disponible pour la plante. Cette donnée est très importante pour les conseils de fertilisation.

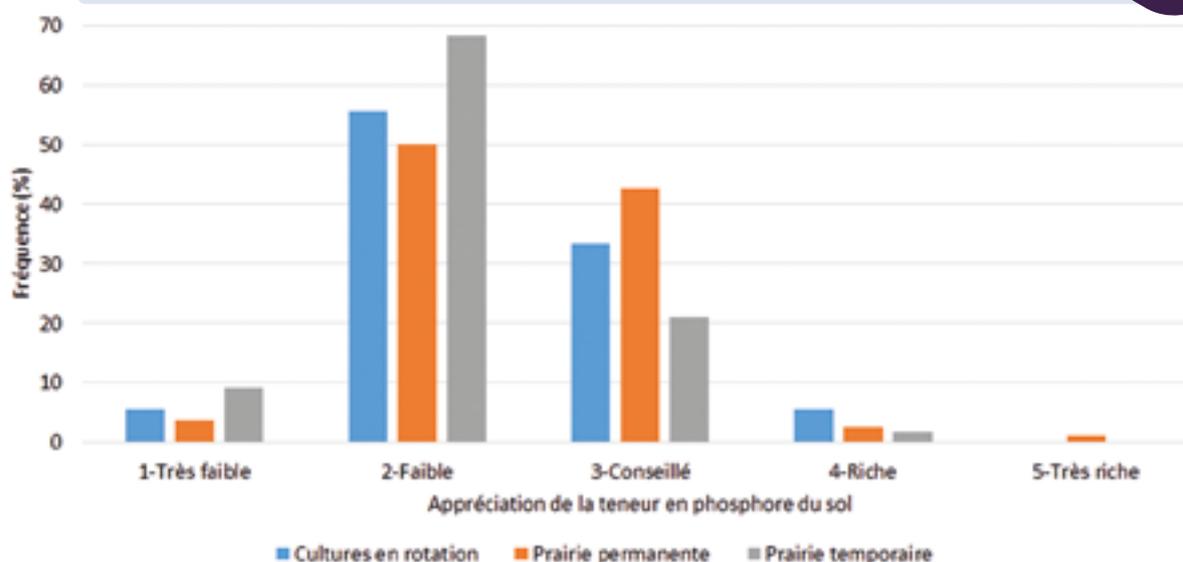
Remarque : il existe d'autres méthodes d'extraction. Lorsque l'on souhaite comparer des valeurs, il faut veiller à ce que ces méthodes soient comparables. Au sein des laboratoires du réseau REQUASUD, la méthode est harmonisée et donc les résultats peuvent être comparés.

Le phosphore

Le phosphore est l'élément qui fait aujourd'hui l'objet de beaucoup d'attention au niveau européen. Il est fort probable qu'une nouvelle législation entre en vigueur dans les prochaines années et vienne ainsi compléter la « Directive Cadre Eau » qui est à l'origine du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA).

La teneur moyenne en phosphore est de 4,0 mg de P/100 g de sol sec en prairies permanentes, de 3,4 en prairies temporaires et de 3,9 en cultures. Sur base des classes, la répartition des 226 analyses est représentée à la figure ci-dessous.

FIGURE 16 . Répartition des teneurs en phosphore par classe pour les échantillons des agriculteurs suivis



La majorité des terres analysées présente des teneurs en phosphore « faibles ». Une complémentation semblerait nécessaire dans la plupart des cas. Pourtant, dans certains cas précis, les interprétations liées à la valeur obtenue pour cet élément ne reflètent pas toujours les observations de terrain.

de fumure phosphatée par les laboratoires du réseau REQUASUD, en fonction de la texture et du pH_{KCl} du sol. Actuellement, nous suspectons parfois des conseils de fertilisation potentiellement trop élevés en phosphore dans certaines situations.

Les seuils agronomiques en vigueur avaient été fixés de manière provisoire dans les années 80-90. Ils ont été revus en 2011 dans le cadre de l'harmonisation du conseil

En prairie par exemple, et principalement en Ardenne, lorsque l'analyse de sol indique des teneurs classées faibles en P par rapport aux référentiels en vigueur, l'analyse du végétal, par la méthode des indices de nutrition

[détaillée à la section 4], indique que la plante est généralement bien pourvue en cet élément, voire même qu'elle en absorbe de trop. Ce contraste s'explique par le fait que le P disponible qui est dosé ne prend pas en compte l'entièreté du phosphore organique, dont le stock peut être relativement important comme c'est le cas dans les prairies en Ardenne. Ce stock représente un bon réservoir et implique que de faibles teneurs en P disponible en

prairie ne sont pas systématiquement un problème. Dès lors, on considère qu'un taux de phosphore d'au moins 3,5 mg / 100g de sol est suffisant et permet une bonne fourniture à la plante.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les résultats moyens du groupe d'agriculteurs par rapport à d'autres référentiels locaux.



TABLEAU 9 . Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en phosphore observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS	n	FRÉQUENCE (%) DES CLASSES DES TENEURS EN PHOSPHORE OBSERVÉES				
		TRÈS FAIBLE	FAIBLE	CONSEILLÉ	RICHE	TRÈS RICHE
ARDENNE CENTRALE	16 798	6,5	46,7	37,9	7,0	1,9
GAL NOV'ARDENNE	3 368	9,1	54,6	30,4	4,4	1,5
LIBRAMONT	1 878	9,6	56,4	29,3	3,4	1,2
LIBIN	904	6,1	60,8	29,0	2,8	1,3
SAINT-HUBERT	528	10,0	37,7	38,3	11,0	3,0
TELLIN	58	31,0	53,4	15,5	0,0	0,0
GRUPE DES 13	226	6,6	59,7	30,5	2,7	0,4

Nous pouvons observer des grosses variations entre les groupes. Les conseils à tirer seront détaillés plus loin dans la partie sur les indices de nutrition.

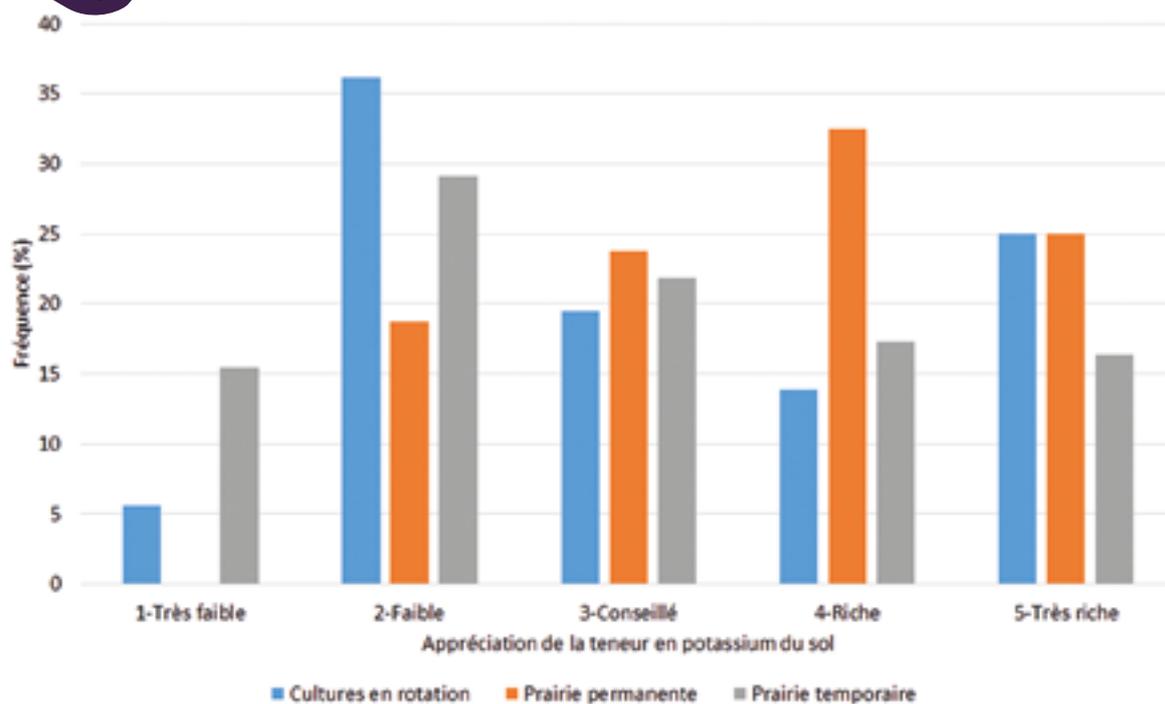
Le potassium

La teneur moyenne en potassium est de 25,4 mg de K/ 100 g de sol sec en prairies permanentes, de 18,2 en prairies temporaires et de 19,2 en cultures. Sur base

des classes, la répartition des 226 analyses est représentée à la figure ci-dessous.



FIGURE 17 . Répartition des teneurs en potassium par classe



Une différence importante existe entre les prairies permanentes et les autres terres. Les prairies permanentes, généralement pâturées, ont des teneurs en potassium plus élevées, notamment grâce aux restitutions importantes des bouses et pissats.

Les prairies temporaires et les cultures, dont les productions sont exportées, sont moins bien pourvues en potassium. Ainsi, c'est près de 45 % des prairies temporaires et des cultures qui n'arrivent pas aux teneurs conseillées. De même, les teneurs en potassium de 15 % des prairies temporaires sont considérées comme très

faibles ce qui peut engendrer des problèmes de pousses et de persistance des légumineuses. Ces phénomènes sont d'autant plus importants dans les parcelles à haute teneur en magnésium.

Comme pour le phosphore, les indices de nutrition, détaillés plus loin, permettront de donner quelques conseils au niveau de la fertilisation potassique.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les résultats moyens du groupe d'agriculteurs par rapport à d'autres référentiels locaux.

TABLEAU 10 . Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en potassium observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)



LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS	n	FRÉQUENCE (%) DES CLASSES DES TENEURS EN POTASSIUM OBSERVÉES				
		TRÈS FAIBLE	FAIBLE	CONSEILLÉ	RICHE	TRÈS RICHE
ARDENNE CENTRALE	16 798	6,7	29,9	24,9	21,7	16,8
GAL NOV'ARDENNE	3 368	9,9	27,8	24,0	22,1	16,1
LIBRAMONT	1 878	11,3	28,1	25,9	21,2	13,6
LIBIN	904	10,7	31,5	21,8	23,3	12,6
SAINT-HUBERT	528	4,9	20,5	19,9	22,7	32,0
TELLIN	58	0,0	25,9	36,2	29,3	8,6
GROUPE DES 13	226	8,4	26,5	22,1	22,1	20,8

Nous pouvons observer des grosses variations entre les groupes. Les conseils à tirer sont détaillés dans la section 4 « Indices de nutrition ».

Le magnésium

En Wallonie, le magnésium est un élément qui retient également beaucoup l'attention car ses teneurs sont en

augmentation dans la plupart des régions agricoles⁷.

Dans notre situation, **les principales causes de l'excès de Mg** dans le sol sont :

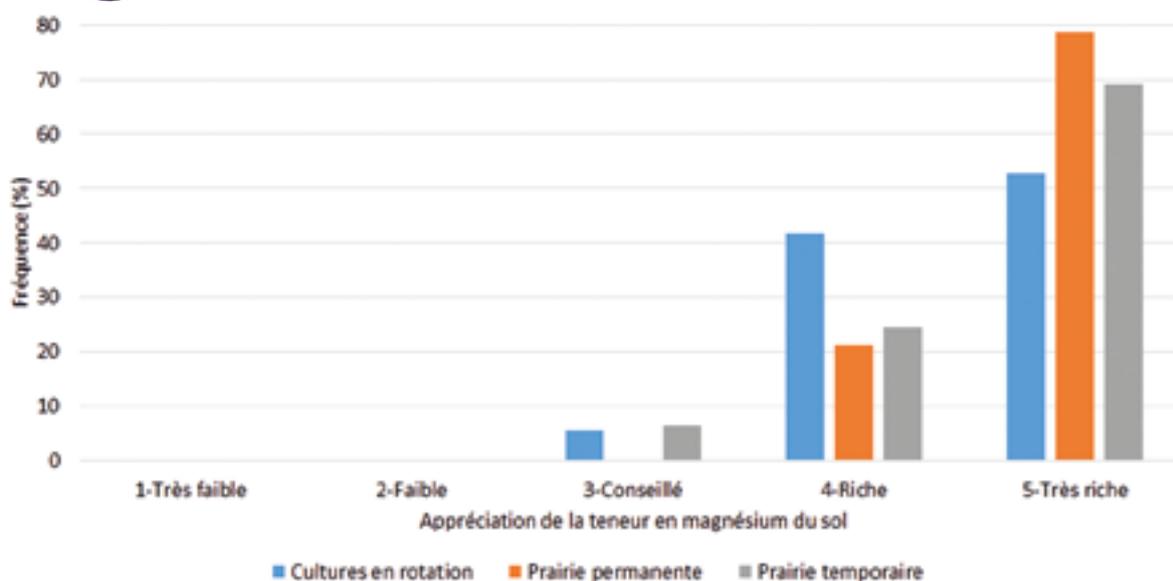
- L'utilisation quasi systématique de dolomies (chaux magnésiennes) comme amendement ;
- L'utilisation d'engrais minéraux riches en Mg ;
- L'ajout de magnésium dans les aliments et concentrés pour bétail, dont une part importante se retrouve excrétée ;
- La diminution, voire la suppression, de la fertilisation potassique minérale.

Les teneurs moyennes sont de 24,2 mg de Mg/ 100 g de sol sec pour les prairies permanentes, de 21,9 pour les temporaires et de 16,9 pour les cultures. La répartition des 226 analyses est représentée à la figure ci-dessous.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les résultats moyens du groupe d'agriculteurs par rapport à d'autres référentiels locaux.



FIGURE 18 . Répartition des teneurs en magnésium par classe pour les échantillons des agriculteurs suivis



En prairies permanentes, toutes les valeurs sont supérieures aux normes conseillées, de même que près de 95 % des cultures et des prairies temporaires. L'aug-

mentation des teneurs en magnésium constatée depuis plusieurs années se traduit aujourd'hui par un déséquilibre important dans les sols de Wallonie.



TABLEAU 11 . Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en magnésium observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS	n	FRÉQUENCE (%) DES CLASSES DES TENEURS EN MAGNÉSIUM OBSERVÉES				
		TRÈS FAIBLE	FAIBLE	CONSEILLÉ	RICHE	TRÈS RICHE
ARDENNE CENTRALE	16 798	0,2	0,5	11,4	35,1	52,8
GAL NOV'ARDENNE	3 368	0,1	0,6	11,9	37,4	50,0
LIBRAMONT	1 878	0,0	0,2	10,4	41,4	48,0
LIBIN	904	0,2	1,3	16,4	38,5	43,6
SAINT-HUBERT	528	0,4	0,8	11,0	20,6	67,2
TELLIN	58	0,0	0,0	1,7	39,7	58,6
GROUPE DES 13	226	0,0	0,0	4,0	26,1	69,9

Nous pouvons observer des grosses variations entre les groupes mais le constat est toujours identique ; il y a trop de magnésium dans les sols.

Les conseils à tirer sont détaillés plus loin dans la section 5 « la fertilisation ».

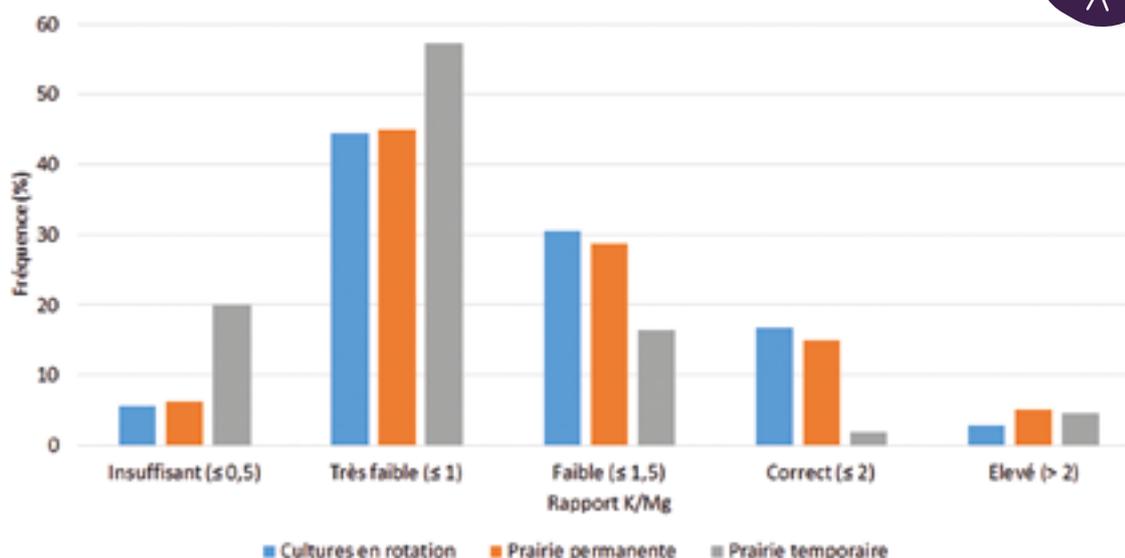
Le rapport potassium – magnésium (K/Mg)

La teneur en magnésium du sol est un paramètre important pour une bonne fertilité. Les sols doivent en être suffisamment pourvus mais ils doivent aussi présenter des équilibres optimaux avec le potassium et le calcium⁸. Selon cette source, le rapport idéal entre le potassium

et le magnésium devrait être situé entre 1 et 2, ce qui rejoint les recommandations de REQUASUD.

Dans nos échantillons, il existe de nombreuses situations où cet équilibre n'est pas respecté.

FIGURE 19 . Répartition des résultats du rapport K/Mg



La figure ci-dessus montre une situation très largement défavorable au niveau du rapport K/Mg, bien plus problématique que ce qui avait été observé dans un projet similaire entre 2008 et 2012⁹. Dans cette étude, 43,8 % des échantillons présentaient un équilibre K/Mg optimal. Ici, c'est à peine 13,3 % des terres. La situation est plus défavorable en prairies temporaires et en cultures qu'en prairies permanentes.

Ces dernières présentent des teneurs en potassium plus élevées. En dessous d'un rapport correct, une absorption déficitaire du potassium est donc fortement à craindre.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les résultats moyens du rapport K/Mg du groupe d'agriculteurs par rapport à d'autres référentiels locaux.

TABLEAU 12 . Fréquence (%) des classes de l'appréciation du rapport K/Mg observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)



LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS	n	FRÉQUENCE (%) DES CLASSES DU RAPPORT K/Mg OBSERVÉES				
		INSUFFISANT (≤ 0.5)	TRÈS FAIBLE (≤ 1)	FAIBLE (≤ 1.5)	CORRECT (≤ 2)	ELEVÉ (> 2)
ARDENNE CENTRALE	16 798	9,4	34,7	29,0	16,8	10,2
GAL NOV'ARDENNE	3 368	10,5	35,6	28,2	16,0	9,6
LIBRAMONT	1 878	10,9	35,8	30,7	14,7	7,8
LIBIN	904	10,4	33,8	26,0	18,9	10,8
SAINT-HUBERT	528	10,2	37,1	22,3	15,7	14,6
TELLIN	58	1,7	44,8	36,2	12,1	5,2
GRUPE DES 13	226	12,8	50,9	23,0	8,8	4,4

Le rapport K/Mg déficitaire est plus problématique dans le groupe des 13 exploitations que dans les autres groupes.

L'abandon des chaux magnésiennes pour le chaulage des terres à problèmes semble donc être une nécessité.

Le calcium

Le calcium est un élément qui est très souvent déficitaire dans nos sols ardennais. Il n'existe cependant pas de normes telles qu'appliquées et décrites pour les 3 autres éléments.

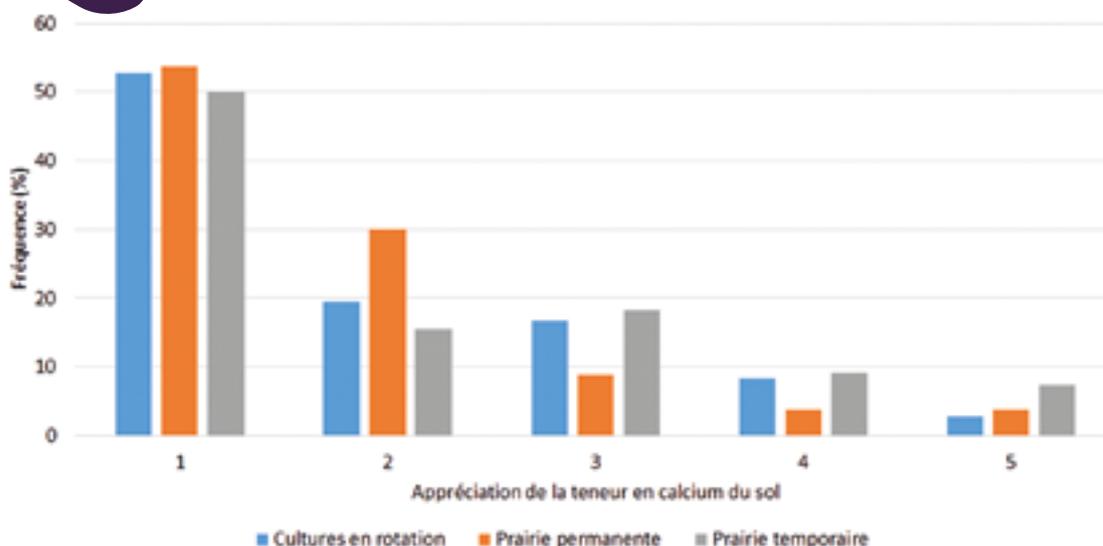
Pour illustrer la diversité des résultats obtenus dans les terres analysées, les valeurs obtenues pour le calcium ont été réparties, de manière arbitraire, en 5 classes comme le montre le tableau ci-dessous.

**TABLEAU 13 . Classes de répartition des teneurs du sol en sodium et calcium**

CLASSE	CA (Mg / 100 g DE SOL)
1	< 100
2	100 - 150
3	150 - 200
4	200 - 250
5	> 250

Le calcium est important pour la structure physique du sol. La teneur moyenne du sol en cet élément, tous types d'occupations du sol confondus, est de 169,6 mg/100 g de sol.

Les différences sont minimales entre la moyenne des prairies permanentes (161,6 mg/100 g de sol sec), des prairies temporaires (175,4 mg/100 g) et des cultures (169,8 mg/100 g).

**FIGURE 20 . Répartition des teneurs en calcium par classe**

Pratiquement plus de 50 % des échantillons ont une teneur en calcium inférieure à 100 mg/100 g de sol sec. Comparativement aux autres groupes étudiés, ces

valeurs sont semblables, exception faite de la commune de Tellin largement influencée par la zone calcaire de son territoire.

**TABLEAU 14 . Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en calcium observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)**

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS	n	FRÉQUENCE (%) DES CLASSES DES TENEURS EN CALCIUM OBSERVÉES				
		1	2	3	4	5
ARDENNE CENTRALE	16 798	48,5	27,5	13,6	5,2	5,2
GAL NOV'ARDENNE	3 368	55,4	24,7	11,6	3,6	4,6
LIBRAMONT	1 878	66,7	23,1	6,2	1,8	2,2
LIBIN	904	47,1	30,5	16,7	3,2	2,4
SAINT-HUBERT	528	15,1	19,5	28,7	15,8	20,9
TELLIN	58	1,7	5,2	8,6	17,2	67,2
GRUPE DES 13	226	51,8	21,2	14,6	7,1	5,3

3.4 QUE PEUT-ON CONCLURE DE CES RÉSULTATS ?

- Les sols étudiés dans le cadre de ces suivis sont à tendance acide, exception faite de la zone calcaire de la commune de Tellin. Cela est dû principalement à la nature de la roche-mère. Dans plus d'un cas sur deux, le chaulage est conseillé voire même une nécessité dans près de 14 % des cas. Rappelons aussi qu'un pH proche de la neutralité, pour notre région, est un non-sens et demanderait un temps et un investissement considérable. Au vu des rapports K/Mg largement déficitaires, les chaux magnésiennes doivent être évitées à tout prix, surtout dans les parcelles problématiques ;
- Les teneurs en humus sont élevées, ce qui est positif vu le rôle fondamental de l'humus dans la qualité générale des sols ;
- Les prairies permanentes, majoritairement pâturées, présentent toujours en moyenne des teneurs en minéraux plus élevées que les terres de culture ou les prairies temporaires ;
- Le phosphore est à surveiller. Il faut surtout veiller à éviter l'enrichissement excessif des sols en cet élément qui pourrait alors poser des problèmes de pollution des eaux. En prairie, une analyse de sol qui révèle une carence en phosphore, de même qu'en potassium, ne veut pas dire nécessairement que la plante manque de cet élément pour assurer sa nutrition correcte. Cette nutrition sera déterminée de manière plus rigoureuse grâce à l'analyse foliaire et au diagnostic de nutrition P et K. Néanmoins, il faut surtout garder à l'esprit que l'herbe est destinée à l'alimentation des ruminants et qu'il faut satisfaire les besoins en P de ceux-ci ;
- La fertilisation potassique devrait être systématiquement réfléchie surtout en cultures et prairies temporaires. Il conviendra donc d'apporter, en plus des engrais de ferme, un complément potassique aux prairies de fauche et aux cultures en vue d'assurer une nutrition correcte et de maintenir, voire d'améliorer, les réserves du sol. Cet apport complémentaire sera fractionné sur plusieurs années, mais également au cours d'une saison. Les formules complexes types « 18-5-5 », « 20-5-5 », ... ne se justifient pas car elles ne sont pas assez riches en K ;
- Le magnésium est très souvent excédentaire dans les sols. Si les teneurs en magnésium de vos sols sont excédentaires, il faut absolument préférer l'apport de chaux calcaire classique et éviter les engrais enrichis en magnésium. Cela permet d'éviter une dépense inutile et des problèmes liés aux déséquilibres (rapport K/Mg) ;
- Le calcium est très souvent déficitaire. Des apports de calcium peuvent être conseillés dans la majorité des cas. Ces apports proviendront principalement des amendements calciques.



04

Les indices de nutrition

LES INDICES DE NUTRITION

- 4.1 Généralités sur les indices
de nutrition 41
- 4.2 Les tendances 42



Les indices de nutrition



4.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES INDICES DE NUTRITION

Dans certaines conditions, les analyses de sol ne permettent pas de caractériser précisément la biodisponibilité du phosphore, dont une part importante est liée à la matière organique du sol. L'analyse de sol ne prend pas non plus en compte le niveau d'intensification (azoté notamment) qui pourtant conditionne les besoins des plantes en minéraux. Des essais ont montré que des sols avec des teneurs en phosphore proches des 3,5 mg/100 g (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.

Plutôt que de partir sur les éléments disponibles dans le sol, certains chercheurs se sont intéressés au statut minéral des plantes elles-mêmes. Les indices de nutrition ont été développés depuis de nombreuses années sur du matériel végétal frais¹⁰. Ils sont complémentaires aux analyses de sols car ils permettent de mieux apprécier la disponibilité du phosphore et du potassium pour les végétaux. Le diagnostic obtenu par l'analyse d'herbe repose sur l'équilibre entre les éléments minéraux N, P, K

et S qui composent les tissus végétaux lorsque les conditions de croissance sont optimales.

Les indices de nutrition phospho-potassique (iP et iK) permettent aux agriculteurs de déterminer une carence éventuelle à partir de l'analyse du végétal. Les analyses de sols sont basées sur la détermination des minéraux par une méthode d'extraction (à l'EDTA) qui est une des méthodes officielles pour estimer ce qui est disponible pour la plante. Il peut parfois exister des différences importantes entre les résultats de l'analyse de sol et ce qui est réellement prélevé par les plantes d'où l'intérêt du calcul des indices de nutrition. La méthode développée par Salette et Huché a été validée pour le calcul d'indices sur du matériel végétal frais mais il est possible de réaliser ces calculs sur base des résultats d'analyses d'ensilage sans modification des calculs¹¹. Cependant, il existe une imprécision dans les estimations. Il n'est donc pas conseillé d'utiliser cette méthode pour des échantillons individuels mais seulement sur une base de données¹⁰.

Comme pour le phosphore et le potassium, il est possible d'estimer la nutrition soufrée des prairies à l'aide des teneurs en N et S des fourrages¹⁰.

POUR ALLER PLUS LOIN

CALCUL ET INTERPRÉTATION DES INDICES DE NUTRITION

Les indices de nutrition peuvent être calculés :

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

En pratique, l'état de nutrition en phosphore ou en potassium est :

- **Excédentaire** lorsque l'indice de nutrition correspondant (iP ou iK) est supérieur à 120 (tableaux ci-dessous). Dans ce cas, la suppression de la fertilisation,

respectivement, en P ou en K n'entraînera pas de diminution de production.

- **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.
- **Insuffisant** : $60 < i < 80$ ou **très insuffisant** : 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.

TABLEAU 15 . Conseils de fertilisation basés sur l'interprétation de l'indice iP

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
60 À 80	Insuffisant	Majorer les apports recommandés de 30 unités
< 60	Très insuffisant	Majorer les apports recommandés de 30 unités

¹⁰ Salette et Huché, 1991 / ¹¹ Mathot et al., 2009

TABLEAU 16 . Conseils de fertilisation basés sur l'interprétation de l'indice iK

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
60 À 80	Insuffisant	Majorer les apports recommandés de 60 unités
< 60	Très insuffisant	Majorer les apports recommandés de 60 unités

Pour le soufre, l'indice de nutrition est : $IS = S\% / [(0.0662 * N\%) - 0.00198] * 100$.

Au-delà de 110, il n'y a plus d'augmentation de rendement liée au soufre.

En-deçà, un apport de soufre peut être bénéfique.

4.2 LES TENDANCES



LE PHOSPHORE

Le phosphore n'est généralement pas un élément limitant en prairie. En effet, moins de 5 % des échantillons présentent des indices de nutrition insuffisants¹². Cette proportion reste sensiblement identique pour la période 2007-2016¹³.

L'apport de phosphore en complément des engrais de ferme n'est que rarement nécessaire. Cependant, la complémentation des animaux est parfois utile, voire indispensable.

LE POTASSIUM

La situation est différente et plus compliquée pour le potassium. Avant 2007, seulement 15 % des prairies présentaient des indices de nutrition insuffisants¹¹. Pour la période 2007 à 2016, cette proportion est passée à 30 %¹². La situation est toutefois contrastée entre les différentes régions agricoles et le type de prairie. Des études menées en Ardenne sur les zones des GAL Haute-Sûre

- Forêt d'Anlier¹⁴ et Nov'Ardenne ont montré que plus de la moitié des échantillons d'herbe provenant de prairies de fauche présentaient un iK < 80. La situation des pâtures est nettement meilleure car la très grande majorité du potassium ingéré est restitué directement sur les parcelles par les déjections.

LE SOUFRE

En Wallonie, des déficiences en soufre ont été observées au sein de prairies de fauche conduites intensivement avec des apports élevés d'azote minéral, sur des sols légers et pauvres en matières organiques. Cependant, dès qu'il y a restitution de matières organiques, sous forme de fumier ou de lisier, les risques de

carences sont fortement réduits.

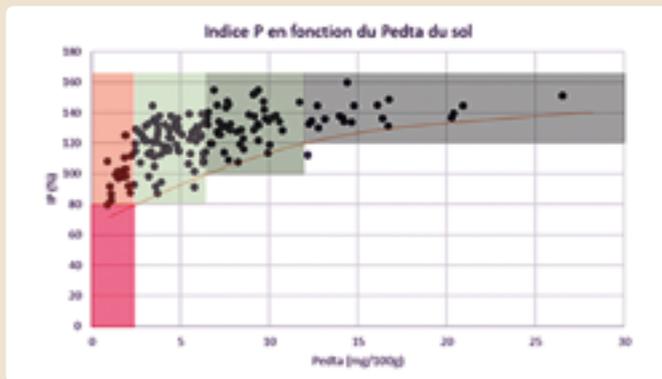
En Province de Luxembourg, une étude¹⁵ a montré que seulement 9 % des échantillons de fourrage présentaient une carence en soufre sur base des besoins des animaux (N/S > 14). Un rapport N/S de 10 est parfois recommandé pour les animaux.

RELATION ENTRE ANALYSES DE SOLS ET INDICES

En 2018 et 2019, le Centre de Michamps et Protect'eau ont réalisé une comparaison entre les analyses de sols et les indices de nutrition sur les mêmes parcelles.

Les échantillons ont été prélevés par les équipes de Protect'eau dans différentes régions en Wallonie. Les analyses et le traitement des résultats ont été réalisés par le Centre de Michamps.

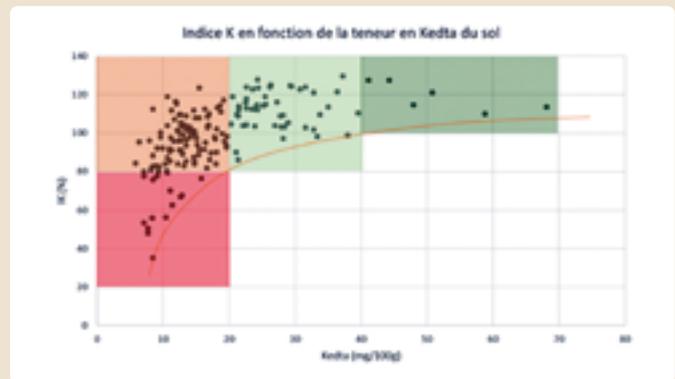
FIGURE 21 . Relation entre la teneur en phosphore du sol et les indices de nutrition correspondant



Des valeurs de iP inférieures à 100 ne sont observées que dans des parcelles dont la teneur en P est inférieure à 6,5 mg de P/100 g de terre. Cependant, même dans des parcelles dont l'analyse de terre indique une teneur pauvre en P, les indices de nutrition peuvent être satisfaisants.

Au-delà de 6,5 mg de P/100 g de terre, l'iP dépasse toujours 100. Au-delà de 12,5 mg de P/100 g de terre, l'indice iP est toujours supérieur à 120 et donc considéré comme excédentaire dans toutes les parcelles.

FIGURE 22 . Relation entre la teneur en potassium du sol et les indices de nutrition correspondant



Lorsque la teneur en K est supérieure à 20 mg de K/100 g de terre, les indices de nutrition iK sont toujours supérieurs à 80.

Des indices de nutrition iK inférieurs à 80, indiquant une carence en K, ne sont observés que dans des parcelles dont la teneur en K est inférieure à 20 mg de K/100 g de terre. Cependant, comme pour le P, il arrive très fréquemment que l'indice iK soit supérieur à 100, malgré une teneur en K du sol inférieure à 20. Dans ces cas, on peut supposer qu'un autre facteur limite la production et donc le besoin en K. Il peut s'agir d'une fertilisation azotée faible, de la carence d'un autre élément ou d'un facteur de l'environnement.

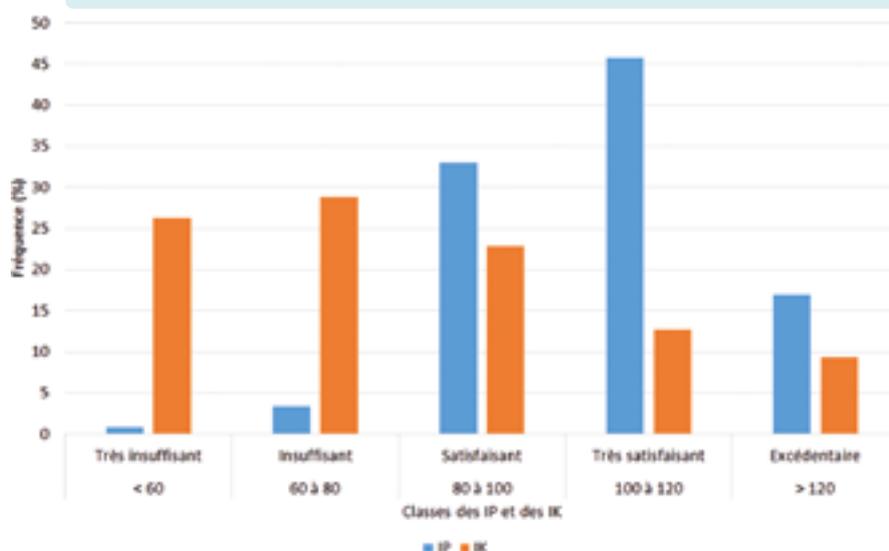
RÉSULTATS OBTENUS DANS LES SUIVIS

Sur base de 118 échantillons d'ensilage d'herbe, analysés en 2018 et 2019 et provenant du groupe des 13 agriculteurs participants au projet, une étude a été menée sur les indices de nutrition en phosphore, en potassium ainsi qu'en soufre.

Les indices de nutrition phosphatée sont globalement

bons voire excédentaires comme le montre le graphique ci-dessous. Dans le cas des prairies, les conseils de fertilisation phosphatée sont souvent surévalués. Ainsi, des valeurs en P supérieures à 3,5 mg de phosphore par 100 g de terre sèche sont généralement suffisantes pour maintenir une nutrition correcte (IP > 80).

FIGURE 23 . Répartition des indices de nutrition phosphatée et potassique, réalisée sur base des ensilages d'herbe, en fonction des classes.



Par contre, la situation est beaucoup plus problématique pour la nutrition potassique. En effet, on remarque que plus de 50 % des échantillons présentent une alimentation en potassium déficitaire. Ces résultats confirment les tendances observées avec les résultats d'analyses de sols et soulignent l'importance de repenser la fertilisation potassique actuelle.

Pour le soufre, près de 75 % des échantillons présentent un indice supérieur à 110, signe que l'apport de soufre

n'a pas d'intérêt dans ces parcelles. Seuls moins de 7 % des échantillons ont un IS inférieur à 80. Dans ces cas, pour autant que les autres éléments ne soient pas limitants, une fertilisation soufrée pourrait être bénéfique pour la plante. Du côté des animaux, on estime qu'ils risquent d'être carencés lorsque le ratio N/S de la ration est supérieur à 14. Dans ce cas alors, c'est près de 23 % des échantillons qui peuvent être considérés comme carencés (et on ne parle ici que d'herbe, le pourcentage risque d'augmenter dès que l'on ajoute un autre aliment).



FERTILISATION

- 5.1 Principes de fertilisation 47
- 5.2 Quelques rappels 47
- 5.3 Les apports d'azote
à la sortie d'hiver 48
- 5.4 La fertilisation organique
de l'épeautre
en région froide 51
- 5.5 Le phosphore 52
- 5.6 Le potassium 52
- 5.7 Le soufre 53
- 5.8 Calcium et magnésium 54
- 5.9 Les autres oligoéléments 54



Fertilisation



5.1 PRINCIPES DE FERTILISATION

La fertilisation 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 en alimentation animale, avec une quantité et une qualité des productions répondant aux besoins du cheptel, tout en préservant l'environnement. Si ce sont des cultures de rentes, l'optimum économique sera recherché à tout prix.

Il n'existe malheureusement pas de statistiques fiables quant aux pratiques de fertilisation sur le territoire wallon et encore moins au sein du territoire du GAL Nov'Ardenne.

Cependant, ce territoire est situé au cœur d'une zone de polycultures-élevage, ce qui signifie que les exploitations

bénéficient quasiment toutes d'engrais de ferme disponibles pour leurs prairies et cultures. Ceux-ci sont la base d'une fertilisation équilibrée et économique.

Les engrais achetés dans les exploitations, qu'ils soient organiques, organo-minéraux ou minéraux, complètent la fourniture d'éléments nutritifs si nécessaire.

La fertilisation, bien que nécessaire, représente généralement un des postes les plus importants dans les frais culturels. En culture, elle peut représenter en moyenne 27 % en agriculture conventionnelle et jusqu'à 46 % en agriculture biologique selon une étude menée sur le territoire du Parc naturel Haute Sûre - Forêt d'Anlier. En prairie temporaire, la part de la fertilisation représente en moyenne 47 % des coûts totaux (Meniger, communication personnelle, 2022).

NB : ce paragraphe n'est pas destiné à expliquer en détails les principes de fertilisation. Ceux-ci sont détaillés dans différents ouvrages accessibles facilement (Les livrets de l'agriculture n°15). Différents outils existent également pour aider à appréhender les bases de la fertilisation ; ils sont disponibles sur le site de Protect'eau (www.protect'eau.be).

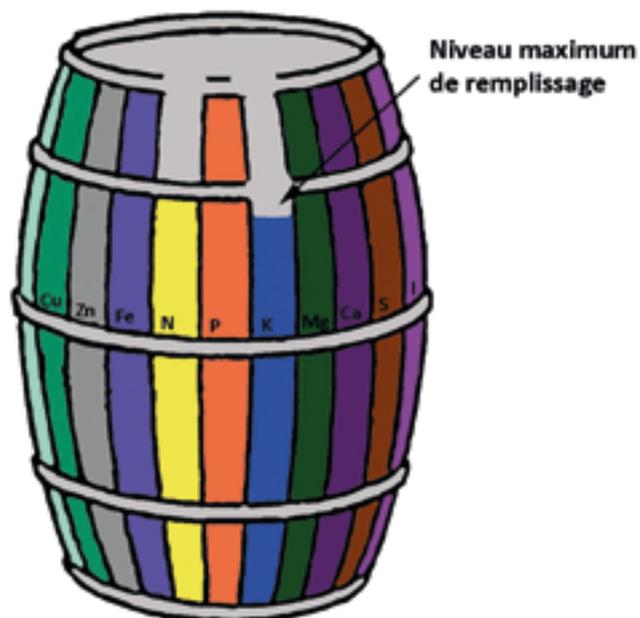
Un document complet concernant l'utilisation des engrais de ferme en prairies et en cultures est également disponible sur le site du Centre de Michamps (www.centredemichamps.be) et de Protect'eau. Il détaille les aspects réglementaires et donne de nombreux conseils agronomiques pour aller encore plus loin dans le raisonnement de la gestion de ces matières organiques afin d'améliorer son autonomie ou accélérer sa transition vers l'agroécologie.

5.2 QUELQUES RAPPELS

D'après Knoden D., Lambert R., Nihoul P., Stilmant D., Pochet P., Crémer S., Luxen P., 2007. Fertilisation raisonnée des prairies. Les livrets de l'Agriculture n°15. SPW. 45 p.

La loi du minimum est aussi un concept à bien comprendre. De façon imagée, le sol peut être comparé à un fût composé de différentes planches verticales. Certaines planches peuvent être bien plus hautes que d'autres. Pourtant, la planche qui limitera le remplissage du tonneau est la planche la plus courte. Le principe de fonctionnement du sol est similaire à cette image. Même dans un sol très riche en certains éléments, si l'un en particulier est manquant, il limitera à lui seul la production du sol. C'est un facteur limitant.

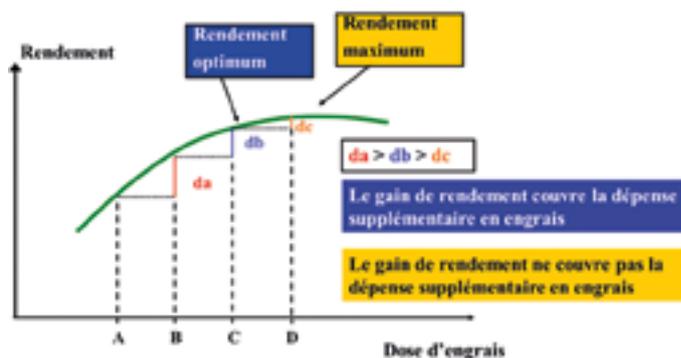
FIGURE 24 . Représentation de la loi du minimum



Une autre loi écologiquement et économiquement importante est celle des **accroissements moins que proportionnels**.

Elle se comprend facilement grâce à la figure ci-contre qui représente le fait que les augmentations de rendement ne sont pas proportionnellement liées aux augmentations d'apport d'engrais. Les augmentations de rendement sont de moins en moins importantes au fur et à mesure que la fertilisation augmente. Une « surfertilisation » n'est donc absolument pas intéressante car elle implique des dépenses financières inutiles ainsi qu'une pollution des sols.

FIGURE 25 . Représentation de la loi des accroissements moins que proportionnels



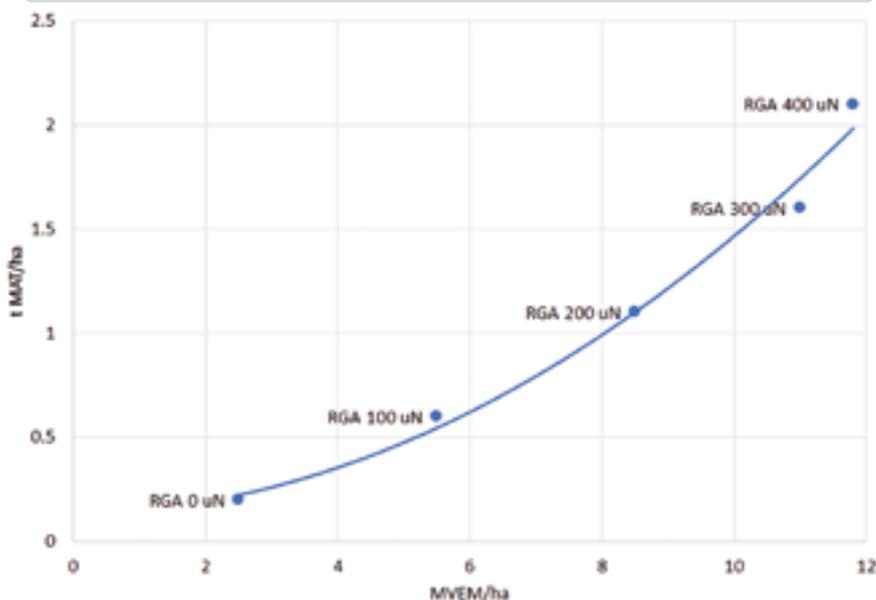
5.3 LES APPORTS D'AZOTE À LA SORTIE D'HIVER

EN PRAIRIE

L'azote est le principal facteur de croissance des plantes et, comme le montre la figure ci-dessous, il influence également la teneur en protéines du fourrage. Ainsi, plus la fertilisation azotée augmente, plus la quantité de proté-

ines produites à l'hectare augmente, masquant ainsi le phénomène de dilution causé par l'augmentation du rendement en matière sèche.

FIGURE 26 . Rendements en matière azotée totale (t/ha) et en énergie (MVEM/ha) en fonction des doses d'azote apportées à l'hectare dans la région Louvain-la-Neuve.



Toutefois, il faut veiller à ne pas exagérer les doses d'azote apportées. En plus d'être problématiques au niveau économique et environnemental, les excès peuvent entraîner un risque sanitaire à cause d'une augmentation de la quantité d'azote soluble dans le fourrage. La fertilisation azotée est probablement la plus délicate à gérer à cause de ses nombreuses formes, de son lessivage, notamment sous les formes nitrate et nitrite, mais aussi du nombre de sources différentes d'azote qui peuvent intervenir dans le raisonnement.

Une application trop précoce de la fumure azotée peut occasionner des pertes d'azote qui doivent être minimi-

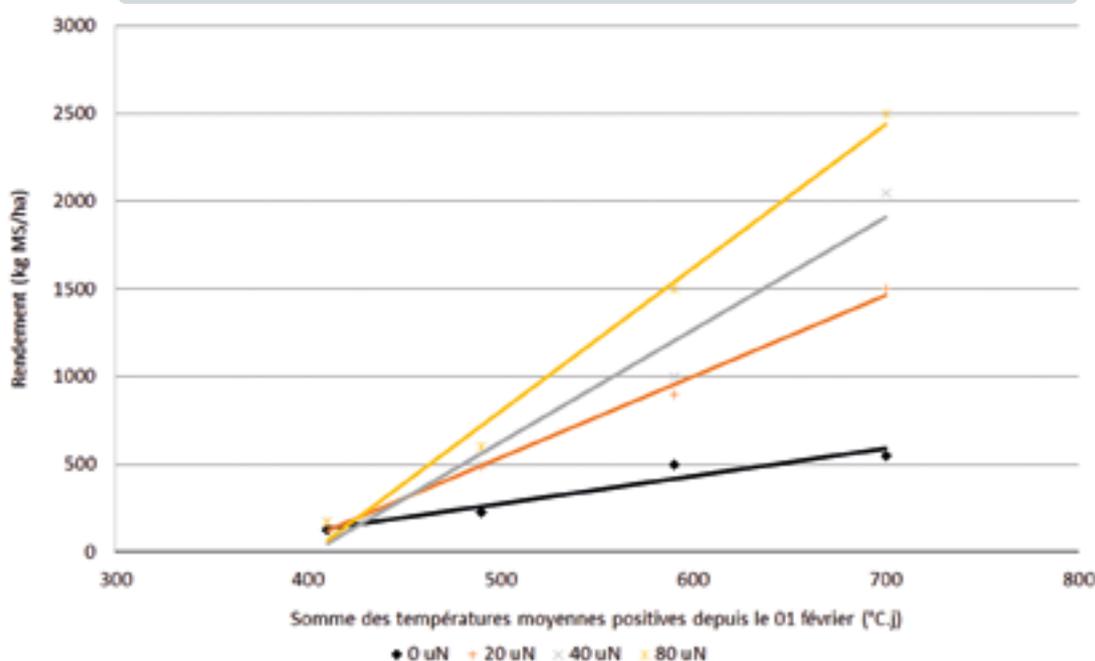


sées pour éviter les gaspillages, et la pollution de l'eau et de l'air. A l'inverse, une application trop tardive peut affecter le rendement en réduisant le potentiel de croissance de la prairie. Depuis de nombreuses années, différents essais pluriannuels, menés un peu partout en Wallonie sur l'efficacité d'engrais azotés type nitrate d'ammoniac, tentent de donner une réponse à cette question épineuse. Les réponses sont très variables d'une année à l'autre.

Ainsi, à Michamps, les meilleurs rendements en première coupe sont obtenus pour des dates d'application de la première fraction azotée qui varient entre le 15 mars et le 15 avril selon les années. Pourquoi ces différences ? Parce que les conditions climatiques sont plus ou moins rigoureuses d'une année à l'autre ce qui influence le départ de végétation.

Dans d'autres essais, la date du départ de la croissance (ou de végétation) a été suivie. Dans ceux-ci, l'azote a été appliqué très tôt pour être sûr qu'il ne constitue pas un facteur limitant pour le départ de la croissance. Les premières applications ont été faites au début du mois de mars à Michamps et à Elsenborn et en février à Louvain-la-Neuve. Le départ de croissance est estimé, par régression linéaire, entre le rendement mesuré chaque semaine et la somme des températures moyennes positives, comme cela est illustré à la figure ci-dessous. La température est le principal facteur climatique qui agit sur la croissance au printemps. L'expression du rendement en fonction de la somme des températures plutôt qu'en fonction du nombre de jours donne généralement de meilleures relations. La date du départ de croissance est ensuite déduite de la somme des températures.

FIGURE 27 . Détermination de la date apparente de départ de la croissance par régression linéaire entre le rendement et la somme des températures



En observant le graphique ci-dessus, on constate qu'il n'y a pas de différence entre les dates de départ de croissance avec une fertilisation azotée de 20, 40 ou 80 unités (N20, N40 et N80) et sans fumure azotée (N0). L'application d'une fumure azotée très tôt pour accélérer le départ de la croissance n'est donc pas justifiée. Par contre, la fumure azotée agit sur la vitesse de croissance et donc, sur le rendement. Ainsi, les rendements peuvent chuter de 5 à 15 % si l'apport d'azote a été réalisé un mois avant la date préconisée.

Des modèles de ce type ont été développés en France, notamment par Arvalis. Ces modèles, disponibles en ligne, calculent la date du premier épandage selon la règle des 200°C cumulés depuis le 1er janvier. Ces modèles sont développés pour des régions à climats plus continentaux. Cela a notamment pour impact de prédire

des dates d'application trop précoces pour nos conditions climatiques, surtout si le mois de janvier est relativement doux. Ainsi, sur base des données recueillies au Centre de Michamps, l'application la plus précoce conseillée par ce modèle était située au 20 février. Ce modèle pourrait être adapté à nos régions en se basant sur une somme de températures calculée à partir d'une date postérieure au 1er janvier, et pourquoi pas sur base de la date du départ en croissance. Cette croissance démarre environ un mois à un mois et demi plus tôt à Louvain-la-Neuve qu'à Elsenborn. La différence entre les années atteint environ 20 jours à Michamps.

Si l'on compare les dates de départ de la croissance et les dates optimales d'application de la fumure azotée déterminées sur le site de Michamps, on constate que la période optimale d'application de la fumure azotée se

situé environ 8 à 20 jours avant le départ de végétation. Cependant, le départ de la croissance est difficile à prévoir car il dépend surtout du climat instantané et pas tellement des conditions climatiques antérieures. Aussi, le meilleur moment d'application de l'azote est d'autant plus difficile à déterminer précisément qu'il est antérieur à la date de départ en végétation.

La meilleure façon de procéder pour trouver la date d'application idéale de l'engrais azoté est de se baser sur des observations régionales. Le bon compromis pour l'application de la première fraction semble se situer vers la

fin février à Louvain-la-Neuve, la fin mars à Michamps et le début avril à Elsenborn. Des essais sont toujours en cours pour affiner ces données.

Des applications plus précoces présentent un risque élevé de pertes. On observe quelquefois une reprise de croissance plus précoce lorsque les températures sont particulièrement élevées pour la saison. Cependant, les conditions météorologiques peuvent encore se dégrader fortement après cette période et les plantes peuvent être fragilisées si on a favorisé la pousse par des applications trop précoces d'engrais.

TABLEAU 17 . Dates moyennes conseillées d'application de la première fraction azotée

LIEUX	MOYENNE BELGIQUE	PAYS DE HERVE	ARDENNE	HAUTE ARDENNE
DATE	Fin février	Début mars	Fin mars	Début avril

Certains engrais azotés, généralement à base d'urée, sont disponibles dans le commerce. Ces engrais ont la particularité d'être, selon les cas, totalement ou partiellement transformés par les micro-organismes du sol pour être rendus disponibles pour les plantes. Les processus biologiques sont directement liés à la température du sol et donc au climat. Si ce type d'engrais est appliqué, les dates d'épandage de ceux-ci doivent être avancées d'une dizaine de jours par rapport aux dates préconisées pour des engrais à base de nitrate d'ammoniaque.

L'épandage des engrais de ferme, comme de toutes les autres matières organiques, est réglementé par la quatrième version du PGDA (arrêté du Gouvernement Wallon du 23 février 2023). Toutes les informations utiles sont reprises sur www.protecteau.be.

Les apports d'engrais peuvent se réaliser tôt en saison pour autant que toute la réglementation soit respectée (dates, conditions de sol, quantités...). Ces apports permettent dès lors de relativiser et d'atténuer l'importance de la date de la première fraction azotée en prairie car ceux-ci apportent déjà, plus tôt dans la saison, de l'azote sous différentes formes dont certaines peuvent être mo-



bilisées rapidement par les plantes. Rappelons encore que les engrais de ferme sont d'autant mieux valorisés lorsque les apports sont fractionnés.

L'efficacité de l'azote diminue lorsque la fumure augmente. La fumure optimale se situe aux environs de 80 kg d'N/ha pour la première coupe. Cette observation est connue en fertilisation sous le nom de « loi des accroissements moins que proportionnel ».

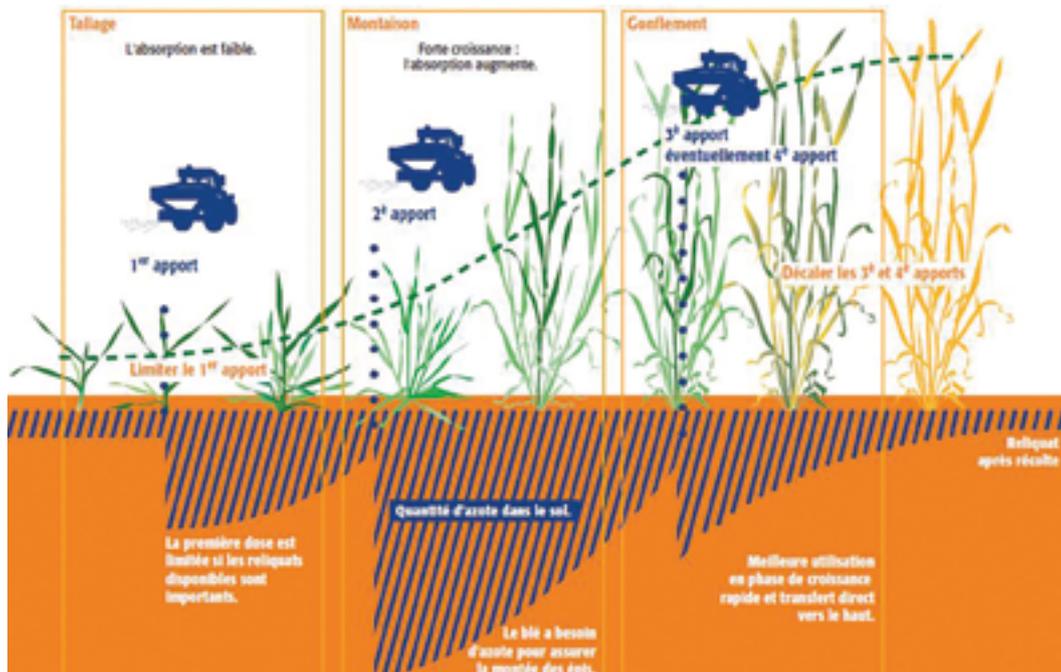
Vous pourrez retrouver l'ensemble des informations concernant le PGDA sur leur site Internet www.protecteau.be et dans leurs différents documents techniques.

EN CULTURES

La fertilisation azotée des céréales demande à être fractionnée afin d'être la plus optimale possible car au cours

de la période de culture, l'azote est absorbé en quantités différentes selon le stade de développement.

FIGURE 28 . Fractionnement des apports et besoins en azote du froment (Arvalis)



Le fractionnement est généralement basé sur l'apport de 3 fractions :

- La première au « tallage » ;
- La seconde au « redressement » ;
- Et la troisième à la « dernière feuille ».

En Ardenne, le fractionnement en deux apports (tallage et redressement) est généralement suffisant sauf dans le cas où l'on cherche à augmenter la teneur en protéines des grains.

Chaque année, les conseils de fertilisation sont publiés sur le site Internet du « Livre blanc » (<https://www.livre-blanc-cereales.be/>).

Au tallage, les céréales absorbent environ 50-60 unités d'azote provenant des reliquats ainsi que de la minéralisation qui eux même dépendent notamment des conditions pédoclimatiques.

Au « redressement », les besoins azotés s'accroissent, jusqu'à l'apparition de la dernière feuille. Plus de 100 unités d'azote sont prélevées pendant cette 2^e phase.

Ensuite, jusqu'au stade de maturité, les reliquats sont pratiquement épuisés, mais la minéralisation continue de fournir de bonnes quantités d'azote. Un apport extérieur peut tout de même encore être conseillé à ce stade afin d'assurer un bon remplissage des grains (Livre Blanc, 2006).

5.4 LA FERTILISATION ORGANIQUE DE L'ÉPEAUTRE EN RÉGION FROIDE

Le développement des modes de production biologique, la disponibilité d'engrais de ferme provenant des élevages et les préoccupations environnementales au sujet de l'utilisation des engrais ont conduit à mener des essais sur la fertilisation organique de l'épeautre en région froide. Les quatre années d'expérimentation (2016 à 2019) permettent de disposer d'informations fiables sur cette question.

Nous souhaitons rappeler qu'en dépit d'une efficacité variable selon les années, l'apport d'engrais de ferme est toujours bénéfique pour la culture et la parcelle : fertilisant complet (N, P, K...), effets positifs sur la teneur en matière organique, la structure du sol, l'activité biologique et la régulation du pH et de l'eau du sol. Les effets

des engrais de ferme ne sont pas totalement visibles sur une seule année de culture. Ils apportent des éléments qui ont des impacts pendant plusieurs années mais qui sont difficilement quantifiables. Il est donc nécessaire de les considérer dans leur globalité à l'échelle de la rotation.

Les résultats montrent que les fientes de volailles permettent d'obtenir un rendement supérieur à ceux obtenus avec du fumier de bovin composté mais ceci n'est pas statistiquement significatif chaque année ; leur coefficient d'utilisation est également supérieur. L'engrais organique du commerce représente un certain coût mais est valorisé par la culture et présente un bon coefficient d'efficacité.

TABLEAU 18 . Résultats des essais pluriannuels de fertilisation organique sur l'épeautre en zone froide (2016 à 2019) (Escarnot et al., 2020)

OBJET	2016		2017		2018		2019		MOYENNE	
	uN/ha	Rdt kg/ha	uN/ha	Rdt kg/ha	uN/ha	Rdt kg/ha	uN/ha	Rdt kg/ha	uN/ha	Rdt kg/ha
1 - TÉMOIN SANS AZOTE	0	2 904	0	6 679	0	4 631	0	4 794	0	4 752
2 - FUMIER BOVIN COMPOSTÉ	145	3 247	133	6 805	188	5 351	150	5 499	154	5 226
3 - FUMIER BOVIN COMPOSTÉ	222	3 416	203	6 795	288	5 319	230	5 651	236	5 295
4 - FIENTES DE VOLAILLE	175	3 459	156	7 103	141	5 373	150	6 384	156	5 580
5 - FIENTES DE VOLAILLE	270	3 805	244	7 060	221	5 921	230	7 081	241	5 967
6 - MINÉRAL	150	4 432	150	7 232			65	6 156	122	5 940
7 - ORGANO-MINÉRAL					70	5 334	70	5 656	70	5 495

Les différentes modalités de fertilisation n'ont montré qu'un impact faible ou nul sur les paramètres de qualité : teneur en protéines, indice de Hagberg, indices de Zélény et Zélény/protéines. Enfin les reliquats azotés sont restés dans une gamme raisonnable pendant les quatre années d'expérimentation.

Il faut toutefois être prudent dans l'utilisation des engrais de ferme à action rapide telles que les fientes de volailles dont l'efficacité peut être élevée et donc limiter ce type d'engrais de ferme à 100-150 kg N/ha afin de ne pas dépasser la dose qui peut être valorisée par la culture.

5.5 LE PHOSPHORE

Le phosphore n'est généralement pas un élément limitant en prairie. En effet, moins de 5 % des échantillons présentent des indices de nutrition insuffisants (60 à 80) ou très insuffisants (<60)¹⁶. L'apport de phosphore en complément des engrais de ferme n'est que rarement nécessaire. Cependant, la complémentation des animaux est parfois utile, voire indispensable, dans le cas de vaches laitières où leur ration de base est composée

d'ensilage d'herbe et d'une part importante de maïs.

Le phosphore était pratiquement toujours présent en quantité suffisante pour satisfaire les besoins de l'herbe dans les parcelles analysées. Il faut dès lors veiller à éviter l'enrichissement excessif des sols en cet élément qui pourrait alors poser des problèmes de pollution des eaux.

5.6 LE POTASSIUM

Le potassium est un élément clé qui permet notamment aux végétaux d'augmenter leur résistance face à différents stress et agresseurs (maladies fongiques, gel...). Cependant, cet élément est très délicat car si les végétaux doivent en absorber des quantités relativement importantes pour leur croissance optimale, les fourrages produits ne doivent pas être trop riches en potassium sous peine de poser problème chez les animaux (fièvre de lait). En Wallonie, comme dans d'autres régions, les teneurs du sol en potassium tendent à diminuer, surtout

en prairies de fauche. L'apport d'engrais potassiques s'avère donc parfois indispensable pour une croissance optimale de l'herbe, surtout dans le cas de prairies riches en légumineuses. Tous les produits herbagers frais ou conservés sont riches en potassium (plus de 20 g/kg de MS). Le maïs, par contre, présente des teneurs nettement plus faibles (en moyenne 12 à 13 g/kg de MS). Toutefois le potassium ne manque jamais dans la ration alimentaire, le seuil minimum de 5 g/kg étant toujours largement dépassé¹⁷.

Pour le potassium, les situations de carences sont courantes, surtout en prairies de fauche dans les parcelles suivies. Ces résultats confortent le constat dressé avec les analyses de sols. **Une teneur en K comprise entre 20 et 30 mg de K/100 g de terre permet d'assurer une disponibilité suffisante pour l'herbe dans tous les cas.** Cependant, si la prairie est conduite de façon « extensive », on peut se satisfaire d'une teneur inférieure. En cas de carence, il conviendra donc d'ap-

porter, en plus des engrais de ferme, un complément potassique aux prairies de fauche en vue d'assurer une nutrition correcte et de maintenir, voire améliorer, les réserves du sol. Cet apport complémentaire sera idéalement fractionné sur plusieurs années, mais également au cours d'une saison. Le raisonnement de la fertilisation phospho-potassique est globalement semblable à celle de l'azote¹⁸.



Un essai mené en prairie temporaire¹⁹ a notamment montré que l'apport de 200 unités de K₂O a permis une augmentation de production moyenne de matière sèche (MS) de respectivement 16,4 et 15,2 % pour le KCl et le K₂SO₄ (tableau ci-dessous) par rapport au témoin. Les teneurs en matières azotées totales (MAT) du fourrage ont éga-

lement augmenté de plus de 7 %. Ces augmentations ne sont cependant pas statistiquement significatives ($p > 0,05$). Les objets fertilisés montrent une moindre sensibilité aux maladies (*Microdochium nivale* et *Drechslera siccans*) de façon significative ($p < 0,05$) et une nutrition potassique (IK) très significativement améliorée ($p < 0,01$) par rapport au témoin.

TABLEAU 19 . Rendements totaux en matière sèche et matières azotées totales, maladies (1 - peu sensible à 9 - très sensible), et moyenne des indices de nutrition potassique pour les 3 objets. Les valeurs qui n'ont pas de lettre commune dans une même colonne sont significativement différentes.

OBJETS	RENDEMENT		MALADIES	IK
	MS (kg/ha)	MAT (kg/ha)		
CHLORURE DE POTASSIUM	32 579 ^a	4 054 ^a	1,5 ^a	72 ^a
SULFATE DE POTASSIUM	32 246 ^a	4006 ^a	2,0 ^a	74 ^a
TÉMOIN	27 992 ^a	3 745 ^a	3,4 ^b	38 ^b

D'autres résultats issus d'un essai de longue durée, montrent une diminution des rendements de 20 à plus de 35 % pour les parcelles où la fertilisation potassique est limitante. De plus, cet essai montre que dans le cas

d'une parcelle où la teneur en potassium du sol est faible à très faible, l'application de 400 unités de K₂O, en deux applications, permet difficilement de remonter ces teneurs à un niveau satisfaisant.

Les besoins (et les exportations) en phosphore des plantes sont plus faibles que ceux en potassium ; il faut en tenir compte. La grande majorité des engrais composés vendus dans notre région ne sont pas adaptés aux besoins car ils sont aussi riches en phosphore

qu'en potassium. Exit donc les formules complexes types « 18-5-5 », « 15-15-15 », ... L'utilisation d'engrais potassique simple est donc recommandée dans la plupart des cas afin d'apporter des doses d'éléments fertilisant les plus justes possible.

5.7 LE SOUFRE

Le soufre est un élément indispensable pour les animaux et les plantes car il est un composant essentiel de certains acides aminés qui composent les protéines. Chez les végétaux, il joue un rôle dans la formation de la chlorophylle. Longtemps, les besoins en soufre des prairies ont été comblés par les retombées atmosphériques mais depuis les nombreux efforts pour réduire les émissions de soufre ce n'est plus toujours le cas aujourd'hui.

Le sol contient du soufre sous forme organique mais ce dernier n'est pas directement assimilable par les plantes car elles le prélèvent sous forme de sulfate. Mais sous cette forme, il est facilement lessivable. Il existe également des effets antagonistes entre éléments, notamment entre le soufre et le sélénium. A l'heure actuelle, l'analyse du végétal reste le meilleur indicateur pour détecter une carence en soufre.

¹⁸ Knoden et al., 2007 / ¹⁹ Crémer et al., 2017

FIGURE 29 . Ray-grass d'Italie carencé en soufre (jaunâtre) devant des plantes qui ont poussé sur un sol bien pourvu



L'analyse de terre ne permet pas actuellement d'établir un diagnostic. De plus, l'apport de soufre dépend beaucoup des retombées atmosphériques, très variables d'une région à l'autre, mais aussi d'une année à l'autre, ainsi que de l'utilisation de certains types d'engrais riches en soufre.

L'application systématique d'engrais soufré n'est pas conseillée car en cas d'excès de soufre, la déficience en sélénium peut être accrue. En cas de déficience avérée, mise en évidence par l'analyse de l'herbe ou du silo, une application de l'ordre de 20 kg de S/ha/an (50 kg/ha de SO₃), répartie sur les différentes coupes, est suffisante.

POUR ALLER PLUS LOIN

Chez les animaux, la nutrition optimale nécessite une concentration en soufre de 0,2 % par kg de MS pour les vaches laitières, et de 0,15 % pour les bovins viandeux. Le rapport N/S optimal chez les bovins se

situerait entre 10 et 14. Si les carences sont dangereuses, les excès le sont également. Quel que soit le type de bétail, la teneur en soufre ne devrait pas dépasser 0,35 à 0,4 % dans la ration complète.

5.8 CALCIUM ET MAGNÉSIUM

En Wallonie, il est rare de se retrouver dans des situations où le calcium et/ou le magnésium seraient limitants pour la croissance de l'herbe. Lorsque des chaulages réguliers sont effectués, le niveau de calcium

présent dans le sol est suffisant. Pour le magnésium, les teneurs du sol sont en augmentation dans la plupart des sols de la région. Dans certains cas, les apports de Mg doivent même être limités au minimum.

5.9 LES AUTRES OLIGOÉLÉMENTS²⁰

Des carences en oligoéléments sont couramment observées dans les fourrages. Ainsi, une étude menée sur des échantillons de fourrages en 2004 au Centre de Michamps a montré qu'environ 10 % des ensilages sont carencés en cuivre et plus de 90 % en zinc. Il est possible de corriger ces carences par la fertilisation. Rappelons déjà l'intérêt des engrais de ferme qui contiennent déjà l'ensemble de ces oligoéléments à des concentrations diverses. Différentes études ont montré une influence positive d'un apport d'oligoéléments sur le rendement et/ou sa concentration dans le fourrage, mais ces apports sont parfois difficiles à mettre en pratique.

En effet, ceux-ci doivent être appliqués en petites quantités pour éviter les risques de toxicité pour les végétaux et/ou les animaux. Certains engrais spécialisés per-

mettent d'apporter ces petites doses. Ainsi, l'utilisation de cuivre a permis une augmentation des teneurs en cet élément dans le sol et dans les fourrages de première coupe. Cependant, l'efficacité des apports de cuivre et de zinc est à nuancer car une partie de ces fumures sont, dans le sol, partiellement converties sous forme indisponible pour les végétaux. Pour le sélénium, l'utilisation d'engrais enrichis en cet élément permet d'augmenter les teneurs de celui-ci dans les aliments et d'obtenir des valeurs normales de séléniémie chez les animaux.

Afin d'éviter les carences en oligoéléments chez les animaux, il est conseillé de réaliser un état des lieux de ces teneurs par une prise de sang. La complémentation éventuelle sera apportée sous forme de minéraux correctement assimilables.

FICHES PRATIQUES

- 6.1** Conseils pour la gestion
des prairies **57**
- 6.2** Conseils pour cultiver
de la luzerne **65**
- 6.3** Conseils pour cultiver des
mélanges céréales-protéagineux
récoltés immatures **69**
- 6.4** Lutte contre les adventices
dans les associations
avec légumineuses **71**
- 6.5** Quelques tableaux
de référence **74**



Fiches pratiques



6.1 CONSEILS POUR LA GESTION DES PRAIRIES

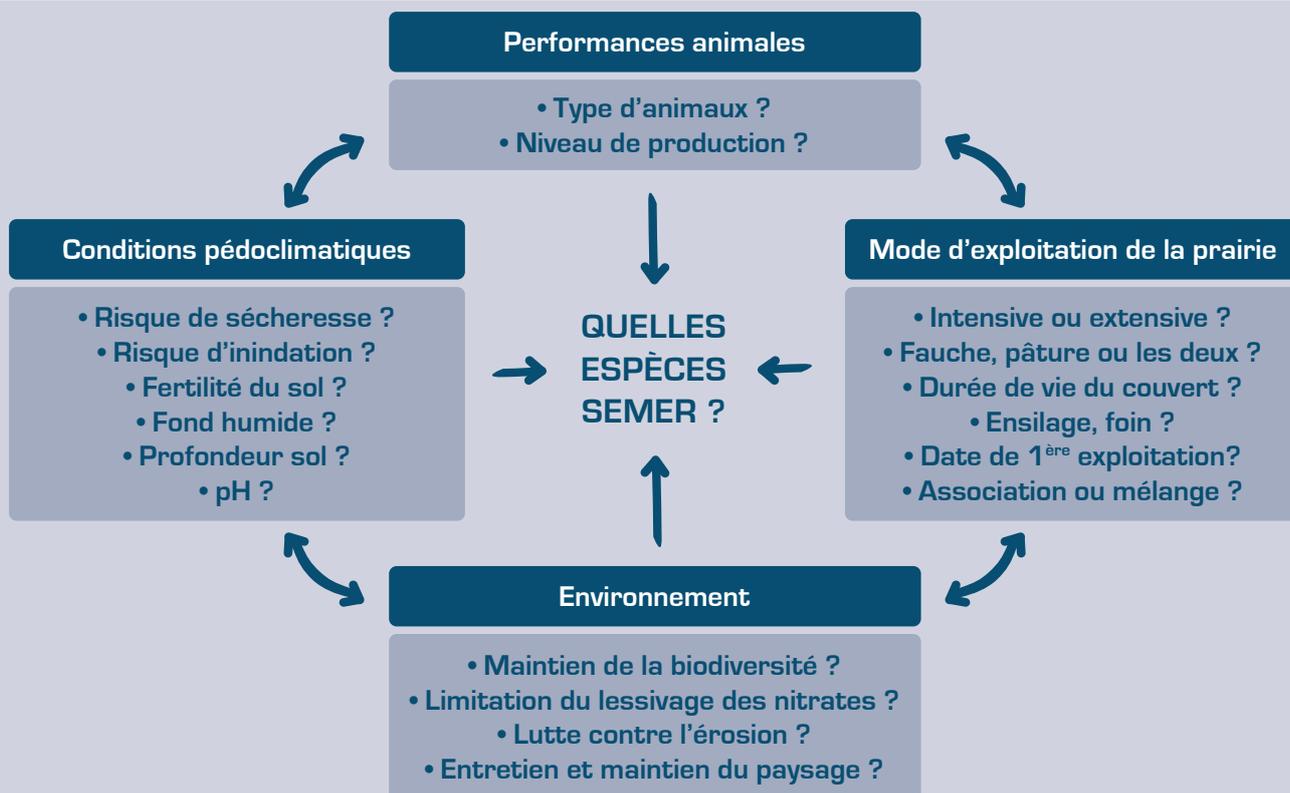
L'IMPLANTATION DES PRAIRIES

A quoi faut-il être attentif à l'achat d'un mélange prairial ?

Même si les combinaisons de mélanges ou d'associations proposées sur le marché sont multiples, toutes ne sont pas nécessairement adaptées à votre situation ! Il faut dès lors se poser quelques questions et bien réfléchir à son mélange pour avoir une prairie productive et pérenne.

- Quel est le système d'exploitation prévu de la parcelle (fauche, pâture, mixte) ?
- Quelles sont les espèces présentes dans ce mélange ?
- Quelles sont les proportions spécifiques ou variétales ?
- Sont-elles annuelles ou pluriannuelles ?
- Sont-elles adaptées à ma façon d'exploiter et à mon cheptel ?
- Sont-elles adaptées au climat et à mon type de sol ?
- Sont-elles capables de supporter la concurrence d'autres espèces ?
- Ont-elles des précocités sensiblement identiques ?

FIGURE 30 . Principales questions à se poser pour déterminer les espèces et les variétés adaptées pour le semis d'une prairie²¹



Composer son propre mélange prairial

Les mélanges proposés par les vendeurs de semences ne correspondent pas toujours aux conditions des prairies à semer. Les avantages et inconvénients des princi-

pales espèces sont présentés sur le site de Fourrages Mieux (www.fourragesmieux.be).

²¹ Crémer, 2013-3, adapté de Ratier, 2005

Quelques rappels sont toutefois nécessaires pour réaliser un mélange fourrager à ses besoins :

• La vitesse d'installation

Elle joue un rôle important. Une espèce qui a une installation lente risque de souffrir de la concurrence d'autres

plantes, désirables ou non, au moment de la levée. Par exemple, une fléole a peu de chance de bien se développer si on la sème avec un ray-grass italien. Généralement, plus une espèce est pérenne, plus elle est lente et délicate à installer, exception faite du ray-grass anglais (installation rapide et relativement pérenne).

TABLEAU 20 . Vitesse d'installation des principales graminées et légumineuses prairiales²²



• Le pouvoir de concurrence au printemps

Il est le reflet de l'agressivité des différentes espèces. Il va conditionner l'importance de celles-ci dans le couvert. Derrière le terme « pouvoir de concurrence », il faut entendre la précocité de démarrage, le port et la vitesse de croissance des plantes. Par exemple, un mélange à base de dactyle et de ray-grass anglais évoluera progressivement de beaucoup de ray-grass après l'installation

à beaucoup de dactyle après 3-4 années d'exploitation. Cette évolution se fera d'autant plus rapidement que les conditions seront limitées ou défavorables au ray-grass anglais. La différence d'agressivité interspécifique entre variétés peut être importante mais n'est généralement pas connue. Fourrages Mieux teste cette dernière pour les variétés de ray-grass anglais.

• La pousse estivale

Elle est un critère à prendre en compte dans les régions où le déficit hydrique d'été pose régulièrement problème

car certaines espèces y sont plus résistantes (dactyle, fétuques élevées, luzerne...) que d'autres (ray-grass).

TABLEAU 21 . Comportement en situation de mélange (9 = élevé, 1= faible)²³

9 = RAPIDE/FORT 1 = LENT(E)/FAIBLE	VITESSE D'INSTALLATION	POUVOIR DE CONCURRENCE AU PRINTEMPS *	POUSSE ESTIVALE	PRODUCTIVITÉ APRÈS 3 ANS
RAY-GRASS ANGLAIS	8	3 - 7	1	3
RAY-GRASS D'ITALIE **	9	9	1	1
RAY-GRASS HYBRIDE **	9	9	1	1
DACTYLE	5	8	8	9
FÉTUQUE ÉLEVÉE	3	7	8	9
FÉTUQUE DES PRÉS	3	4	5	3 - 5
FLÉOLE	1	3 - 4	4	5
TRÈFLE BLANC	5	3 - 4	3 - 4	4 - 6
TRÈFLE VIOLET **	7	6	6	1
LUZERNE	4	3 - 6	9	7

*Pouvoir de concurrence au printemps : précocité au démarrage, port de la plante et vitesse de croissance.

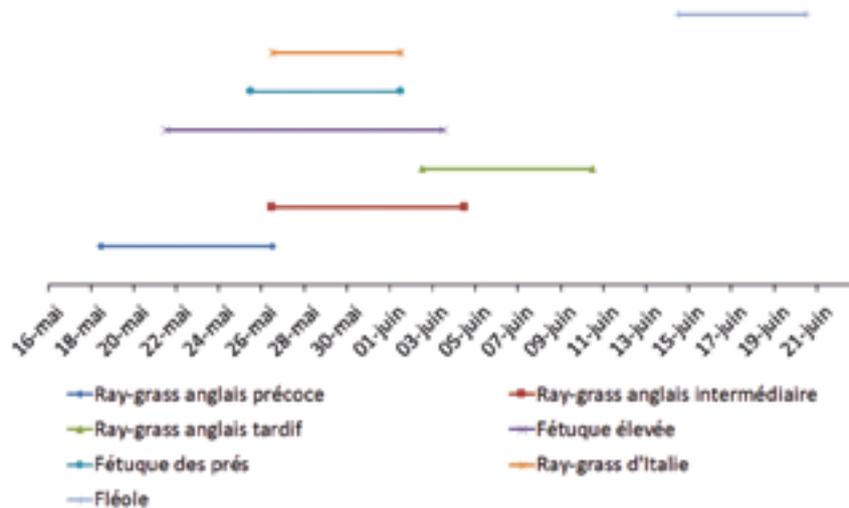
**Espèces de courte durée (3 ans) pouvant présenter un intérêt dans la phase d'installation des mélanges de longue durée. Des espèces de plus courte durée, telles que les céréales, peuvent également être utilisées en tant que plantes-abris au cours des premiers mois de la prairie.

• La précocité d'épiaison des espèces

Elle doit être relativement semblable afin de faciliter l'exploitation de la prairie. Les différences de précocité entre variétés sont également très marquées. Par exemple, pour augmenter la souplesse d'exploitation, il est préférable d'associer un ray-grass anglais précoce

(+ fauche) et un intermédiaire, ou un intermédiaire et un tardif (+ pâturage). Il n'est pas conseillé de mélanger des précoces et des tardifs. Le ray-grass tardif est trop court quand le précoce est bon à faucher ou le précoce est épié lorsque le tardif est au bon stade de pâturage.

FIGURE 31 . Variation des précocités d'épiaison des principales espèces fourragères en Ardenne



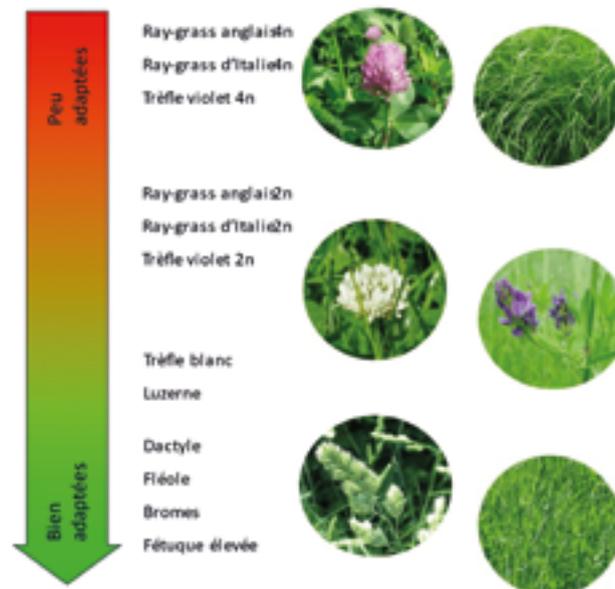
• **L'exploitation** de la parcelle influencera énormément la composition du mélange. Par exemple, certaines plantes ou espèces sont plus adaptées au pâturage qu'à la

fauche, ou vice-versa. Au fil des ans, la flore s'adaptera à vos méthodes d'exploitation.

• **La capacité de dessiccation/séchage** est très différente entre espèces, voire même entre variétés. Par exemple, le dactyle, la fléole et les fétuques sèchent

beaucoup mieux que les ray-grass. Pareillement, un ray-grass tétraploïde est plus riche en eau qu'un diploïde.

FIGURE 32 . Adaptation à la dessiccation des différentes espèces fourragères



• **La remontaison** chez les graminées, décrit la capacité qu'elle a de remonter en épi après une exploitation au stade « épi à 10 cm ». Les ray-grass d'Italie et les ray-grass anglais sont des espèces dites « remontantes » et d'autres telles que le dactyle ou les fétuques sont non-remontantes. Les premières donneront à nouveaux des épis après une exploitation postérieure au stade épi à 10 cm, même s'il y a moins de tiges pour les remontaisons que pour la première montaison. La pousse des épis favorise la production de matière sèche et facilite

la fauche mais diminue la valeur alimentaire d'une façon assez semblable à ce qui se passe au premier cycle. Les espèces et variétés non-remontantes ne donneront que des repousses feuillues. Avoir des repousses feuillues est aussi un avantage certain pour la qualité du fourrage que ce soit pour le pâturage ou pour la fauche. Celle-ci sera déterminée par l'âge des repousses car les feuilles subissent les effets du vieillissement. La qualité et bien évidemment la quantité des repousses dépendront également des conditions météorologiques.

DE LA CULTURE PURE AUX MÉLANGES COMPLEXES

L'intérêt des mélanges complexes ou multi-espèces est un sujet qui interpelle le monde agricole. Certains agriculteurs, notamment de nombreux producteurs biologiques, ont opté pour des mélanges très complexes alors que d'autres travaillent avec des mélanges plus simples voire même dans certains cas avec des espèces pures. Ces options constituent simplement des réponses techniques différentes à la production herbagère. Les essais réalisés en Wallonie sur la pertinence de complexifier les

mélanges montrent que les mélanges très complexes sont équivalents aux mélanges plus simples bien pensés et ne sont pas nécessairement plus productifs, ni en quantité, ni en qualité^{24, 25, 26}. Notons aussi qu'en France, l'AFPF²⁷ estime qu'un mélange constitué de plus de 6 espèces (et plus de 8 variétés) ne présentent pas plus d'intérêt que des mélanges plus simples. Leur intérêt et leur utilisation est plutôt philosophique qu'agronomique.

Il faut attirer l'attention sur le choix des variétés à semer car on ne peut réaliser un bon mélange avec de mauvaises variétés. Le testage des variétés et la recommandation des meilleures d'entre elles en ce qui

concerne la productivité, la valeur alimentaire, la pérennité, la résistance à l'hiver, aux maladies et l'aptitude au pâturage font partie des missions de l'asbl Fourrages Mieux. Une recommandation est publiée annuellement.

Le tableau ci-dessous résume les avantages et inconvénients des différentes possibilités de mélanges offertes aux agriculteurs.

TABLEAU 22 . Avantages et inconvénients des cultures pures, associations ou mélanges

TYPE	EXEMPLE	DÉSHÉRBAGE	RÉDUCTION DE LA FERTILISATION	RÉGULARITÉ DE PRODUCTION	PRIX (AU KG)	IMPACT SUR LA BIODIVERSITÉ
CULTURE PURE	100 % ray-grass italien variétés A, B et C	++	--	-	+	--
ASSOCIATION	70 % ray-grass anglais variétés A et B 30 % trèfle blanc variété C	-	+	+	+	+/-
MÉLANGE SIMPLE	45 % ray-grass anglais 4n variété A 30 % ray-grass anglais 2n variété B 15 % fléole des prés variété C 10 % trèfle blanc variété E	-	+(+)	+	+	+
MÉLANGE COMPLEXE	33 % ray-grass anglais variétés A et B 20 % fétuque des prés variété C 20 % fétuque élevée variété E 13 % fléole variété D 7 % trèfle blanc variété F 7 % trèfle violet variété G	-	+(+)	+	-	+

2n et 4n font référence au niveau de ploïdie de la variété

c'est-à-dire au nombre d'exemplaires de jeux complets de chromosome du génome (Wikipedia, 2023).

Densité optimale de semis, la recherche de l'optimum

La densité de semis doit permettre d'obtenir un peuplement à la levée d'environ 250 plantules viables par m² en ray-grass d'Italie et 500 plantules/m² pour les autres espèces²⁸. Rogers²⁹ a montré que vouloir établir un gazon comportant 1550 plantes/m² a été un échec, la population de plantes a rapidement chuté à 320/m².

La relation entre nombre de plantules et densité de semis est difficile à établir car de nombreux facteurs influencent la germination et la levée. Citons simplement le pouvoir germinatif et la pureté des semences, les conditions pédoclimatiques après le semis, le pouvoir compétitif et la vigueur des plantules...

Anciennement, et selon différentes sources, le nombre recommandé de semences par m² était compris entre 1 100 et 5 500²⁸. En Belgique, c'est une densité de 1 900 semences par m² (= 19/dm²) qui est préconisée³⁰. Ces densités sont plus que suffisantes pour assurer une couverture optimale de la prairie même en considérant des pertes de plantules de l'ordre de 50 %.

Pour convertir ces quantités de semences au m² en kg/ha, il faut encore tenir compte du « poids de mille grains » (PMG) de chaque espèce. Le tableau ci-dessous nous donne une approximation des PMG des différentes espèces prairiales. Notons au passage que la variété a une grande influence sur ces valeurs.

FIGURE 33 . Comparaison de la taille de différentes semences fourragères



TABLEAU 23 . Poids de mille grains (g) indicatifs de différentes espèces fourragères

NOM LATIN	NOM COMMUN	PMG (g)
2. <i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle	0,8 à 1,4
<i>Festuca arundinacea</i>	Fétuque élevée	1,8 à 2,5
<i>Festuca pratensis</i>	Fétuque des prés	1,7 à 2,1
<i>Lolium multiflorum</i>	Ray grass d'Italie 2n	2,0 à 2,5
<i>Lolium multiflorum</i>	Ray grass d'Italie 4n	3,7 à 5,1
1. <i>Lolium perenne</i>	Ray grass anglais 2n	1,3 à 2,7
<i>Lolium perenne</i>	Ray grass anglais 4n	2,0 à 4,0
5. <i>Medicago sativa</i>	Luzerne	2,0
3. <i>Phleum pratense</i>	Fléole des prés	0,3 à 0,7
<i>Poa pratensis</i>	Pâturin des prés	0,3 à 0,5
4. <i>Trifolium pratense</i>	Trèfle violet 2n-4n	1,8 à 3,4
6. <i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc	0,6 à 0,7

Exemples pratiques

Considérant ces valeurs, voici deux exemples de mélanges avec les quantités de semences apportées en fonction des quantités semées.

TABLEAU 24 . Nombre de semences apportées par m² en fonction des quantités semées pour une association « classique »

ESPÈCES	PROPORTION DANS LE MÉLANGE (%)	QUANTITÉ SEMÉE (kg/ha)			
		20	30	40	50
RAY-GRASS ANGLAIS 4 n	55	367	533	733	900
RAY-GRASS ANGLAIS 2 n	35	438	688	875	1 125
TRÈFLE BLANC	10	303	455	606	758
SOMME	100	1 107	1 675	2 214	2 783

Ce tableau montre qu'en semant ce mélange à base de ray-grass anglais à 35 kg/ha, le nombre de semences (1 900/m²) est théoriquement suffisant pour assurer une couverture du sol optimale. Au-delà de 35 kg/ha, à part augmenter votre facture d'environ 4 € par kg supplémentaire, il n'y aura pas de plus-value ni quantitative, ni qualitative de votre prairie.

Pour les mélanges contenant des espèces à petites semences (fléole, pâturin des prés), il est important d'en tenir compte dans le choix de la dose de semis. L'exemple présenté dans le tableau ci-dessous montre l'erreur que l'on fait souvent quand on achète un mélange avec beaucoup de fléole (mélange type « Ardenne ») et qu'on le sème à 40 voire 50 kg/ha.

TABLEAU 25 . Nombre de semences apportées par m² en fonction des quantités semées pour un mélange simple riche en fléole rencontré dans le commerce.

ESPÈCES	PROPORTION DANS LE MÉLANGE (%)	QUANTITÉ SEMÉE (kg/ha)			
		20	30	40	50
RAY-GRASS ANGLAIS 4 n	13	87	130	173	217
RAY-GRASS ANGLAIS 2 n	22	275	413	550	688
FLÉOLE	45	3000	4500	6000	7500
FÊTUQUE ÉLEVÉE	15	143	214	286	357
TRÈFLE BLANC INTERMÉDIAIRE	5	143	214	286	357
SOMME	100	3647	5471	7295	9118

Dans ce cas, même à 20 kg/ha, c'est presque deux fois la quantité de semences recommandée au m². Ceci est dû au fait que le poids de 1000 grains de la fléole est très faible. Pour rappel, un semis de fléole pure se réalise avec 10 kg/ha !! Dans la pratique, on recommandera tout de même de semer ce type de mélange à 25 kg/ha car la fléole est très lente d'installation et le risque est plus grand d'avoir un grand nombre de pertes à la levée.

Quelles sont les conséquences liées à un semis trop dense ?

La première conséquence est surtout financière (voir calcul ci-dessus). Comme l'a montré notamment Rogers³¹, les résultats ne sont pas meilleurs avec des semis très denses car l'équilibre entre les plantes s'établit rapidement en éliminant bon nombre d'entre elles. La concurrence à la levée est trop forte et au final, la prairie n'est pas plus dense. Ceci peut avoir des répercussions sur la pérennité de la prairie.

L'AFPF³² estime elle, que pour des mélanges, il ne faut pas dépasser les 30 kg/ha de semences pour que chaque variété puisse s'exprimer. Au-delà, les espèces ou variétés les plus rapides d'installation et les plus agressives au démarrage prennent le dessus sans laisser de place aux autres espèces moins concurrentielles. Les Suisses et les Allemands recommandent entre 30 et 35 kg/ha pour la plupart de leurs mélanges également.

RÉCOLTER DES FOURRAGES DE QUALITÉ

La qualité des fourrages (richesse en énergie, protéines, minéraux...) est influencée par différents facteurs que l'agriculteur maîtrise ou non. Parmi les facteurs maîtrisables de variation, on peut distinguer ceux liés à la nature du végétal (composition botanique, fertilisation, stade récolte,) et ceux liés à la récolte (technique de fauche...), à la conservation et à la distribution. Il y a aussi

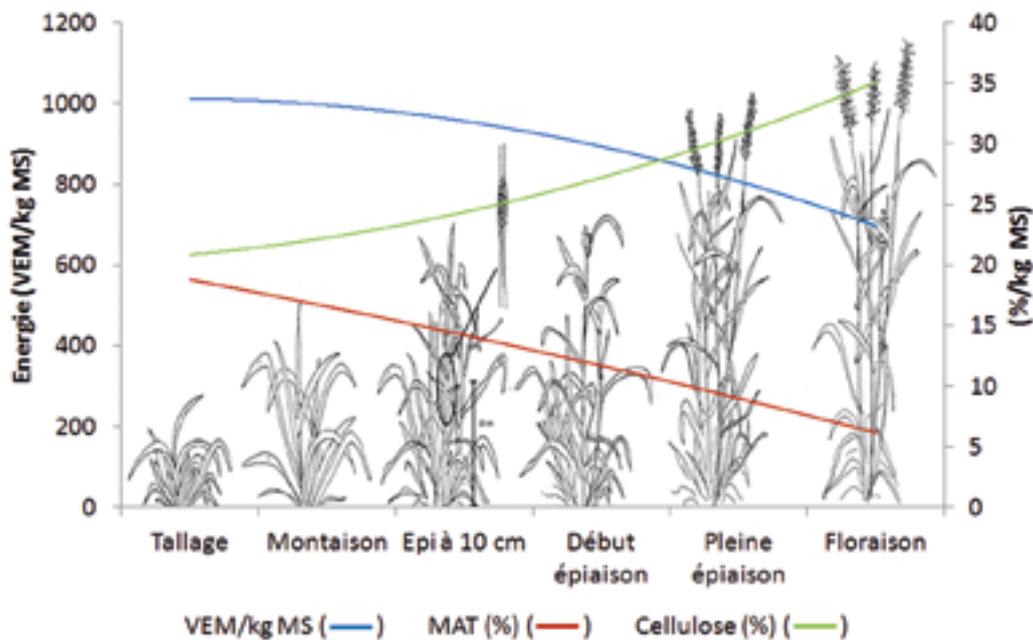
D'un point de vue économique, si l'on sème ce mélange à 50 kg/ha, on augmentera le prix de 100 €/ha !

Il est donc préconisé de semer les mélanges fourragers à la dose de 30-35 kg/ha maximum selon les espèces utilisées dans le mélange. Diminuer la dose/ha si vous utilisez de la fléole dans vos mélanges et surtout si celle-ci représente plus de 20 %.



des facteurs non maîtrisables tels que la qualité du sol qui influence la qualité des végétaux (sol pauvre, filtrant ou asphyxiant, acide ou alcalin...) ou encore les conditions météorologiques (sécheresse, fortes pluies). La figure ci-dessous montre l'évolution des teneurs en énergie, de la matière azotée totale et de la cellulose d'une graminée en fonction de son stade de développement.

FIGURE 34 . Evolution de la teneur en énergie (VEM/kg de MS), en matières azotées totales (% MAT) et de la cellulose (%) en fonction du stade des graminées



Chez les graminées, au fur et à mesure de la croissance de la plante, les teneurs en énergie (VEM) et en protéines (MAT) diminuent alors que la teneur en cellulose augmente. C'est aux stades les plus jeunes que les graminées sont les plus intéressantes car elles sont appétantes, digestes, riches en matières azotées, en énergie et minéraux et pauvres en cellulose. Une fois que la plante démarre son stade de reproduction et que l'épi se forme, les teneurs en cellulose augmentent petit à petit et les herbes « durcissent ».

Ces végétaux, souvent moins appétants à cause de leur teneur en cellulose, peuvent impliquer des refus dans les prairies pâturées mais peuvent convenir pour une coupe de foin. Il faut également savoir qu'il existe des espèces ou variétés remontantes et d'autres non-remontantes. Comme le ray-grass, les espèces remontantes pourront épiller à nouveau après une exploitation de la prairie après le stade épi à 10 cm. A l'inverse, les espèces ou variétés non-remontantes ne reproduiront que des feuilles après une exploitation au stade épi à 10 cm.

Pour optimiser la qualité de la fauche et de la reprise de la végétation après une exploitation, quelques règles sont à respecter. **L'idéal est d'avoir une hauteur de coupe entre 5 et 7 cm** (8 cm en présence de luzerne) afin d'avoir un compromis entre reprise rapide, rendement, qualité de fourrage et couverture du sol. Une coupe sous les 5 cm est à bannir car le plateau de tallage (le point de départ des feuilles et réserve de nutriments) doit absolument être préservé. Une fois touché, celui-ci peinera à redémarrer sa production de feuilles et l'eau s'évacuera trop facilement.

Un autre inconvénient d'une coupe trop basse est la diminution de la couverture du sol. La terre apparente entre les talles de graminées est une place offerte aux adventices (chiendent, rumex, pissenlits...) qui vont combler les espaces vides, proliférer et concurrencer les graminées désirées.

Lors de la fauche, pour un séchage plus rapide, les faucheuses peuvent être accompagnées par un conditionneur. Ce dispositif permet d'écraser les feuilles afin de casser leur cuticule pour laisser l'eau se libérer plus facilement mais aussi d'éparpiller l'herbe sur le sol pour faciliter le séchage. Attention, le conditionneur n'est par contre, pas recommandé pour les légumineuses étant donné la fragilité des feuilles de celles-ci.

Les trèfles et surtout les luzernes doivent absolument être manipulés avec précaution pour ne pas perdre les feuilles, organes végétaux où se trouvent les éléments nutritifs recherchés. On recommande de les retourner à basse vitesse lors du fanage et de faner le fourrage le moins possible.

Les fourrages seront récoltés à au moins 35 % de MS pour un ensilage ou conservation en balles enrubannées et au moins 85 % de MS pour du foin.



Avant de faucher, je déplie ma faucheuse sur une surface plane, sur un béton par exemple, et je mesure la hauteur de coupe. De cette façon, je suis sûr d'avoir une hauteur de fauche optimale.

(Ph. Raskin)



LES GRANDES RÈGLES DE L'ENTRETIEN DES PRAIRIES

Au fil des années, les prairies peuvent se dégrader, laisser place aux adventices et baisser en production. Le sursemis est alors une solution permettant de venir renforcer une prairie sans pour autant devoir complètement la rénover. Voici quelques règles d'or pour réussir un sursemis :

Quand ? Au printemps (le plus tôt possible, en sortie d'hiver, si les conditions le permettent) ou en automne (pas trop tard, pour éviter les destructions à cause des gelées, éviter les légumineuses qui sont trop fragiles pour passer l'hiver jeunes).

Comment ? Sur un gazon ras, après passage d'un outil à dents pour ouvrir et aérer le sol, semer de 10 à 30 kg/ha selon les dégradations et terminer par rouler (ou pâturer) afin de bien encremer les semences dans la terre. Il est possible de faire un sursemis à l'aide d'une herse étrille puis d'un rouleau, ou bien d'un semoir Vrédo par exemple. Il faut éviter toute fertilisation azotée afin de ne pas stimuler la croissance des plantes déjà présentes qui étoufferaient les nouvelles plantules.

Désherbage ? Un désherbage avant le sursemis peut permettre de détruire les adventices qui laisseront des vides pour faire place aux nouvelles semences. Pour un sursemis de printemps, le désherbage aura lieu à l'ar-

rière-saison et au printemps pour un sursemis d'été ou d'automne. Le choix des produits utilisés pour le désherbage seront bien réfléchis pour éliminer les plantes indésirables tout en préservant les graminées et légumineuses intéressantes déjà installées. Certains herbicides ayant des rémanences assez longues, il faudra parfois attendre plusieurs mois avant de faire le sursemis.

Quelles espèces ? Semer des variétés agressives, à implantation rapide, tels que du ray-grass d'Italie et/ou du trèfle blanc. Il peut aussi être intéressant de faire un semis de printemps sous couverture, comme sous une céréale ou un pois ou encore un mélange.



Pour des prairies durables, une charge de 3,5-4 UGB par hectare est visée. Concernant les entretiens, ils sont réalisés par vent d'ouest et sol réchauffé. Du compost et de la chaux sont apportés en petits apports réguliers.

(A. Incoul)



DES FOURRAGES PLUS RÉSILIENTS FACE AUX ALÉATS CLIMATIQUES

Compte tenu des périodes de sécheresse de plus en plus fréquemment rencontrées, voici quelques conseils pour tenter de leur faire face et tendre vers l'autonomie fourragère.

• **Privilégier des espèces résistantes à la sécheresse et à la chaleur :** la sensibilité à la sécheresse et à la chaleur des ray-grass rendent leur culture de plus en plus compliquée avec les conditions climatiques actuelles. Le dactyle se montre par contre plus apte à produire lors de périodes compliquées. D'autres graminées comme la fétuque élevée, le fromental, le brome ou le ray-grass

hybride ont aussi montré des résultats satisfaisants lors d'essais à Louvain-la-Neuve et à Michamps.

Le maïs est lui aussi touché par les périodes de sécheresse ; les variétés très précoces et ultra précoces sont à privilégier en année sèche.

• **Faire des associations :** en plus d'associer ensemble des bonnes graminées productives et résistantes, compléter le mélange avec des légumineuses est essentiel pour faire face aux aléas climatiques et assurer une production régulière au cours de la bonne saison.

- **Penser aux céréales immatures** : la culture de céréales immatures est une alternative intéressante dans la ration dans les régions plus froides comme l'Ardenne. Moins sensibles à la sécheresse que le maïs, elles représentent une sécurité fourragère dans les régions où celui-ci est parfois délicat à cultiver. En plus, grâce à sa période de récolte précoce, les céréales immatures permettent de les faire suivre par une CIPAN par exemple. On peut retrouver dans ces mélanges des céréales mais aussi des pois, féveroles et vesces qui apporteront de la protéine.

Les céréales immatures peuvent également servir de couverture pour l'implantation d'une nouvelle prairie. Les mélanges de prairie et méteil sont semés à l'automne, par exemple une association d'orge, triticale, froment, complémentée avec du pois, associé à du ray-grass hybride (TGH) et du trèfle violet (TV) pour la prairie. Au printemps, le méteil est récolté en vert et ensilé et la prairie RGH-TV peut prendre place pour 2 ou trois ans de prairie de fauche.

- **Les CIPAN** : les cultures pièges à nitrates emblavées en fin d'été peuvent être soit enfouies comme engrais verts, soit récoltées comme fourrage d'appoint. Les CIPAN doivent être composées d'espèces à implantation rapides comme du ray-grass d'Italie (RGI). La présence de légumineuses dans le mélange offrira une sécurité face aux conditions climatiques peu prévisibles de l'arrière-saison et constituera un apport d'azote.

Les CIPAN sont récoltées soit avant l'hiver et offrent peu de rendements en régions froides, soit au printemps où elles permettront une récolte aux rendements intéressants. Une récolte printanière a l'inconvénient de parfois pénaliser la culture suivante. Cependant, la balance avantages-inconvénients pèse tout de même en faveur de la mise en place d'une CIPAN puisque le fourrage apporté sera plus important que la perte de rendement de la culture suivante.

6.2 CONSEILS POUR CULTIVER DE LA LUZERNE

La luzerne a notamment comme avantage d'apporter des protéines dans la ration et demande peu de fertilisation azotée car elle possède un système de fixation

de l'azote grâce aux bactéries du genre *Rhizobium*. Sa culture est toutefois délicate et demande une attention toute particulière.

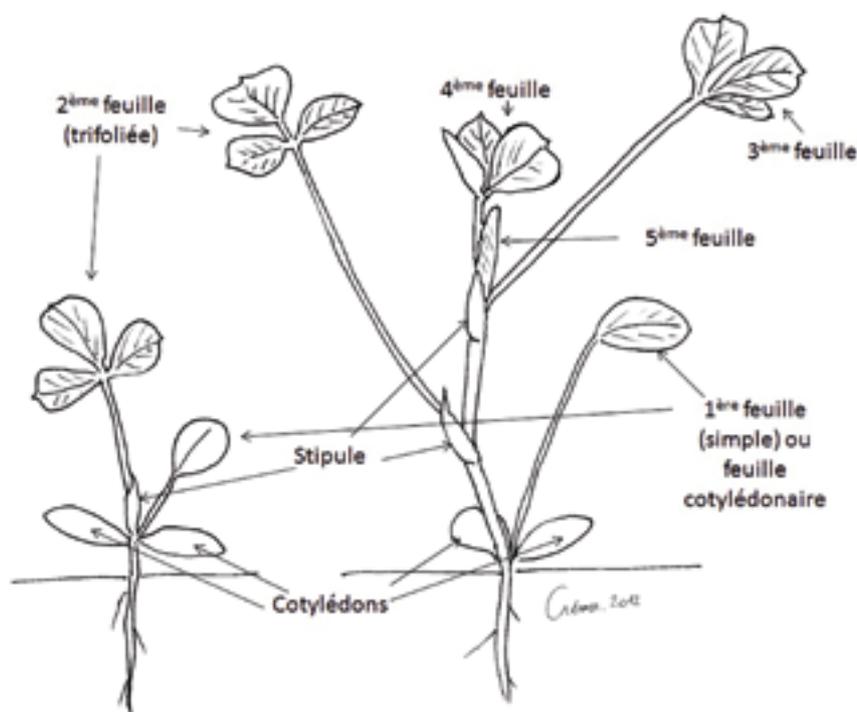
CARACTÉRISTIQUES BOTANIQUES

La luzerne est une plante pérenne [4 à 5 ans] de la famille des Fabacées (anciennement légumineuses). De taille moyenne (60 à 110 cm), glabre et à racine pivotante, ses tiges sont dressées et robustes. Les feuilles sont généralement composées de 3 folioles mucronées. Les fleurs sont violettes, plus rarement blanches, pourpres, crèmes ou jaunes. Les luzernes rencontrées chez nous,

les types « flamandes », sont des hybrides entre *Medicago sativa* (espèce des régions sèches) et *M. falcata* (espèce des régions froides). Ils sont connus sous le nom de *Medicago x varia*. C'est l'indice de dormance qui détermine le « type ».

Noms communs : Alfalfa/Lucerne (En), Luzerne (De), Luzerne (Ni).

Stades repères



Ecologie

La luzerne préfère les sols profonds, drainants à secs et ne supporte pas les excès d'eau. Elle préfère les sols neutres à alcalins, même si l'on peut la retrouver sur des sols faiblement acides (pH KCl > 5,5). Elle est exigeante en calcium, potassium et oligo-éléments. Elle est résistante à la chaleur estivale et à la sécheresse lorsque son système racinaire est bien installé. Elle supporte bien

le froid hivernal lorsqu'elle est en dormance. C'est une plante de fauche qui peut tolérer le pâturage si celui-ci est réalisé sur un sol porteur.

Remarque : pour supporter la sécheresse, la luzerne doit pouvoir développer une racine profonde. Un sol superficiel ne lui permettra pas un bon enracinement.

CONDITIONS POUR LA CULTURE DE LUZERNE

- Sols bien drainants, très sensible aux sols gorgés d'eau ;
- Acidité du sol modérée (pHH₂O min de 5,8) ;
- Bonne préparation de la terre ;
- Recommandée en mélange dans les terres moins favorables à cette culture.

Date de semis

- Au printemps dès que le sol est bien réchauffé ;
- Après une céréale et avant le 1^{er} septembre.

Dose de semis

- Luzerne pure : 25 à 30 kg/ha ;
- Luzerne en mélange :
 - Luzerne : 15 kg/ha + Dactyle : 12 kg/ha ;
 - Luzerne : 15 kg/ha + Fétuque élevée : 18 kg/ha ;
 - Luzerne : 15 kg/ha + Dactyle : 7 kg/ha + Fétuque élevée : 8 kg/ha ;
 - Luzerne en mélange complexe : attention selon le type de sol, la proportion de luzerne peut varier très fortement.

Attention : prévoir 30 % de semences de luzerne en plus si elle est enrobée de l'inoculum.

Luzerne et inoculum

L'espèce du genre *Rhizobium* qui se fixe sur les luzernes n'est pas présente de manière spontanée dans nos sols. C'est pourquoi les luzernes doivent être « inoculées ».

Les semences doivent être inoculées max 24 h avant le semis (mode d'emploi disponible auprès des revendeurs) et à l'abri du soleil.

ITINÉRAIRE CULTURAL

Rotation

La luzerne est une très bonne tête de rotation. Elle sera généralement implantée derrière une céréale.

Les prairies ne sont pas de bons précédents, notamment en raison du risque d'envahissement par les rumex.

Semis

De manière générale, pour réussir le semis, il faut de l'eau, de la lumière et une température suffisante du sol. Il peut donc se réaliser au printemps, sur un sol bien ressuyé et bien réchauffé ou en fin d'été. Mais dans ce cas, attention aux gelées précoces car la plante doit avoir atteint le stade 2 à 3 vraies feuilles trifoliées pour être résistante au froid.

Le labour est largement recommandé. Le sol doit être correctement travaillé, les graines semées à 1, voire maximum 2 cm de profondeur, de préférence à la volée. Le sol sera rappuyé (roulé) pour faciliter la remontée de l'humidité. En semis de printemps, il est possible de mettre la luzerne sous abris de pois protéagineux (+/- 110 kg/ha).



Conduite de la culture

La levée de la luzerne est assez rapide mais la croissance juvénile est très lente.

Une fois installée, elle sera fauchée 3 ou 4 coupes par année. La première coupe est réalisée tôt, souvent avant les autres fourrages. Elle doit cependant fleurir au moins 1 fois au cours de la saison pour lui permettre de reconstituer ses réserves nutritives. Il est conseillé de la laisser fleurir en 2^{ème} ou 3^{ème} coupe (environ 10 % des plants fleuris).

La fauche sera suffisamment haute (7-8 cm) pour éviter que la luzerne ne s'épuise trop vite car ses réserves nutritives sont concentrées dans le bas du collet et dans les racines.

Le fourrage sera manipulé délicatement pour éviter les pertes de folioles, parties de la plante les plus riches en protéines.

La luzerne ne doit pas être trop haute (max 10 cm) pour passer l'hiver.

Au printemps, les luzernes démarrent (très) lentement. En mars, elles peuvent donner l'impression d'être complètement mortes, surtout après un hiver rigoureux (gel et/ou couverture neigeuse). Dans ces conditions, le démarrage est décalé d'une dizaine à une vingtaine de jours par rapport à une graminée prairiale ou un trèfle violet.

FIGURE 35 . Vues de parcelles de luzerne à différentes dates



23/03/2015



01/04/2015



15/04/2015

Fertilisation

- Pas d'azote sur la luzerne pure ;
- Selon analyse de sol :
 - 80 à 100 unités de P2O5/ha ;
 - 200 à 300 unités de K2O/ha ;
 - Le chaulage nécessaire !
 - Attention aux autres éléments (bore, zinc, cuivre, soufre...);
- 30-40 unités d'azote sur les mélanges à base de luzerne avant la 1^{ère} coupe, puis 0 azote sur les coupes suivantes ;
- Possibilité de valoriser des engrais de ferme sur les mélanges mais pas sur la luzerne pure.

Lutte contre les adventices

Lorsque le jeune semis est envahi d'adventices annuelles, un étêtage est largement suffisant pour garantir un semis propre. Cependant, le désherbage d'un jeune semis associant des graminées et des légumineuses est possible avec des produits agréés, moyennant une dose réduite pour certains.

Ce désherbage ne sera préconisé que dans les cas où des vivaces, comme le rumex, sont présentes en très grand nombre dans la parcelle et que ces adventices sont issues de graines et non d'anciennes racines de

rumex. Si le nombre de repousses de rumex est limité et principalement composé de rumex dit de « souche », un arrachage est largement préconisé face au désherbage chimique. L'arrachage est grandement facilité par le sol meuble et par le faible enracinement des plantes.



Conservation

La luzerne peut être conservée en ensilage ou en foin. Pour ce dernier, les pertes au champ sont généralement relativement importantes, sauf si du matériel spécifique est utilisé. Les associations s'ensilent plus facilement, grâce à un meilleur taux de sucre, que la culture pure. De plus, les tiges de luzerne sont creuses et renferment beaucoup d'air, ce qui prolonge la phase aérobie du silo avec comme conséquence une dégradation plus importante des sucres et des protéines du fourrage. Un hachage des tiges permet de réduire cet inconvénient. Plus le fourrage est préfané, plus sa conservation est bonne, mais plus les risques de pertes au champ sont importants. La luzerne peut être enrubannée mais une attention particulière doit être apportée aux tiges qui pourraient trouer le plastique.



Valeur alimentaire

La luzerne constitue un apport de protéines important dans la ration mais aussi de la structure, des minéraux et des oligo-éléments.

Ci-dessous, voici les teneurs moyennes des 17 ensilages de luzerne analysés durant les suivis des exploitations du GAL.

TABLEAU 26 . Valeur alimentaire et teneurs en éléments minéraux des échantillons de luzerne analysés sur le territoire du GAL Nov'Ardenne

	MS	VEM	DVE	OEB	K	P	Mg	Na	Ca	S	Cl
	%	/kg MS	g/kg MS		mg/kg MS						
LUZERNE ENSILÉE	61	801	69	32	23 782	3 026	3 166	605	10 259	2 019	5 187

En comparaison avec un ensilage d'herbe, la luzerne possède des teneurs moyennes en protéines plus élevées et des teneurs en énergie plus faibles, ce qui implique

un OEB moyen supérieur à 30 pour ces ensilages de luzerne. Concernant les minéraux, ce sont les teneurs en potasse et en calcium qui sont particulièrement élevées.



Personnellement, je cultive la luzerne en pur et je l'utilise comme correcteur protéique dans mes rations. Par contre sans mélangeuse, il est préférable de faire le mélange au champ, en associant la luzerne à des graminées.

(Michaël)



Variétés recommandées

Des essais variétaux et culturaux sont menés pour la luzerne, par différents partenaires en Wallonie, dans le cadre de Fourrages-Mieux. Les variétés ci-dessous ont été testées et sont recommandées pour la Wallonie.



Luzernes (type flamande)

Alicia (Lim)	Cannelle (RAGT)	Galaxie (JD)
Alpaga (Lim)	Carelite (SF)	Neptune (SF)
Alpha ^D (Ba)	Daphne ^D (SF)	Sanditi ^D (Ba)
Artemis (Ba)	Excelle (Caus)	Timbale (JD)
Babelle (RAGT)		

() = mandataire: Av= Aveve, Ba = Barenbrug, Caus = Caussade semences, DLF = DLF-Trifolium, DSV, EG = Euro Grass, FF= Freudenberger, ILVO = Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, JD = Jouffray Drillaud, Jo = Jorion-Philip-seeds, Lim = Limagrain, NPZ, RAGT, SF = Semences de France, Wal = Walagri, Wés = Westyard. * Les variétés marquées avec D sont également recommandées en Allemagne par le groupe de travail « Coordination des essais et des recommandations pour prairies en région de moyenne montagne ».

6.3 CONSEILS POUR CULTIVER DES MÉLANGES CÉRÉALES-PROTÉAGINEUX RÉCOLTÉS EN IMMATURE

A côté de l'herbe, on rencontre très souvent l'ensilage de maïs dans les exploitations wallonnes. La culture de céréales immatures, oubliée depuis l'avènement du maïs, est aujourd'hui de retour car celle-ci est une alternative intéressante à ce dernier en zone froide et en agriculture biologique.

Différents essais sur la culture de mélanges céréales/protéagineux immatures (MCPI) ont été menés dans le cadre des essais de Fourrages Mieux entre 2012 et 2017. Ils avaient pour but d'évaluer le potentiel de production, la valeur alimentaire de ces cultures, la part de chaque espèce dans le rendement et d'améliorer la prédiction des valeurs alimentaires données par spectrométrie dans le proche infra-rouge.

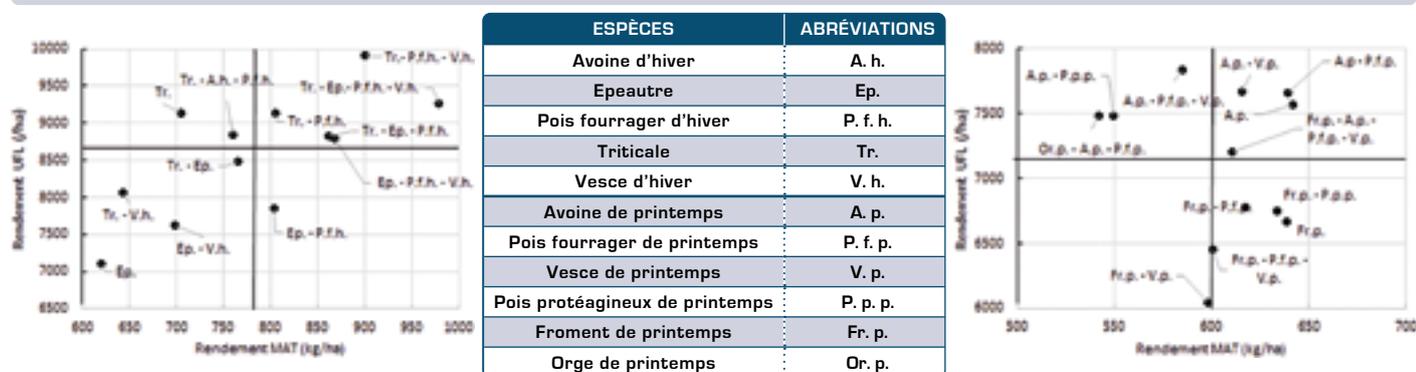
Les associations d'hiver à base de triticale et de pois fourrager sont les plus productives en MAT et en énergie. Par contre, les associations d'hiver contenant de l'épeautre ou d'autres céréales associées à la vesce notamment, ne permettent pas des rendements suffisants dans nos régions d'Ardenne. L'avoine de printemps et ses associations avec le pois fourrager ou la vesce sont

les plus productives en MAT et en énergie. Malgré une production de matière sèche limitée, le froment de printemps associé à des pois, avoine ou vesces permet aussi de bons rendements protéiques.



Les figures ci-dessous présentent synthétiquement les résultats des essais menés par le Centre de Michamps et Fourrages Mieux sur différentes associations de MCPI.

FIGURE 36 . Rendements en matière azotée totale (MAT) (kg/ha) et en énergie (UFL/ha) pour différents MCPI. MCPI d'hiver à gauche et MCPI de printemps à droite



En plus d'une production de matière sèche importante, la culture de certains MCPI permet une production de protéines et d'énergie intéressante pour la constitution d'un stock fourrager équilibré. Les cultures d'hiver sont en moyenne 30 % plus productives en protéines

que celles de printemps. Le triticale associé à du pois fourrager, avec ou sans vesce, est le bon compromis en culture d'hiver. En culture de printemps, l'avoine, associée ou non à du pois fourrager ou de la vesce, est la solution recommandée.

LE SEMIS DE PRAIRIE AU PRINTEMPS SOUS COUVERT D'UNE PLANTE ABRI

La qualité de l'implantation d'une prairie est déterminante pour pouvoir bénéficier rapidement de fourrage.

Au printemps, le semis d'une prairie sous couvert d'une plante abri est une technique assurant une production plus importante en première coupe l'année du semis. En plus de cet avantage, la plante abri protège le jeune semis du vent et du froid et limite la colonisation du ter-

rain par les plantes indésirables. Une fois la culture abri récoltée, la prairie sera bien implantée. L'inconvénient de cette technique est la concurrence que se livrent les plantes pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière.

Une céréale, un pois fourrager, un pois protéagineux ou encore un mélange de ces espèces (MCPI) peuvent être utilisés comme plante abri. Il s'agit, dans la grande majo-

rité des cas, de variétés de printemps. Le semis est réalisé entre la fin mars et la mi-avril. Il doit impérativement être réalisé en deux passages, sauf si un équipement spécial pouvant semer à deux profondeurs différentes est utilisé. Le mélange prairial est semé en ligne ou à la volée, à maximum 1 cm de profondeur, à raison de 30 à 35 kg/ha. La plante abri est semée de façon habituelle

Semis sous couvert de céréales

Les céréales, généralement l'avoine ou l'orge, sont depuis longtemps utilisées comme plante abri. Anciennement, les céréales étaient récoltées à la maturité des grains mais cela entraînait parfois des échecs. En effet, l'implantation de la prairie était assez aléatoire à cause de la concurrence trop accrue de la céréale, surtout avec l'avoine. De plus, la moisson n'était pas toujours aisée à cause de la quantité de fourrage présente lors de la récolte.

Aujourd'hui, les céréales sont récoltées immatures et ensilées. Cette technique de récolte permet de limiter les problèmes de concurrence en réduisant le temps où les plantes sont en compétition et de supprimer les problèmes de récolte de la céréale due au fourrage.

La céréale sera semée à 4-5 cm de profondeur à une densité de 40 % inférieure au semis classique, toujours

Semis sous couvert de pois protéagineux

Le pois protéagineux est intéressant car il permet une première coupe importante en quantité tout en gardant une très bonne valeur alimentaire. Il est semé en ligne à 4 à 5 cm de profondeur, à raison de 50 à 55 grains/m² (soit 120 à 130 kg/ha). Au-delà de cette densité, le pois risque d'étouffer la jeune prairie. La récolte a lieu au stade pâteux à semi-dur du pois, environ 100 à 110 jours après le semis. La fauche doit se faire absolument sans conditionneur pour ne pas perdre les petits pois. L'andain de fauche ne sera pas étalé à la faneuse vu que les pois tiennent tous ensemble. Il sera par contre andai-

Semis sous couvert de méteil avec pois fourrager

Le pois fourrager doit quant à lui être toujours associé à une céréale qui lui sert de tuteur. Ces associations ont été largement cultivées car elles permettent de limiter les apports azotés de la culture et d'obtenir un fourrage assez bien équilibré. Le pois fourrager est semé en ligne et à 4 ou 5 cm de profondeur, à raison de 20 à 30 grains/m² (soit 25 kg/ha) et la céréale est semée aux environs de 50-60 kg/ha. Le stade de récolte doit avoir lieu à la fin du stade laiteux voire début du stade pâteux de la céréale. Ce n'est pas le pois qui est la référence au niveau du stade de récolte.

La difficulté est de choisir le moment de la récolte car il peut y avoir un décalage de maturité entre la céréale et le pois. Le stade optimal de récolte est limité dans le temps ; au-delà, la valeur alimentaire chute rapidement

mais à une densité « allégée » pour ne pas être trop concurrentielle vis-à-vis de la prairie. Il faut bien recouvrir les pois et/ou les céréales car le risque de dégâts dus aux corneilles est réel. La parcelle est ensuite roulée. Le fourrage doit être manipulé de manière délicate car il est très fragile, surtout celui issu des associations (risque que les gousses de pois se brisent).

pour limiter au maximum la concurrence. La récolte a lieu à la fin du stade laiteux voire début du stade pâteux des céréales. Il ne faut pas que le tégument du grain soit trop épais (dure) sous peine d'avoir des grains non dégradés dans le rumen. De plus, plus le stade de la céréale est avancé, plus la conservation et l'appétibilité du fourrage laisse à désirer. La valeur alimentaire de ce fourrage dépend avant tout du stade de récolte que de la céréale choisie. Une céréale seule donnera un rendement plus quantitatif (volume et fibrosité) que qualitatif.

Cette intervention précoce présente les avantages suivants :

- Limiter la concurrence évoquée ci-avant ;
- Limiter le risque de verse de la céréale ;
- Eviter que le fourrage soit trop développé lors de la récolte de la céréale.

né quelques heures avant la récolte pour que la partie du fond puisse ressuyer également. Le plus grand point d'attention est d'atteindre une teneur en MS suffisante (40 %) avant la récolte sous peine d'avoir des pertes par écoulement des jus ou d'avoir des boules de préfané de plus d'une tonne.

Notons qu'il existe une variante où le pois protéagineux est associé avec une céréale (p.ex. 50 kg/ha d'orge ou d'avoine de printemps et 80 kg de pois protéagineux). Cette variante permet d'atteindre les teneurs en MS souhaitées plus facilement.

et la conservation du fourrage est délicate. Notons que le risque de verse est plus important avec du pois fourrager, car celui-ci est plus haut que le pois protéagineux.



TABLEAU 27 . Avantages et inconvénients du semis sous couvert

SEMIS SOUS COUVERT	
AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • RENDEMENT ÉLEVÉ EN PREMIÈRE COUPE L'ANNÉE DU SEMIS ; • QUALITÉ DU FOURRAGE EN PRÉSENCE DE POIS ; • MOINDRE « SALISSEMENT ». 	<ul style="list-style-type: none"> • CONCURRENCE DE LA PLANTE ABRI VIS-À-VIS DE LA PRAIRIE ; • STADE DE RÉCOLTE PARFOIS DÉLICAT ; • EN PRÉSENCE DE POIS, RISQUE ACCRU DE DÉGÂTS DE SANGLIER, CORNEILLE, PIGEON RAMIER...

6.4 LUTTE CONTRE LES ADVENTICES DANS LES ASSOCIATIONS AVEC LÉGUMINEUSES

Les stratégies de désherbage actuelles sont largement basées sur le recours aux produits de protection des plantes (PPP) qui permettent le contrôle de nombreuses adventices. Les herbicides sont des molécules, de synthèse ou non, dont l'activité sur le métabolisme des plantes entraîne leur mort. Ceux-ci peuvent être classés notamment en fonction de leur sélectivité : antidicotylées, antigraminées...

Les légumineuses (Fabacées) sont des dicotylées. Malheureusement, la plupart des PPP ne sont générale-

ment pas sélectifs des légumineuses car la majorité des adventices sont des dicotylées. C'est le cas des rumex qui sont, et de loin, les plantes les plus difficiles à gérer en prairies. La lutte contre les adventices en légumineuses, associées ou non, avec des herbicides est donc très délicate. Généralement, tout est une question de dosage du produit ou du stade des plantes pour arriver à la mort ou à la survie de celles-ci. Ajoutons encore que de nombreux PPP sont retirés du marché et ne sont pas remplacés ; le désherbage devient ainsi un vrai défi.

LUTTES AGRONOMIQUES CONTRE LES ADVENTICES

Aucun traitement n'élimine définitivement les adventices. Sur le long terme, seule l'intervention sur les causes d'apparition des adventices est efficace.

Prévenir plutôt que guérir ! Le maître-mot. La prévention, c'est avant tout le maintien d'un couvert dense et fermé. Cela implique d'éviter les accidents d'exploitation (tassement) et de réparer dès que possible les dégâts. Il faut aussi vérifier que le sol soit correctement pourvu en éléments minéraux (quantités et rapports entre éléments) afin d'assurer une croissance optimale des plantes. Cependant, garder un couvert dense est parfois mission impossible en culture pure de légumineuses à cause de leurs caractéristiques morphologiques (port dressé

et physiologiques [phénomènes d'allélopathie chez la luzerne notamment]. Pour remédier à ces problèmes, nous conseillons toujours d'associer une (ou des) graminée(s) à ces légumineuses.

La propagation des adventices doit être évitée à tout prix en empêchant leur « montée en graines », en composant les fumiers et en évitant la fragmentation des rhizomes lors des travaux de sol.

L'agriculteur doit aussi tenter d'affaiblir ces indésirables dans la rotation en implantant des intercultures concurrentielles (céréales...) et en réalisant des faux semis.

LA LUTTE MÉCANIQUE

Les moyens de lutte mécanique sont nombreux comme par exemple la fauche, l'arrachage... sans oublier les techniques de travail du sol. Leur efficacité dépend de l'adventice considérée, mais aussi de la manière de procéder. En prairie, la fauche a une très bonne efficacité sur les adventices annuelles³³. Par contre, pour des plantes

vivaces comme les rumex (*Rumex* sp.), le chardon des champs (*Cirsium arvense*) ou le lamier blanc (*Lamium album*), une adventice assez courante en prairie de fauche dans certains territoires du GAL Nov Ardenne, l'efficacité de la fauche est très faible. Ainsi, seule la fauche mensuelle a permis de réduire la vigueur de plants de

³³ Crémer et al., 2013-4

rumex de moins d'un an³⁴. Pour être utile, cette fauche devra être réalisée avant la pleine émergence de l'inflorescence. L'impact sur l'épuisement des réserves de la plante sera alors maximum tout en évitant aux graines de se former et d'arriver à maturité.

L'arrachage des pieds de rumex peut être effectué de manière efficace dans un sol encore relativement meuble et humide, surtout si celui-ci est réalisé à l'aide

LES CAS PARTICULIERS DES JEUNES SEMIS

Dans une terre de jeune semis, les adventices peuvent se manifester très tôt. En effet, une fois la terre préparée et semée, les adventices bien en station apparaissent et peuvent couvrir le sol très vite. Malheureusement, en couvrant rapidement le sol, ces plantes non désirées font concurrence au jeune semis en le privant d'une partie des éléments du sol et de la lumière.

Souvent, ces adventices de jeunes semis sont des plantes annuelles. La première méthode de lutte est

LA LUTTE BIOLOGIQUE

La lutte biologique est réalisée avec des organismes vivants. Leur efficacité en milieu fermé (serre) ou sur de petites surfaces peut être satisfaisante mais ces techniques sont rarement adaptées aux grandes surfaces.

LES LUTTES ALLÉLOPATHIQUES, HOMÉOPATHIQUES ET BIODYNAMIQUES

Certaines plantes sont connues pour produire des substances qui gênent plus ou moins fortement le développement d'autres plantes (luzerne vs chardon, rumex vs ray-grass anglais...). Il s'agit des substances allélopathiques. L'homéopathie et la biodynamie proposent l'application de solutions à base de produits naturels (graines de ru-

LUTTE CHIMIQUE

La lutte chimique doit s'envisager lorsque l'ensemble des moyens de luttés agronomiques et mécaniques n'ont pas permis de maîtriser le développement des adventices. Les traitements chimiques ne sont que des solutions de rattrapage et aucun traitement chimique n'élimine la totalité des plantes indésirables.

Le désherbage chimique des légumineuses est particulièrement délicat. Lorsque la décision d'utiliser les PPP est prise, l'itinéraire à suivre doit s'envisager selon un schéma précis.

Les stratégies de lutte sont différentes faces à des adventices dicotylées, des graminées (monocotylées) ou les deux. De plus, il est important de connaître également le cycle de vie de ces plantes (annuelles ou vivaces). Les plantes annuelles sont généralement beaucoup plus fragiles que les plantes vivaces qui disposent souvent d'organes de réserves difficiles à détruire.

d'une fourche à rumex. La racine de rumex doit être arrachée sur au moins 15 cm de profondeur pour éviter les repousses. Des essais réalisés en 2005 à Libramont sur le contrôle des rumex³⁵ ont montré que le rotavator, travaillant de plus en plus profondément lors des passages successifs, sera retenu. Cependant, si les conditions ne rendent pas cette pratique possible, l'utilisation d'un vibroculteur, moins favorable à de nouvelles émergences de rumex, sera préférée.

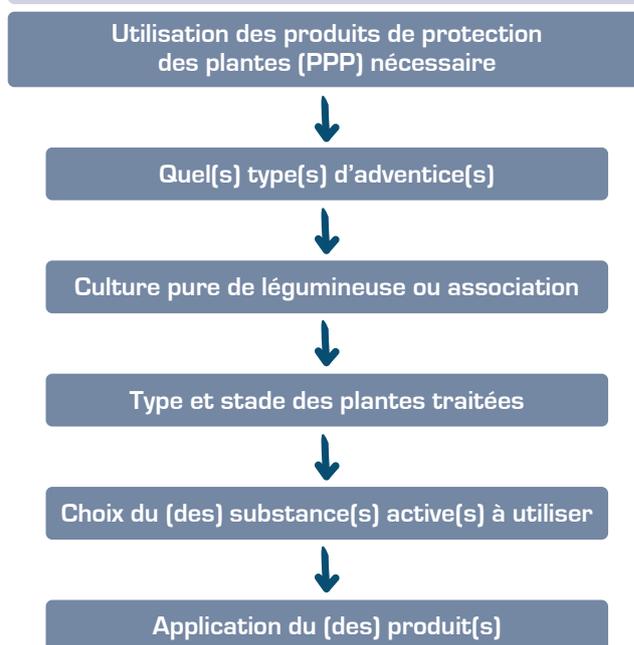
alors d'effectuer une fauche de nettoyage afin de faire disparaître ces plantes invasives.

Un essai mené par le Centre de Michamps et Fourrages Mieux a comparé le désherbage mécanique et chimique afin d'observer l'impact sur les rendements dans un jeune semis. Il en ressort que les rendements n'ont pas réellement été impactés par la fauche de nettoyage lorsque celle-ci est réalisée au bon moment. Se tourner d'abord vers une lutte mécanique est préférable.

Pour ces dernières, il est préférable de favoriser les «prédateurs» naturels (ex : *Gastrophysa viridula*) déjà présents.

mex calcinées, poudre de corne, huiles essentielles...) fortement diluées. Ces méthodes n'ont pas entièrement prouvé leur efficacité. Elles doivent être utilisées dans un schéma de lutte intégrée, comprenant beaucoup de prévention et une lutte mécanique.

FIGURE 37 . Schéma décisionnel à prendre en compte pour le choix des produits à appliquer



Le choix des substances actives (s.a.) est également fonction de la culture traitée :

- Légumineuses pures ou en association avec des graminées ;
- Type de légumineuses et/ou graminées (légumineuses et graminées prairiales protéagineux, céréales) ;
- Du stade des plantes à éliminer et à conserver.

Ainsi, il est quasiment impossible d'utiliser un herbicide antigraminée dans une association légumineuses-grami-

nées en prairie mais certains pourront être utilisés sur une céréale-protéagineux. De même, le choix de substances actives antidycoylées est fortement réduit dans les cultures de légumineuses. Enfin, le stade des plantes est important. Certaines molécules ont une action létale sur des jeunes plantes alors qu'elles sont bien supportées par celles bien installées. Si plusieurs substances actives sont possibles, le choix de l'une ou l'autre se fera en prenant en compte l'efficacité potentielle et l'écotoxicité ; les moins efficaces et les plus dangereuses pour la santé et l'environnement seront écartées.

LE DÉSHERBAGE CHIMIQUE DES LÉGUMINEUSES PRAIRIALES EN PRATIQUE

Le désherbage des graminées

Le désherbage des graminées est possible dans le cas de cultures de légumineuses pures. Si on exclut les cultures de porte-graines, seule la luzerne peut être

cultivée en pure. Une seule substance active est encore agréée pour les graminées annuelles et vivaces : la Cycloxydime. Celle-ci s'utilise avant le tallage.

Le désherbage des dicotylées

Les points noirs de la lutte contre les adventices en culture sont les rumex et le chardon des champs. Le 2,4-DB est utilisable sur les adventices annuelles et vivaces. Son efficacité est faible sur les rumex installés et moyenne sur le chardon des champs. Le Thifensulfuron-méthyl est bien plus efficace contre les rumex mais n'a qu'une efficacité très moyenne sur le chardon des

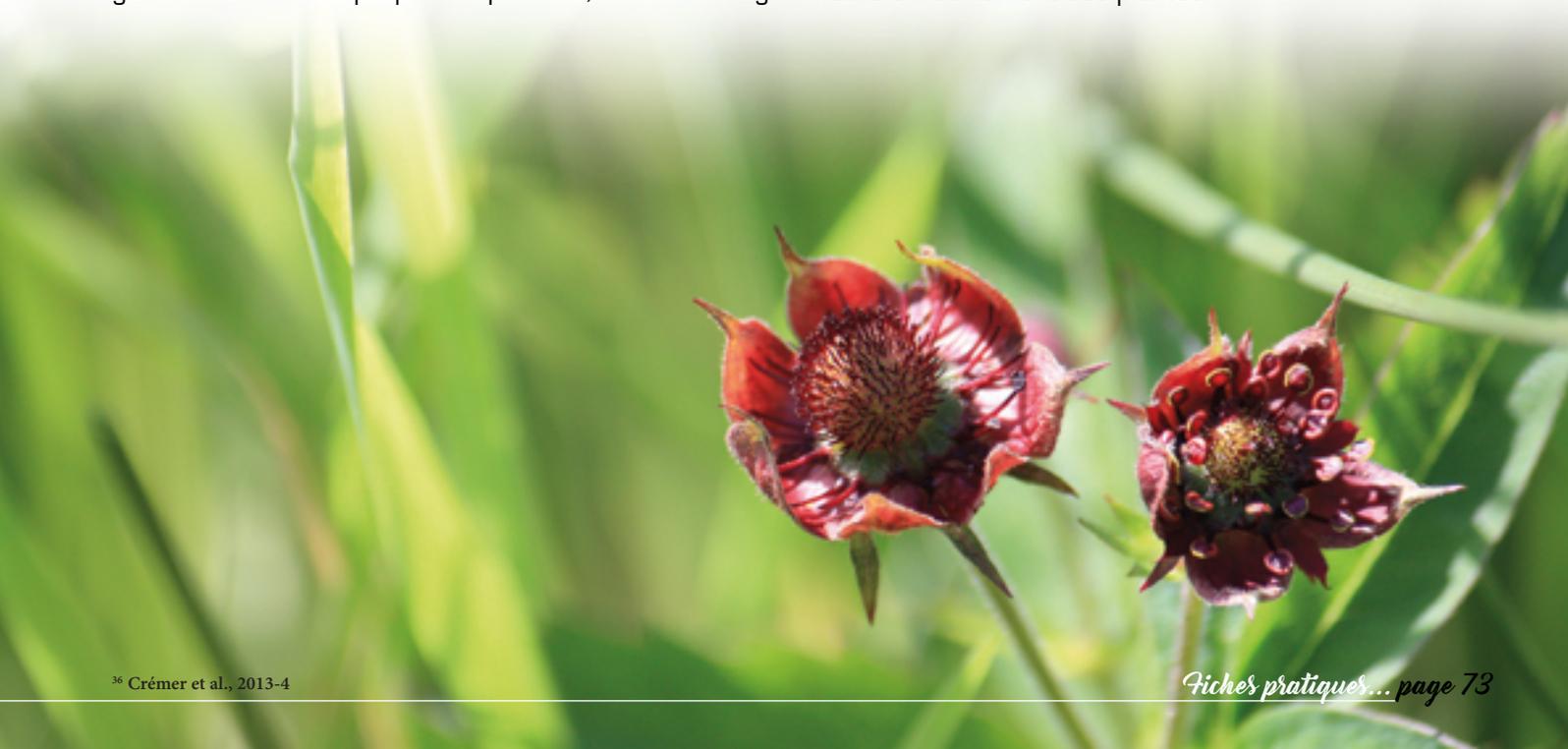
champs. Il est bien toléré par le trèfle blanc mais le trèfle violet et la luzerne y sont plus sensibles. En prairie avec du trèfle blanc bien installé, il peut être associé, moyennant une réduction de la dose à 10 g de s.a./ha, à 750 g/ha de MCPA ou à 800 g/ha de 2,4-DB. Ces derniers permettent un élargissement du spectre du Thifensulfuron-méthyl tout en préservant le trèfle blanc.

Jeunes semis avec légumineuses

La gamme de produits disponibles en prairie et utilisables sur des jeunes semis est fortement restreinte. Des essais menés antérieurement³⁶ ont recherché, parmi les produits agréés (2012), ceux qui peuvent s'utiliser sur jeunes semis avec légumineuses (trèfle blanc et trèfle violet) et ont été testés en association avec différentes graminées (ray-grass anglais, fléole des prés et fétuque des prés).

d'un jeune semis associant des graminées et des légumineuses est possible avec des produits agréés moyennant une dose réduite pour certains. Ce désherbage ne sera préconisé que dans les cas où des vivaces, comme le rumex, sont présentes en très grand nombre dans la parcelle et que ces adventices sont issues de graines et non d'anciennes racines de rumex. Si le nombre de repousses de rumex est limité et principalement composé de rumex dit de « souche », un arrachage est largement préconisé face au désherbage chimique. L'arrachage est grandement facilité grâce à un sol est meuble et un faible enracinement des plantes.

En conclusion, lorsque le jeune semis est envahi d'adventices annuelles, un étêtage est largement suffisant pour garantir un semis propre. Cependant, le désherbage



6.5 QUELQUES TABLEAUX DE RÉFÉRENCE

EXEMPLES DE MÉLANGES POUR SEMIS

Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de mélanges qui peuvent être utilisés pour l'implantation de

prairie. Il en existe d'autres dans le commerce mais ces références peuvent servir de guide.

TABLEAU 28 . Exemples de mélanges pour les semis de prairies³⁷

TYPE DE MÉLANGE	QUANTITÉ (kg/ha)	PROPORTION
Prairie permanente pâturée	15 kg RGA (4n) intermédiaire ou tardif	38%
	15 kg RGA tardif	37%
	6 kg fléole	15%
	4 kg TB	10%
Prairie permanente mixte fauche-pâturage	20 kg RGA (4n) précoce ou intermédiaire	50%
	10 kg RGA tardif	25%
	6 kg fléole	15%
	4 kg TB	10%
Prairie de fauche pour ensilage	25 kg RGA (4n) intermédiaire ou précoce	62%
	15 kg RGA (2n) intermédiaire ou précoce	38%
	4 kg TV ou TB si fumure azotée réduite et semis de printemps	
Prairie de fauche pour foin	15kg RGA (2n) intermédiaire ou tardif	55%
	8 kg fléole	30%
	4kg TV	15%
Sursemis pâture	20 kg RGA (4n) intermédiaire ou tardif	59%
	10 kg RGA (2n) tardif	29%
	4 kg TB	12%
Sursemis fauche	20 kg RGA (4n) précoce ou intermédiaire	55%
	10 kg RGA (2n) précoce ou intermédiaire	28%
	6 kg TV	17%

Le tableau ci-dessous donne des exemples de mélanges céréales-protéagineux (MCPI) qui peuvent être utilisés. Il en existe bien d'autres dans la pratique.

TABLEAU 29 . Exemples de quantités à semer en fonction du mélange et de la période de semis³⁸

PÉRIODE DU SEMIS	TRITICALE (kg/ha)	AVOINE (kg/ha)	ORGE (kg/ha)	POIS FOURRAGER (kg/ha)	POIS PROTÉAGI-NEUX (kg/ha)	SEMENCES POUR PRAIRIE (kg/ha)
HIVER	180			25		
HIVER	150	30		25		
PRINTEMPS		100		25		
PRINTEMPS		50	50	25		
PRINTEMPS		40 - 50		25		30 - 35
PRINTEMPS			60		80	30 - 35
PRINTEMPS (GRAIN INERTÉ)			100		100	

VALEURS ALIMENTAIRES

Les tableaux ci-dessous présentent des appréciations sur les valeurs alimentaires de différents aliments. Celles-ci doivent être affinées en fonction des classes de bétails.

TABLEAU 30 . Appréciations de la qualité d'ensilage d'herbe³⁹

ENSILAGE D'HERBE					
APPRÉCIATIONS	VEM (/kg MS)	DVE (g/kg MS)	OEB (g/kg MS)	DIGESTIBILITÉ (% MS)	CELLULOSE (% MS)
TENEUR INSUFFISANTE	< 750	< 50	< (-10)	< 50	< 20
TENEUR FAIBLE	750 - 800	50 - 60	(-10) - 0	50 - 60	20 - 22,5
TENEUR MOYENNE	800 - 850	60 - 70	0 - 10	60 - 70	22,5 - 25
BONNE TENEUR	850 - 900	70 - 80	10 - 20	70 - 80	25 - 27,5
TRÈS BONNE TENEUR	> 900	> 80	> 20	> 80	> 27,5

TABLEAU 31 . Appréciations de la qualité des foins³⁸

FOIN					
APPRÉCIATIONS	VEM (/kg MS)	DVE (g/kg MS)	OEB (g/kg MS)	DIGESTIBILITÉ (% MS)	CELLULOSE (% MS)
TENEUR INSUFFISANTE	< 650	< 30	< (-60)	< 40	< 25,7
TENEUR FAIBLE	650 - 700	30 - 40	(-60) - (-45)	40 - 50	27,5 - 30
TENEUR MOYENNE	700 - 750	40 - 50	(-45) - (-30)	50 - 60	30 - 32,5
BONNE TENEUR	750 - 800	50 - 60	(-30) - (-15)	60 - 70	32,5 - 35
TRÈS BONNE TENEUR	> 800	> 60	> (-15)	> 70	> 35

TABLEAU 32 . Appréciations de la qualité des ensilages de maïs³⁸

ENSILAGE DE MAÏS				
APPRÉCIATIONS	MAT (g/kg MS)	DVE (g/kg MS)	VEM (/kg MS)	AMIDON (g/kg MS)
TENEUR INSUFFISANTE	< 60	< 30	< 800	< 22,5
TENEUR FAIBLE	60 - 80	30 - 40	800 - 850	22,5 - 25
TENEUR MOYENNE	80 - 100	40 - 50	850 - 900	25 - 27,5
BONNE TENEUR	100 - 120	50 - 60	900 - 950	27,5 - 30
TRÈS BONNE TENEUR	≥ 120	≥ 60	≥ 950	> 30

TABLEAU 33 . Valeur énergétique des principales graminées et légumineuses prairiales⁴⁰ selon le système belgo-hollandais et français

GRAMINÉES	STADE FEUILLU VEM/kg MS (UFL/kg MS)	DÉBUT ÉPIAISON VEM/kg MS (UFL/kg MS)
DACTYLE	980 (0,98)	870 (0,87)
FÊTUQUE DES PRÉS	1030 (1,03)	930 (0,93)
FÊTUQUE ÉLEVÉE	850 (0,85)	760 (0,76)
FLÉOLE	990 (0,99)	770 (0,77)
RAY-GRASS ANGLAIS	1030 (1,03)	940 (0,94)
RAY-GRASS D'ITALIE	990 (0,99)	870 (0,87)
LÉGUMINEUSES	VÉGÉTATIF	DÉBUT FLORAISON
TRÈFLE BLANC	1090 (1,09)	1030 (1,03)
TRÈFLE VIOLET	1000 (1,00)	810 (0,81)
LUZERNE	960 (0,96)	730 (0,73)

³⁸ Crémer S., 2016 / ³⁹ Selon le Centre de Michamps, 2007 et V. Decruyenaere et al., 2008

⁴⁰ Adapté de « Alimentation des bovins, ovins et caprins », INRA, 1988

INFOS UTILES

7.1	Index et liste des abréviations	79
7.2	Liste des tableaux	80
7.3	Liste des figures	81
7.4	Bibliographie.....	82



Infos utiles



7.1 INDEX ET LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADF : Acid Detergent Fibre, fibres insolubles dans les détergents acides.

ADL : Acid Detergent Lignin, lignine insoluble dans les détergents acides.

AGV : Acides gras volatils.

AFPF : Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages.

Allélopathie : Phénomène d'interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives, d'une plante sur une autre (micro-organismes inclus) au moyen de métabolites secondaires tels les acides phénoliques, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes.

BACA : Balance Alimentaire Cations-Anions.

Ca : Calcium.

CAH : Complexe Argilo Humique.

CIPAN : culture intermédiaire piège à nitrates.

Cl : Chlore.

2,4 DB : abréviation de l'herbicide Acide 2,4-dichlorophénoxyacétique.

DVE : DarmVerteerbaar Eiwit = Protéines digestibles dans l'intestin grêle.

EDTA : méthode d'extraction pour mesurer les teneurs en éléments (P, K etc.) disponibles.

GAL : Groupe d'Action Locale.

iK : indice de nutrition du Potassium.

iP : indice de nutrition du Phosphore.

Indice de Hagberg : indique une faible activité de l' α -amylase et donc une teneur en protéines adaptée à la cuisson.

Indice de Zélény : valeur qui indique la quantité de gluten dans une farine et donc sa capacité à la panification.

K : Potassium

LEADER : Liaison Entre Acteurs Du Développement de l'Economie Locale.

MAT : Matière Azotée Totale.

MCPI : Mélanges Céréales-Protéagineux Immatures.

Mg : Magnésium.

MS : Matière sèche.

n : nombre d'échantillons.

N : Azote.

NH3 : ammoniac.

NDF : Neutral Detergent Fibre, critère d'évaluation de la fibrosité.

OEB : Onbestendige Eiwit Balans = Bilan des protéines dégradables.

P : Phosphore.

PBT : produit brut total.

PDIE : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle (PDI) permises par l'énergie (E) apportée par l'aliment.

PDIN : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle (PDI) permises par l'azote (N) apporté par l'aliment.

PGDA : Programme de Gestion Durable de l'Azote.

pH : potentiel Hydrogène, échelle acido-basique allant de 1 à 14.

PMG : Poids de Mille Grains.

PPP : Produits de Protection des Plantes.

REQUASUD : réseau de laboratoires wallons qui mesure la qualité du milieu et la qualité des produits agricole et agroalimentaire.

RGA : Recensement Général Agricole.

RGA : Ray Grass Anglais.

RGH-TV : Ray-Grass Hybride – Trèfle violet.

S : Soufre.

SAU : Superficie Agricole Utilisée.

TB : Trèfle Blanc.

TV : Trèfle Violet.

UFL : Unité Fourragère Lait, quantité d'énergie nette absorbable pendant la lactation ou l'entretien du ruminant.

UFV : Unité Fourragère Viande, quantité d'énergie nette absorbable lors de l'engraissement d'un ruminant.

UGB : Unité de Gros Bétail.

VEM : VoederEenheid voor Melk – Unité fourragère lait.

VEVI : VoederEenheid Vleesvee Intensief – Unité fourragère viande.

VN : Valeur Neutralisante, traduit l'efficacité d'un amendement basique.

7.2 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Evolution du nombre d'exploitations agricoles entre 2000 et 2020.....	8	Tableau 15. Conseils de fertilisation basés sur l'interprétation de l'indice iP	43
Tableau 2. Nombre et type d'échantillons de fourrages analysés durant ce projet	16	Tableau 16. Conseils de fertilisation basés sur l'interprétation de l'indice iK	44
Tableau 3. Ingestion et besoins moyens en énergie et protéines de différentes catégories de bovins	16	Tableau 17. Dates moyennes conseillées d'application de la première fraction azotée	52
Tableau 4. Interprétation des classes du rapport « NH ₃ /N » utilisée au Centre de Michamps	17	Tableau 18. Résultats des essais pluriannuels de fertilisation organique sur l'épeautre en zone froide (2016 à 2019) (Escarnot et al., 2020)	54
Tableau 5. Normes simplifiées de richesse des sols sous prairies et sous cultures utilisées au Centre de Michamps	29	Tableau 19. Rendements totaux en matière sèche et matières azotées totales, maladies (1 - peu sensible à 9 - très sensible), et moyenne des indices de nutrition potassique pour les 3 objets	55
Tableau 6. Echelle de pH en vigueur pour les bulletins d'analyses de sol de terres agricoles au Centre de Michamps	31	Tableau 20. Vitesse d'installation des principales graminées et légumineuses prairiales ..	60
Tableau 7. Fréquence (%) des classes de pH _{eau} observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)	32	Tableau 21. Comportement en situation de mélange (9 = élevé, 1 = faible)	60
Tableau 8. Normes simplifiées de richesse des sols en phosphore, potassium et magnésium sous prairies et sous cultures	33	Tableau 22. Avantages et inconvénients des cultures pures, associations ou mélanges	62
Tableau 9. Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en phosphore observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)	34	Tableau 23. Poids de mille grains (g) indicatifs de différentes espèces fourragères	63
Tableau 10. Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en potassium observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)	35	Tableau 24. Nombre de semences apportées par m ² en fonction des quantités semées pour une association « classique »	63
Tableau 11. Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en magnésium observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)	36	Tableau 25. Nombre de semences apportées par m ² en fonction des quantités semées pour un mélange simple riche en fléole rencontré dans le commerce	64
Tableau 12. Fréquence (%) des classes de l'appréciation du rapport K/Mg observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)	37	Tableau 26. Valeur alimentaire et teneurs en éléments minéraux des échantillons de luzerne analysés sur le territoire du GAL Nov'Ardenne	70
Tableau 13. Classes de répartition des teneurs du sol en sodium et calcium	38	Tableau 27. Avantages et inconvénients du semis sous couvert	73
Tableau 14. Fréquence (%) des classes de l'appréciation des teneurs en calcium observées en fonction de la localisation des échantillons (cultures, prairies permanentes et temporaires)	38	Tableau 28. Exemples de mélanges type pour les semis de prairies.	76
		Tableau 29. Exemples de quantités à semer en fonction du mélange et de la période de semis	76
		Tableau 30. Appréciations de la qualité d'ensilage d'herbe	77
		Tableau 31. Appréciations de la qualité des foins	77
		Tableau 32. Appréciations de la qualité des ensilages de maïs	77
		Tableau 33. Valeur énergétique en VEM et (UFL) des principales graminées et légumineuses prairiales	77

7.3 LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Communes du GAL Nov'Ardenne 7	Figure 20.	Répartition des teneurs en calcium par classe 38
Figure 2.	Répartition de la SAU sur le territoire du GAL Nov'Ardenne en 2018 8	Figure 21.	Relation entre la teneur en phosphore du sol et les indices de nutrition correspondant 45
Figure 3.	Types d'énergies utilisées dans les valeurs alimentaires des fourrages 13	Figure 22.	Relation entre la teneur en potassium du sol et les indices de nutrition correspondant 45
Figure 4.	Répartition des échantillons d'ensilage d'herbe en fonction de leur teneur en MAT ou en DVE 15	Figure 23.	Répartition des indices de nutrition phosphatée et potassique, réalisée sur base des ensilages d'herbe, en fonction des classes 45
Figure 5.	Répartition des échantillons d'ensilage d'herbe en fonction de leur teneur en MAT ou en DVE 15	Figure 24.	Représentation de la loi du minimum 49
Figure 6.	Appréciation de la qualité des ensilages sur base de leur pH et de leur teneur en matière sèche 17	Figure 25.	Représentation de la loi des accroissements moins que proportionnels 50
Figure 7.	Répartition des échantillons d'ensilage d'herbe (%) suivis au cours du projet en fonction de leur état de conservation (rapport NH ₃ /N) 18	Figure 26.	Rendements en matière azotée totale (t/ha) et en énergie (MVEM/ha) en fonction des doses d'azote apportées à l'hectare dans la région Louvain-la-Neuve 50
Figure 8.	Les différentes phases de l'ensilage 19	Figure 27.	Détermination de la date apparente de départ de la croissance par régression linéaire entre le rendement et la somme des températures 51
Figure 9.	Qualité des ensilages d'herbe échantillonnés 20	Figure 28.	Fractionnement des apports et besoins en azote du froment (Arvalis) 53
Figure 10.	Qualité énergétique et protéique des ensilages de maïs échantillonnés 21	Figure 29.	Ray-grass d'Italie carencé en soufre (jaunâtre) devant des plantes qui ont poussé sur un sol bien pourvu 56
Figure 11.	Qualité des foins échantillonnés 21	Figure 30.	Principales questions à se poser pour déterminer les espèces et les variétés adaptées pour le semis d'une prairie 59
Figure 12.	Qualité énergétique et protéique des ensilages de MCPI 22	Figure 31.	Variation des précocités d'épiaison des principales espèces fourragères en Ardenne 61
Figure 13.	Assimilation des éléments minéraux en fonction du pH (d'après Truog, 1948 dans UNIFA, 2017) 28	Figure 32.	Adaptation à la dessiccation des différentes espèces fourragères 61
Figure 14.	Carte des sols du territoire couvert par le GAL Nov'Ardenne (WalOnMap, 2021) 30	Figure 33.	Comparaison de la taille de différentes semences fourragères 63
Figure 15.	Répartition des pH _{eau} observés en cultures et en prairies permanentes et temporaires 31	Figure 34.	Evolution de la teneur en énergie (VEM/kg de MS), en matières azotées totales (% MAT) et de la cellulose (%) en fonction du stade des graminées 65
Figure 16.	Répartition des teneurs en phosphore par classe pour les échantillons des agriculteurs suivis 33	Figure 35.	Vue de parcelles de luzerne à différentes dates 69
Figure 17.	Répartition des teneurs en potassium par classe 34		
Figure 18.	Répartition des teneurs en magnésium par classe pour les échantillons des agriculteurs suivis 36		
Figure 19.	Répartition des résultats du rapport K/Mg 37		

Figure 36. Rendements en matière azotée totale (MAT) [kg/ha] et en énergie [UFL/ha] pour différents MCPI. MCPI d'hiver à gauche et MCPI de printemps à droite 71

Figure 37. Schéma décisionnel à prendre en compte pour le choix des produits à appliquer..... 74

7.4 BIBLIOGRAPHIE

AFFP, 2014. Préconisations agronomiques pour les mélanges de semences pour prairies en France. 6 p.

Andries A., Carlier L., Guldentops R., Nuyts J., Tyvaert D., Thonon A., De Baeremaeker M., De Vliegheer A., 1983. Amélioration et rénovation des prairies.

Amyot A., 2003. Bien comprendre ce qui se passe dans les fourrages, du champ... à l'animal, un atout pour améliorer sa régie. Colloque régional sur les plantes fourragères, Direction régionale de la Chaudière-Appalaches. 23 p.

Beckers Y., 2011. Optimiser l'utilisation des fourrages auto-produits et viser l'autonomie protéique. Présentation, 19 p.

CEB, 2007. Rapport d'activités 2006-2007. 53 p.

Centre de Michamps, 1997. Modes opératoires : analyse des végétaux. 52 p.

Crémer S., 2013. La gestion des prairies. Note de cours. 89p.

Crémer S., Goffin C., Luxen P. et Knoden D., 2013-4. Rapport d'essais sur le désherbage des jeunes semis avec légumineuses. Résultats définitifs. 8 p.

Crémer S., Knoden D., Lambert R., Amerlynck D., 2013-2. « Fermes en valorisation » sur le Parc naturel Haute-Sûre Forêt d'Anlier : synthèse des résultats des analyses de sols. 12 p.

Crémer S., Knoden D., Widar J., Lambert R., Amerlynck D., 2013. « Fermes en valorisation » sur le Parc naturel Haute-Sûre Forêt d'Anlier : synthèse des résultats des analyses de fourrages. 29p.

Crémer S., Bernes A., Cugnon T., Genot V., Lambert R., 2017. INFLUENCE DU RAPPORT K/MG DU SOL SUR LA PRODUCTION HERBAGÈRE. Comifer. 2p.

Crémer S., Bernes A., Knoden D., 2016. Cultiver des céréales immatures. 7p.

Crémer S., Bernes A., Lambert R., 2018. Fertilisation et qualité des fourrages. Journée internationale de la prairie. 4p.

Cugnon T., Mariage C., Crémer S. et Lambert R., 2020. Intérêt des indices de nutrition végétale en phosphore et en potassium des cultures herbagères. Poster COMIFER 2020.

Cugnon T., Decruyenaere V., Ferber F. 2023. Qualité des fourrages en Région wallonne.

Ème synthèse de la Base de données fourrages de REQUASUD. Juin 2023.45 p.

Decruyenaere V., Agneessens R., Toussaint B., Anceau C., Goffaux M.-J., Oger R., 2008. Qualité des fourrages en Région wallonne. REQUASUD asbl et le Ministère de la Région wallonne.32 p.

Escarnot E., Crémer S., De Toffoli M., Gofflot S., Godin B., Sinnaeve G., Lambert R. La fertilisation organique en région froide. Synthèse des essais des années 2016 à 2019. Livre Blanc « Céréales » - Février 2020. 11p.

Etat de l'Agriculture Wallonne. Décembre 2022. Cheptel bovin. En ligne sur [https://etat-agriculture.wallonie.be/contents/indicatorsheets/EAW-A II c 1.html](https://etat-agriculture.wallonie.be/contents/indicatorsheets/EAW-A%20II%20c%201.html). Consulté le 03/10/23.

Fourrages Mieux ASBL, 2007. Variétés et mélanges recommandés pour prairie de fauche et pâturées en 2007. 4p.

Genot V., Renneson M., Colinet G., Goffaux M.-J., Cugnon T., Toussaint B., Buffet D, Oger R., 2012. Base de données sols de REQUASUD, 3ème synthèse. 35 p.

GNIS, 2007. Choix des espèces fourragères. <http://www.gnis-pedagogie.org/fourragere-choix-espece.html>.

GNIS., 2014. L'implantation des prairies : semer à une densité suffisante. <http://www.prairies-gnis.org/pages/densite.htm>

Jamar D., 2013. Mélanges complexes en Ardenne : leurs performances, leur utilité, comment les gérer. Présentation du 16 octobre 2013. 2 p.

Knoden D., Lambert R., Nihoul P., Stilmant D., Pochet P., Crémer S., Luxen P., 2007. Fertilisation raisonnée des prairies. Les Livrets de l'Agriculture n° 15. Ministère de la Région wallonne, Direction générale de l'Agriculture. 45 p.

Knoden D., Stilmant D., Herman J., Belge C., 2005. A comparative study of simple and complex 'grass-legume' mixtures implanted with or without cover crop. Grassland Science in Europe, vol. 10, p. 454-457. 2005. 4 p.

Losseau C., 2006. Vigueur de Rumex obtusifolius L. et de ses populations suite à l'application et à la simulation de différentes pratiques culturales. Gembloux, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Travail de fin d'études. 2006. 78 p.

Mathot M., Vermeiren E., Lambert R., 2009.Indices de nutrition minérale et ensilage d'herbes : évaluation et validation de leur utilisation pour la détection des déficiences en prairies. Rapport final de la recherche collective subvention 2741/1. 22 p.

Rogers H.H., 1966. Sélection et mélanges. Fourrages n° 25. Pp 78 -89.

Salette J.E., Théliet L., 1991. Diagnostic de l'état de nutrition minérale d'une prairie par l'analyse du végétal : principes, mise en œuvre, exemples. Fourrages 125, pp 3-18.

Service Public Fédéral Belge, 2017. Chiffres des exploitations agricoles et horticoles. En ligne sur <https://statbel.fgov.be/fr/themes/agriculture-peche/exploitations-agricoles-et-horticoles#figures>. Consulté le 03/10/23

Stilmant D, Knoden D., Bodson B., Luxen P., Herman J., Vrancken C., Losseau C., 2007. Le rumex à feuilles obtuses dans les systèmes herbagers : importance de la problématique, lutte chimique et méthodes alternatives. Revue « Fourrages », n°192, 477-493. 2007. 17 p.

Vanbelle M., Arnould R., Deswysen A., Moreau I., 1981. L'ensilage, un problème d'actualité. IRSIA. 89 p.

NOTES

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



ASBL CENTRE DE MICHAMPS

Horritine, 3
B-6600 Bastogne
Contact : 061 21 08 20



CENTRE WALLON DE RECHERCHES AGRONOMIQUES

Rue de Liroux, 9
B-5030 Gembloux
Contact : 061 21 08 33



FOURRAGES - MIEUX

Rue du Carmel, 1
B-6900 Marloie
Contact : 061 21 08 33



SPW-ARNE

Rue des Genêts, 2
B-6800 Libramont
Contact : 061 22 10 10



NOV'ARDENNE
GROUPE D'ACTION LOCALE

GAL NOV'ARDENNE

Place Communale, 8
B-6800 Libramont
Contact : info@novardenne.be



Cette brochure a été réalisée dans le cadre du projet Nov'Agriculture du GAL Nov'Ardenne, financé par le programme LEADER