

Haute École de la Province de liège
CATÉGORIE AGRONOMIQUE

Rue du Haftay, 21 - 4910 La Reid

**Estimation de la valeur alimentaire de
foins issus de prairies à haute valeur
biologique. Comparaison des
différentes méthodes de détermination
de la digestibilité de la matière
organique.**

Géraldine Jermé

Travail de fin d'études présenté en vue de
l'obtention du grade de Bachelier en agronomie
orientation techniques et gestion agricoles

Année académique : 2016 – 2017

Mai 2017

Résumé

Poussée par l'Europe, l'agriculture se veut de plus en plus respectueuse de l'environnement. De ce fait, un nombre croissant de prairies sont classées en Natura 2000. Ces parcelles ayant déjà un cahier des charges à respecter concernant leur exploitation, les agriculteurs adhèrent au programme agro-environnemental afin de cumuler les aides financières. La méthode agro-environnementale « prairies de haute valeur biologique » étant particulièrement adaptée au type de flore rencontrée sur les prairies Natura 2000, on observe une augmentation du nombre de fourrages issus de ces parcelles.

Actuellement, les méthodes de prédiction de la valeur alimentaire des fourrages sont basées sur des foins dits « classiques » possédant une flore généralement peu diversifiée. On considère donc que la digestibilité d'un fourrage issu d'une prairie de haute valeur biologique est la même que pour une prairie permanente « classique ». Cette information est donc à vérifier, car cette équivalence n'est pas du tout une certitude étant donné les différences de flores.

Dans ce travail, nous avons estimé la digestibilité de la matière organique *in vitro* et *in vivo* de foins issus de prairies de haute valeur biologique par différentes méthodes de routine et de référence. À partir de ces digestibilités de la matière organique, nous avons pu calculer les valeurs nutritives des foins afin de comparer les méthodes entre elles.

Au terme de nos essais, nous avons constaté que les méthodes de prédictions des valeurs alimentaires donnent des résultats hétérogènes. Une grande différence d'estimation apparaît entre les digestibilités de la matière organique *in vitro* et *in vivo*. Un essai de détermination de la digestibilité de la matière organique par la méthode *in vivo* en cage à métabolisme semble indispensable afin de confirmer la digestibilité réelle de ce type de foin. En connaissant la digestibilité de la matière organique réelle, une correction des équations de prédiction de la matière organique digestible pourra être réalisée afin de calculer les valeurs nutritives de ces fourrages de façon correcte.

Mots clefs :

- Prairies de haute valeur biologique
- Spectrométrie dans le proche infrarouge
- Valeur alimentaire
- Digestibilité de la matière organique
- Méthodes de prédiction

Remerciements

Pour l'aboutissement de ce travail de fin d'études, je tiens sincèrement à remercier toutes les personnes qui m'ont encadrée durant mon stage et lors de sa rédaction.

Je remercie tout particulièrement mon maître de stage, Monsieur Arnaud Farinelle ainsi que Madame Virginie Decruyenaere pour le temps qu'ils m'ont consacré. Leurs nombreuses relectures et explications m'ont permis d'améliorer mon mémoire.

Je remercie également Madame Claudine Clément qui m'a encadrée et soutenue durant mon stage.

Je souhaite remercier mon professeur superviseur, Monsieur Hervé Robberts pour son suivi, ses conseils et le temps consacré à ce travail.

Je transmets mes remerciements aux membres de l'équipe du Centre wallon de Recherches Agronomiques de Libramont pour leur aide, leur disponibilité et leur bonne humeur lors de mon stage parmi eux.

Je remercie également le personnel du laboratoire de zootechnie de l'Université de Gembloux Agro-Bio Tech qui m'a accueillie brièvement au sein de leur service.

Enfin un tout grand merci à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidée et entourée.

Table des matières

Liste des tableaux	8
Table des figures.....	9
Liste des abréviations.....	11
Glossaire.....	11
Introduction	13
1 Présentation de l'asbl Fourrages Mieux et du Centre wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W)	13
1.1 L'asbl Fourrages Mieux.....	13
1.2 Le Centre wallon de Recherches Agronomiques	13
2 Objectifs et contexte du TFE.....	15
Partie théorique.....	17
3 Les Méthodes Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC)	17
3.1 Les MAEC en quelques mots.....	17
3.2 Historique	17
3.3 Situation des MAEC au niveau institutionnel.....	18
3.4 Principes de base du programme agro-environnemental.....	19
3.5 Aperçu des différentes méthodes agro-environnementales	20
4 Natura 2000.....	24
4.1 Le réseau Natura 2000	24
4.2 Les unités de gestion.....	25
4.3 Les mesures de gestion.....	26
4.4 Compensations financières.....	30
5 Cumuls des aides	30
6 La prairie.....	32
6.1 Définition de la prairie	32
6.2 Importance de la prairie en Wallonie.....	33
7 Prairie de haute valeur biologique.....	34
7.1 Prairie de haute valeur biologique : que signifie ce terme ?	34
7.2 La méthode agro-environnementale « prairie de haute valeur biologique » (MC4) 34	
7.3 Types de prairies	34
7.4 Conditions à respecter sur toutes les prairies à haute valeur biologique.....	37
7.4.1 Apports sur les prairies.....	37
7.4.2 Traitements phytosanitaires	37

7.4.3	Pour les prairies pâturées.....	37
7.4.4	Pour les prairies fauchées	38
7.4.5	Entretien des fossés, drainage et autres	39
7.4.6	Registre d'exploitation	39
7.4.7	Suivi et encadrement.....	39
8	Valeur alimentaire des fourrages	39
8.1	Définitions.....	39
8.2	Valeur nutritive des foins, référence.....	42
8.3	Facteurs de variation de la qualité des fourrages.....	43
8.4	Valeur alimentaire des prairies à haute valeur biologique	48
8.5	Études antérieures sur les fourrages issus de prairies à haute valeur biologique.....	49
8.5.1	Foins fauchés tardivement	49
8.5.2	Foins issus de prairies de haute valeur biologique.....	50
Partie Pratique.....		52
9	Rappel des objectifs	52
10	Présentation des parcelles fournissant les foins	53
10.1	Parcelle 1-Parcelle humide de Gaume.....	54
10.1.1	Données géographiques de la parcelle	54
10.1.2	Relevé floristique foin 1.....	55
10.1.3	Flore la plus présente et intérêt fourrager.....	57
10.1.3.1	Fétuque rouge (<i>Festuca rubra</i>).....	57
10.1.3.2	Houlque laineuse (<i>Holcus lanatus</i>).....	57
10.1.3.3	Reine des prés (<i>Fillipendula ulmaria</i>)	58
10.1.4	Plantes toxiques	59
10.1.5	Conclusion type de prairie.....	59
10.1.6	Aspect du foin 1.....	59
10.1.7	Conclusion foin 1	60
10.2	Parcelle 2-Parcelle humide de Gaume.....	60
10.2.1	Données géographiques de la parcelle	60
10.2.2	Relevé floristique foin 2.....	62
10.2.3	Flore la plus présente et intérêt fourrager.....	64
10.2.3.1	Plantain lancéolé (<i>Plantago lanceolata</i>)	64
10.2.3.2	Centauree jacée (<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>Jacea</i>)	64
10.2.3.3	Crételle (<i>Cynosorus cristatus</i>)	65
10.2.4	Plantes toxiques	66
10.2.5	Conclusion type de prairie.....	66

10.2.6	Aspect foin 2.....	66
10.2.7	Conclusion foin 2.....	67
10.3	Parcelle 3-Parcelle de type fauche d'Ardenne.....	67
10.3.1	Données géographiques de la parcelle.....	67
10.3.2	Relevé floristique foin 3.....	68
10.3.3	Flore la plus présente et intérêt fourrager.....	70
10.3.3.1	Bistrote (<i>Persicaria bistorta</i>).....	70
10.3.3.2	Agrostis capillaire (<i>Agrostis capillaris</i>).....	70
10.3.3.3	Trèfle des prés (<i>Trifolium pratense</i>).....	71
10.3.4	Plantes toxiques.....	72
10.3.5	Conclusion type de prairie.....	72
10.3.6	Aspect foin 3.....	72
10.3.7	Conclusion foin 3.....	73
10.4	Parcelle 4-Parcelle maigre de Famenne.....	73
10.4.1	Données géographiques de la parcelle.....	73
10.4.2	Relevé floristique foin 4.....	74
10.4.3	Flore la plus présente et intérêt fourrager.....	76
10.4.3.1	Petite pimprenelle (<i>Sanguisorba minor</i>).....	76
10.4.3.2	Marguerite (<i>Leucanthemum vulgare</i>).....	76
10.4.3.3	Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>).....	77
10.4.4	Plantes toxiques.....	78
10.4.5	Conclusion type de prairie.....	78
10.4.6	Aspect foin 4.....	78
10.4.7	Conclusion foin 4.....	79
10.5	Parcelle 5-Parcelle maigre d'Ardenne.....	79
10.5.1	Données géographiques de la parcelle.....	79
10.5.2	Relevé floristique foin 5.....	80
10.5.3	Flore la plus présente et intérêt fourrager.....	82
10.5.3.1	Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>).....	82
10.5.3.2	Trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i>).....	82
10.5.3.3	Petit trèfle jaune (<i>Trifolium dubium</i>).....	83
10.5.4	Plantes toxiques.....	84
10.5.5	Conclusion type de prairie.....	84
10.5.6	Aspect du foin 5.....	84
10.5.7	Conclusion foin 5.....	84
10.6	Foin témoin.....	84

10.7	Détermination de l'ingestibilité des fourrages sur moutons	85
10.7.1	Matériel expérimental.....	85
10.7.2	Plan expérimental.....	86
10.7.3	Mise en place et réalisation de l'essai.....	86
11	Présentation des différentes méthodes de détermination de la digestibilité de la matière organique pour le calcul de la valeur énergétique	89
12	Traitements des échantillons.....	91
13	Méthodes d'analyse des échantillons	92
13.1	Méthodes de référence	92
13.2	La spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR)	93
13.2.1	L'infrarouge	93
13.2.2	Instrumentation.....	94
13.2.3	Préparation des échantillons.....	95
13.2.4	Standardisation	95
13.2.5	Chimométrie.....	96
13.3	Test de digestibilité de la matière organique en seringue.....	97
13.3.1	Matériels utilisés	97
13.3.2	Préparation des échantillons.....	98
13.3.3	Préparation de la solution d'incubation.....	98
13.3.4	Réalisation de l'essai	99
13.3.5	Lecture des résultats	100
14	Interprétations et résultats	101
14.1	Ingestion volontaire.....	101
14.2	Unité d'encombrement mouton	102
14.3	Quantité de refus	104
14.4	Comparaison proposés-refus.....	106
14.5	Composition chimique des foins	107
14.5.1	Minéraux	107
14.5.2	Méthodes de référence vs analyse SPIR.....	109
14.6	Digestibilité de la matière organique (DMO).....	116
14.6.1	Digestibilité obtenue par la méthode des « gaz test ».....	116
14.6.2	Comparaison des MOD.....	118
14.7	Valeurs nutritives	120
	Conclusions et perspectives	122
	Bibliographie	124
	Annexes	128

Liste des tableaux

Tableau 1 : tableau récapitulatif des différentes MAEC. (Natagriwal asbl, 2016 e)	21
Tableau 2 : tableau récapitulatif des milieux repris en zone Natura 2000. (Jermé G, 2016) ; provenance des données : (Natagriwal asbl, 2014 b)	25
Tableau 3 : tableau des actes interdits en fonction des milieux. (Jermé G., 2016) ; provenance des données : (Natagriwal asbl, 2014 b)	28
Tableau 4 : tableau récapitulatif des indemnités financières des zones Natura 2000. (Natagriwal asbl, s.d. a)	30
Tableau 5 : cumuls au niveau des cultures. (Natagriwal asbl , s.d. c)	31
Tableau 6 : cumuls au niveau des prairies. (Natagriwal asbl , s.d. c)	31
Tableau 7 : tableau des pertes en feuilles en % lors de la récolte. (Arvalis institut du végétal, 2011)	46
Tableau 8 : perte en matières sèches (MS), en protéines brutes digestibles (PBD), en énergie (VEM) observée pour des foins ou des ensilages. (Crémer S. , La conservation des stocks fourragers, 2012)	47
Tableau 9 : composition et valeur alimentaire des échantillons de foins issus de la fauche tardive (Ech) par région agricole en comparaison avec la valeur de référence (Réf) de foins conventionnels. (Centre wallon de recherches agronomiques, 2010)	49
Tableau 10 : tableau récapitulatif des valeurs d'ingestion, du pourcentage de refus et des unités d'encombrement mouton. (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009) UEM : Unité d'Encombrement Mouton.	50
Tableau 11 : tableau récapitulatif de la composition chimique et des valeurs alimentaires. (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009). MPT : matières protéiques totales, CEL : cellulose, MOD : matière organique digestible, UFL : unité fourragère lait.....	51
Tableau 12 : relevé floristique de la parcelle 1 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)	55
Tableau 13 : relevé floristique de la parcelle 2 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)	62
Tableau 14: relevé floristique de la parcelle 3 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)	68
Tableau 15 : relevé floristique de la parcelle 4 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)	74
Tableau 16 : relevé floristique de la parcelle 5 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)	80
Tableau 17 : planning expérimental de l'essai ingestibilité volontaire.	88
Tableau 18 : ration journalière des moutons en kg de matière fraîche.	89
Tableau 19 : caractéristiques de la calibration SPIR utilisée pour estimer la composition des foins. (CRA-W, 2016)	96
Tableau 20 : résultats ingestion volontaire en kg MS/jour et en g MS/kg de poids métabolique (PM).	101
Tableau 21 : unité d'Encombrement Mouton (UEM) de chaque foin.	103
Tableau 22 : valeurs de structure des foins.	103
Tableau 23 : quantité de refus en pourcentage pour chaque foin.	104
Tableau 24 : comparaison de la composition chimique et des valeurs nutritives des proposés et des refus estimées par SPIR.	106

Tableau 25 : composition minérale des foins.....	107
Tableau 26 : pourcentage de matière sèche analytique (MSa) des foins obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).....	110
Tableau 27 : cendres totales (CT) en % de la MS des foins obtenues par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).....	112
Tableau 28 : cellulose (Cell) en % de la MS des foins obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).	113
Tableau 29 : matières protéiques totales (MPT) en % de la MS des foins obtenues par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).....	114
Tableau 30 : digestibilité de la matière organique (DMOrt) en % de la MS des foins obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).	115
Tableau 31 : production moyenne de gaz en ml/g de MS des foins incubés dans du jus de rumen.....	116
Tableau 32 : teneurs en NDF, ADF, ADL et cellulose des foins.....	117
Tableau 33 : teneurs en acides gras volatiles des foins mesurées après incubation des foins dans du jus de rumen.....	118
Tableau 34 : tableau reprenant les différentes MOD calculées pour chaque foin.....	118
Tableau 35 : classement des foins par ordre croissant de matière organique digestible par méthode.....	119
Tableau 36 : tableau reprenant les différentes valeurs VEM, DVE et OEB calculées pour chaque foin.....	120

Table des figures

Figure 1 : organigramme du CRA-W. (CRA-W, 2016)	14
Figure 2 : organigramme de la structure de la PAC. OCM : organisation commune des marchés agricoles. (Jermé G., 2016).....	18
Figure 3: organigramme du PwDR 2014-2020. (Jermé G., 2016) ; provenance des données : (Service public de Wallonie, 2015). IZCN : Indemnités aux zones à contrainte naturelle.	19
Figure 4: carte du réseau Natura 2000 établi en 2005. (Fédération Wallonie-Bruxelles, s.d.)	24
Figure 5 : illustration reprenant la proportion des surfaces enherbées par rapport à la surface agricole utile en Wallonie. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)	33
Figure 6 : influence du stade de la plante sur les valeurs alimentaires de celle-ci. (Crémer S., La gestion des prairies, 2013)	44
Figure 7 : évolution des teneurs en Matières Azotées Totales (MAT) (%), cellulose (%), digestibilité (%) et énergie (VEM/kg MS) en fonction de la date de récolte pour l'année 2011. (Crémer & Knoden, 2012)	45
Figure 8 : évolution de la valeur alimentaire du trèfle blanc (TB) et du ray-grass anglais (RGA) au cours du temps. (Le Gall, 2004 cité par Crémer & Knoden, 2012)	45
Figure 9 : stade de récolte idéal en fonction de mode de conservation. (Arvalis institut du végétal, 2011)	46
Figure 10 : illustration de l'hétérogénéité des productions fourragères en fonction des teneurs en énergie (VEM) et en protéines (MPT). (Decruyenaere, et al., 2011)	48
Figure 11 : vue aérienne de la parcelle 1. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a).....	54
Figure 12 : fétuque rouge. (Wikipédia, 2016 b).....	57
Figure 13 : houlque laineuse. (Wikipédia, 2016 e).....	58

Figure 14 : reine des prés. (Wikipédia, 2016 c).....	59
Figure 15 : foin 1 brins entiers à gauche et foin 1 haché à droite. (Clichés personnels).....	60
Figure 16 : vue aérienne de la parcelle 2. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a).....	60
Figure 17 : plantain lancéolé. (le 4ème singe, 2014).....	64
Figure 18 : centaurée jacée. (Wikipédia, 2015).....	65
Figure 19 : crételle des prés. (Martin-Faber, 2016).....	66
Figure 20 : foin 2 haché à gauche et foin 2 brins entiers à droite. (Clichés personnels).....	66
Figure 21 : vue aérienne de la parcelle 3. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a).....	67
Figure 22 : bistrote. (Wikipédia, 2016 i)	70
Figure 23 : agrostis capillaire. (Wikipédia, 2016 a)	71
Figure 24 : trèfle des prés. (Wikipédia, 2016 k).....	72
Figure 25 : foin 3 brins entiers à gauche et foin 3 haché à droite. (Clichés personnels).....	72
Figure 26 : vue aérienne de la parcelle 4. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a).....	73
Figure 27 : petite pimprenelle. (Wikipédia, 2016 h).....	76
Figure 28 : marguerite. (Wikipédia, 2016 g).....	77
Figure 29 : lotier corniculé. (Wikipédia, 2016 f).....	78
Figure 30 : foin 4 brins entiers à gauche et foin 4 haché à droite. (Clichés personnels).....	78
Figure 31 : vue aérienne de la parcelle 5. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a).....	79
Figure 32 : flouve odorante. (Wikipédia, 2016 d)	82
Figure 33 : trèfle blanc. (Wikipédia, 2016 j).....	83
Figure 34 : petit trèfle jaune. (Wikipédia, 2016 l).....	84
Figure 35 : foin 5 brins entiers à gauche et foin 5 haché à droite. (Clichés personnels).....	84
Figure 36 : foin témoin : le cliché de gauche représente la balle carrée de foin qui est extrêmement serrée, le cliché du centre représente le foin en brins entiers et le cliché de droite représente le foin haché.	85
Figure 37 : broyeur à marteaux. (Clichés personnels)	91
Figure 38 : broyeur cyclotec. (Clichés personnels)	92
Figure 39 : spectromètre proche infrarouge. (Clichés personnels).....	94
Figure 40 : matériel pour la préparation des coupelles. (Cliché personnel).....	95
Figure 41 : incubateur et seringues de fermentation. (Cliché personnel)	100
Figure 42 : seringue de fermentation. (Cliché personnel)	100
Figure 43 : graphique représentant l'ingestion volontaire en g MS/kg de poids métabolique de chaque foin.....	101
Figure 44 : graphique représentant l'UEM de chaque foin.	103
Figure 45 : graphique représentant le pourcentage de refus pour chaque foin.	104
Figure 46 : graphique représentant la composition minérale des foins.	108
Figure 47 : spectres d'un foin classique et d'un foin MAE obtenus par analyse en SPIR. ...	110
Figure 48 : graphique représentant la matière sèche analytique (MSa) obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.....	111
Figure 49 : graphique représentant le taux de cendres totales obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.	112
Figure 50 : graphique représentant le taux de cellulose obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.	113
Figure 51 : graphique représentant le taux de matières protéiques totales obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.....	114
Figure 52 : graphique représentant la digestibilité de la matière organique en % MS obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.	115

Figure 53 : graphique représentant la production moyenne de gaz des foins incubés dans du jus de rumen.	117
Figure 54 : graphique représentant les 4 MOD pour chaque foin.....	119
Figure 55 : graphique représentant les valeurs VEM calculées à partir des différentes MOD pour chaque foin.....	120

Liste des abréviations

CEL : Cellulose

CT : Cendres Totales

DMO : Digestibilité de la Matière Organique

MAE : Méthodes Agro-Environnementales

MAEC : Méthodes Agro-Environnementales et Climatiques

MC4 : Méthode Ciblée « prairie de haute valeur biologique »

MOD : Matière Organique Digestible

MPT : Matières Protéiques Totales

PAC : Politique Agricole Commune

PBD : Protéines Brutes Digestibles

PwDR : Programme wallon de Développement Rural

RNA : Régénération Naturelle Assistée

RNOB : Réserves Naturelles et Ornithologiques de Belgique.

SIE : Surfaces d'Intérêts Ecologiques

SPIR : Spectrométrie dans le Proche Infrarouge

UG : Unité de Gestion

Glossaire

Constituants pariétaux : constituants de la paroi végétale (cellulose, hémicelluloses, substances pectiques, lignine).

Espèces du fonds prairial : espèces dominantes qui vont assurer l'essentiel de la production fourragère.

Hydromorphe : désigne un sol qui est régulièrement saturé en eau.

Hygrophile : qualifie les espèces, végétal ou animal, qui ont des besoins élevés en eaux et en humidité tout au long de leur cycle de vie et qui de ce fait se développent dans les milieux humides.

Index de qualité fourragère : chaque espèce prairiale est définie par un indice agronomique (I.A.), encore appelé index alimentaire ou index de qualité fourragère. Il s'agit d'une cotation, sur une échelle de 0 à 10 (indices de DE VRIES modifiés), de la valeur alimentaire attribuée à une espèce. Cet indice, qui intègre une série d'autres indices, synthétise l'intérêt que présente une espèce dans le cadre de la production fourragère (du point de vue de sa production de matière sèche, de son appétence, de sa digestibilité, de son exigence vis-à-vis de la fertilité du sol, ...). Plus l'indice (I.A.) est élevé, plus l'espèce présente un intérêt fourrager.

Mégaphorbiaie : zone tempérée constituée d'une prairie dense de roseaux et de hautes plantes herbacées vivaces (1,5 à 2 mètres de haut, 3 mètres pour certains roseaux), située en zone alluviale sur sol frais, non acide, plutôt eutrophe et humide (mais moins humide que les bas-marais et tourbières). Elle peut être périodiquement mais brièvement inondée.

Prairie mésophile : formation herbeuse sur sols frais à secs.

Valeur fourragère : Ensemble de critères alimentaires caractérisant une plante fourragère. Elle dépend de l'énergie, de l'azote, de la digestibilité et de l'appétibilité.

Introduction

1 Présentation de l'asbl Fourrages Mieux et du Centre wallon de Recherches Agronomiques (CRA-W)

1.1 L'asbl Fourrages Mieux

L'asbl Fourrages Mieux fut créée le 4 juillet 1997 à l'initiative du Ministère Fédéral des Classes Moyennes et de l'Agriculture suite à la réorganisation de ses services extérieurs de vulgarisation. Depuis avril 2004, Fourrages Mieux est reconnu comme Centre Pilote pour le secteur des fourrages par le Service public de Wallonie (SPW). Le siège social de l'asbl est établi au Centre d'Economie Rural à Marloie. L'asbl Fourrages Mieux rassemble les différents acteurs de Wallonie qui s'occupent de la vulgarisation et de la recherche au niveau des prairies et des fourrages. Elle est donc active dans le conseil et la vulgarisation des techniques agricoles liées principalement aux prairies mais aussi à la culture de luzerne, de céréales immatures ou de betteraves fourragères.

Les différents secteurs d'activités de Fourrages Mieux sont :

- la réalisation d'expérimentations dans les conditions de la pratique ;
- la mise en place de projets de démonstration ;
- l'encadrement des agriculteurs sur le plan technique, économique et environnemental ;
- le développement du secteur par des programmes coordonnés et des actions ponctuelles ;
- la vulgarisation de l'information ;
- l'amélioration des techniques existantes et l'examen des possibilités de mise en œuvre de nouvelles techniques ;
- la mise à disposition des résumés des rapports d'activités.

Dans le cadre de mon stage et travail de fin d'études, j'ai travaillé au sein du projet « Fourrages Natura 2000 et MAE » coordonné par Monsieur Arnaud Farinelle.

(Fourrages-Mieux asbl, 2016 c)

1.2 Le Centre wallon de Recherches Agronomiques

Fondé en 1872, le CRA-W est depuis 2002 un organisme d'intérêt public sous l'autorité du Gouvernement wallon. Il emploie 450 personnes, dont 150 scientifiques. Le Centre est réparti en 3 sites : Gembloux, Libramont et Mussy-la-Ville et comporte 300 ha de champs d'expérimentation, vergers, serres, laboratoires et bureaux.

Le CRA-W est divisé en différents départements qui présentent des compétences complémentaires. L'organigramme ci-dessous présente les différents départements du Centre de Recherches.

ORGANIGRAMME du CRA-W

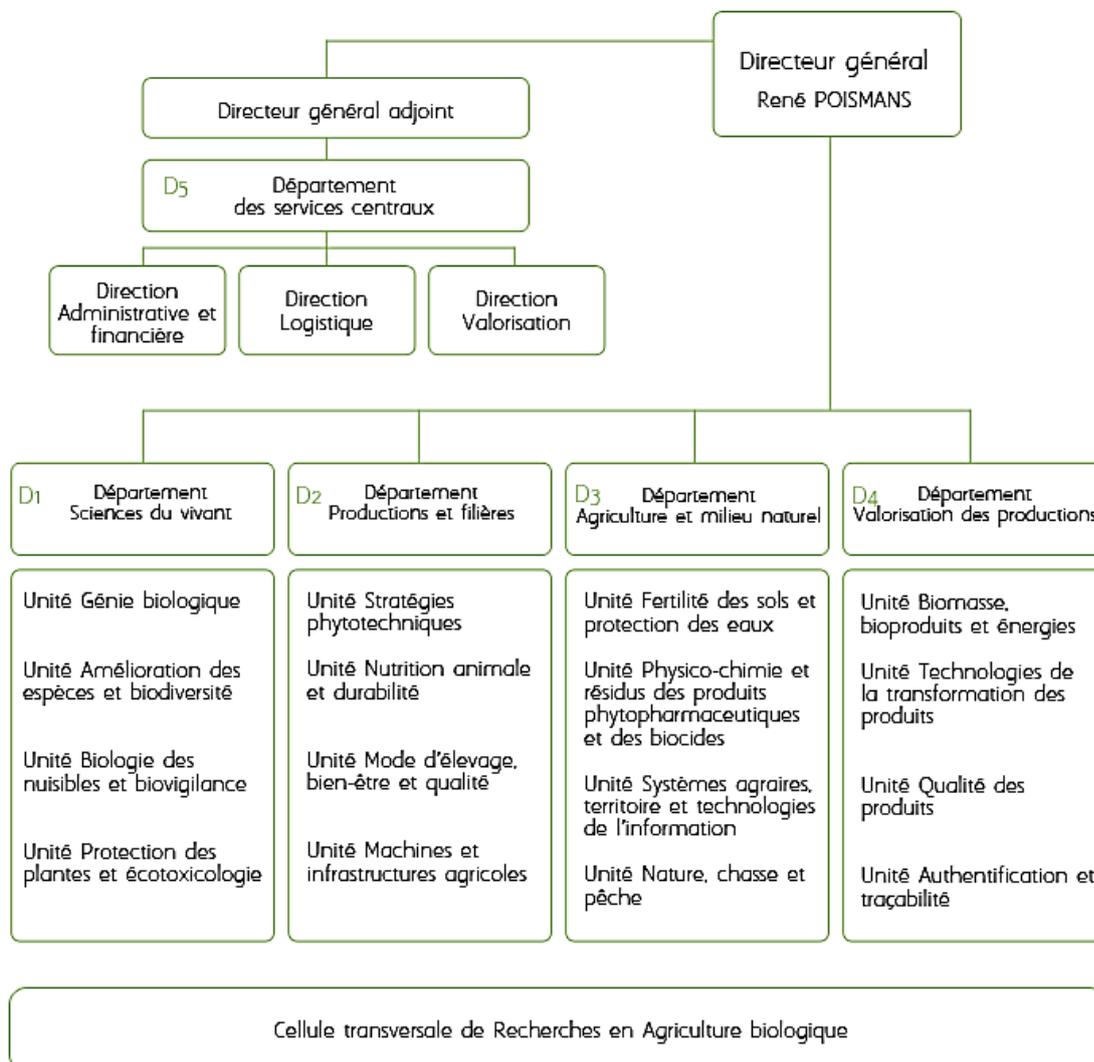


Figure 1 : organigramme du CRA-W. (CRA-W, 2016)

Les Départements du Centre wallon de Recherches agronomiques constituent un ensemble de recherches pluridisciplinaires qui couvrent les principaux domaines d'intérêt dans les secteurs agricole, horticole ou forestier ainsi que dans les agro-industries et les sciences de l'environnement.

De nombreux contacts sont entretenus avec les agriculteurs et horticulteurs, les entreprises, les universités, les centres de recherches belges et étrangers. Le CRA-W participe ainsi à de nombreux projets de recherches européens, nationaux et régionaux.

Le Centre wallon de Recherches Agronomiques effectue des missions d'expertises au sein d'organismes nationaux et internationaux. Il a également obtenu des certifications et certaines de ses unités ont été désignées comme laboratoire de référence.

Les objectifs opérationnels des activités de recherche de CRA-W sont les suivants :

- améliorer le cadre de vie, préserver l'environnement et produire durablement ;
- améliorer l'alimentation humaine, préserver la santé des consommateurs et tenir compte des analyses des comportements alimentaires ;
- diversifier les produits et leurs usages, améliorer leur compétitivité et celle des producteurs et des entreprises ;
- adapter les espèces, les pratiques et les systèmes de production à des contextes changeants ;
- éclairer la décision des acteurs publics et privés.

Le CRA-W propose également divers services concernant notamment les problèmes liés aux engrais et amendements, aux produits phytopharmaceutiques, à la protection de l'environnement, à la multiplication in vitro des plantes tempérées et tropicales, à la qualité des produits agro-alimentaires (SPIR, développement d'équations de calibration, gestion de réseaux de qualité, ...), à la sécurité alimentaire (détection de mycotoxines) et à l'utilisation énergétique et industrielle de la biomasse.

Dans le cadre de mon stage, j'ai intégré le département « Agriculture et milieu naturel » au sein de l'équipe « Systèmes agraires, territoires et technologies de l'information » dirigé par Monsieur Stilmant, et le département « Valorisation des productions » dans l'unité « Qualité des produits ». L'unité « Systèmes agraires, territoires et technologies de l'information » a pour but de renforcer les performances de l'agriculture actuelle en prenant en compte l'utilisation de l'énergie et des intrants, la gestion du territoire et ses ressources naturelles tout en respectant l'économie, la société et l'environnement. L'unité « Qualité des produits » a pour objectifs la mise au point de solutions analytiques et techniques pour un contrôle rapide, non destructif et respectueux de l'environnement des productions agricoles, ainsi que le développement et la validation de modèles de calibrage pour les spectromètres NIR, MIR et Raman.

(CRA-W, 2015)

2 Objectifs et contexte du TFE

Aujourd'hui, en Wallonie, 220.000 hectares de terrains font partie du réseau Natura 2000. De ces 220.000 ha, 32.000 ha se situe en zone agricole. Sur ces parcelles classées en UG2, le stockage et l'épandage de tout amendement et de tout engrais minéral ou organique, dont fumier, fiente, purin, lisier, compost, boues d'épuration, gadoues de fosses septiques sont interdits. Les parcelles classées en UG3 et UG5, sont, elles aussi, soumises à des restrictions sévères au niveau de la fertilisation des sols. Ces interdictions et restrictions engendrent un appauvrissement des sols. Des contraintes en termes d'exploitation, comme par exemple l'interdiction de fauche ou de pâturage avant le 15 juin, ont un impact sur la flore. Celles-ci permettent à des espèces se développant plus lentement de s'implanter, aux plantes annuelles de fleurir et d'assurer leur reproduction. La flore de ces prairies tend alors vers une flore caractéristique des prairies classées en haute valeur biologique. De nombreux agriculteurs choisissent donc de cumuler les aides octroyées pour le classement en Natrura 2000 et en prairie de haute valeur biologique. De ce fait, un nombre croissant de fourrages sont récoltés sur ce type de parcelles. Il est donc utile de connaître la valeur alimentaire des

fourrages issus des prairies à haute valeur biologique afin de mieux conseiller les éleveurs engagés dans le programme agro-environnemental.

Pour cela, nous allons déterminer la digestibilité de la matière organique de l'aliment, car c'est l'élément qui nous permettra de calculer sa valeur alimentaire à partir de sa composition. La digestibilité représente la fraction de la ration absorbée dans le tube digestif.

Actuellement, on considère que la digestibilité d'un fourrage issu d'une prairie de haute valeur biologique est la même que pour une prairie permanente « classique », cette information est donc à vérifier, car cette équivalence n'est pas du tout une certitude étant donné les différences de flores.

Nous allons comparer, pour chaque foin, 4 digestibilités de la matière organique obtenues par différentes méthodes : l'analyse par spectrométrie dans le proche infrarouge, l'analyse chimique de référence, la fermentation des foin dans du jus de rumen et l'analyse des matières fécales en spectrométrie dans le proche infrarouge. Cet essai nous permettra de calculer de 4 façons les valeurs nutritives des différents fourrages. Nous les comparerons afin de déterminer si l'analyse de routine en spectrométrie dans le proche infrarouge estime correctement la valeur alimentaire d'un foin à flore diversifiée.

Un second essai sur l'ingestion volontaire des foin par un lot de moutons, nous permettra d'estimer la valorisation par ceux-ci de chaque foin ainsi que leur unité d'encombrement mouton.

Partie théorique

3 Les Méthodes Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC)

3.1 Les MAEC en quelques mots

Les méthodes agro-environnementales et climatiques sont mises en place afin de promouvoir des pratiques agricoles favorables à la protection de l'environnement, à la conservation du patrimoine et au maintien du paysage rural.

Ce programme est cofinancé par la Région wallonne et l'Union européenne, car il fait partie du deuxième pilier de la politique agricole commune (PAC). Ce deuxième pilier de la PAC a pour but le développement rural, la protection de l'environnement et la multifonctionnalité de l'agriculture.

Les agriculteurs peuvent mettre en place, de manière volontaire, les méthodes agro-environnementales et climatiques en contrepartie d'une aide financière.

En 2013, 54 % des agriculteurs participaient au programme agro-environnemental en Wallonie. Les 5 méthodes les plus fréquemment utilisées, en nombre de producteurs, étaient : les haies, le couvert hivernal (méthode abandonnée dans le nouveau programme), les arbres et arbustes, les prairies naturelles et les tournières.

(Natagriwal asbl, 2016 c)

3.2 Historique

La politique agricole commune (PAC) commence à se préoccuper de l'environnement en 1985 en publiant le "livre vert". Mais ce n'est qu'en 1994 que les États membres de l'Union européenne décident de mettre en place un programme de méthodes agro-environnementales (MAE).

En 1995, la Wallonie lance son premier programme agro-environnemental. Malheureusement, le soutien technique aux agriculteurs est faible et seul le maintien des haies est réellement mis en application.

La création de l'asbl Agrenwal en 1999 permet la mise en place d'une équipe de conseillers pour le suivi administratif des agriculteurs. La méthode "couverture hivernale du sol" est alors adoptée par de nombreux agriculteurs.

À partir de 2005, un encadrement technique et administratif des agriculteurs est assuré par des conseillers de terrain qui mettent en place des méthodes ciblées avec des cahiers des charges adaptés à la situation de l'exploitation agricole.

L'asbl Natagriwal est créée en 2012 dans le but de regrouper tous les conseillers MAE au sein d'une même structure.

En 2015, le programme agro-environnemental de Wallonie fêtait ses 20 ans. Cette année marque un renforcement de l'encadrement et du ciblage des méthodes. Les méthodes agro-

environnementales aident à concilier agriculture, environnement et biodiversité. On compte environ 7000 ha de prairies de haute valeur biologique.

Le Programme wallon Agro-environnemental est défini dans le Programme wallon de Développement Rural (PwDR) pour une période de 7 ans. Aujourd'hui, nous sommes sous le régime du PwDR 2014-2020. Celui-ci propose un nouveau régime d'aides et de nouvelles méthodes.

(Natagriwal asbl, 2016 d)

3.3 Situation des MAEC au niveau institutionnel

La politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne est constituée de 2 piliers. Le 1^{er} pilier a pour objectif de rendre la production agricole en phase avec les marchés. Elle reprend les aides de soutien des marchés et les aides directes aux producteurs. Le 2^{ème} pilier comprend les mesures d'aides au développement rural.

Les MAEC font partie du Programme wallon de Développement Rural 2014-2020. Celui-ci est intégré aux mesures d'aides au développement rural du 2^{ème} pilier de la PAC. La figure suivante illustre la structure de la PAC et la flèche rouge indique la situation des MAEC :



Figure 2 : organigramme de la structure de la PAC. OCM : organisation commune des marchés agricoles. (Jermé G., 2016)

Le Programme wallon de Développement Rural (PwDR) 2014-2020 a été approuvé par la Commission européenne et le Gouvernement wallon en juillet 2015. Ce programme cofinancé par la Wallonie et l'Union européenne dispose d'une enveloppe de 654 millions d'euros. Il intègre toute une série de mesures en faveur du développement des activités agricoles ou non en milieu rural et soutient des actions de formation, de protection de l'environnement et de la biodiversité, et des initiatives d'associations et de groupes d'action locale. (Dawirs, 2015)

Les mesures du PwDR peuvent être classées en 3 catégories :

-les mesures surfaciques ;

- les mesures d'aides à l'investissement et à l'installation ;
- les autres mesures liées à des projets ponctuels.

Les méthodes agro-environnementales font partie des mesures surfaciques. Par mesures surfaciques, on entend mesures d'aides liées à la surface agricole ou forestière et calculées pour compenser des pertes de revenus induites par des pratiques agricoles volontaires plus respectueuses de l'environnement ou par des contraintes liées à des impositions européennes. (Dawirs, 2015)

Il est à préciser que les méthodes agro-environnementales sont des mesures à caractère volontaire de la part de l'agriculteur.

La figure 3 reprend les différentes mesures et leur dénomination :

Mesures surfaciques	Mesures d'aides à l'investissement	Projets ponctuels
<ul style="list-style-type: none"> •M10 MAE •M11 Bio •M12 Natura 2000 •M13 IZCN 	<ul style="list-style-type: none"> •M4.1 exploitations agricoles •M4.2 entreprises agroalimentaires •M6.1 installation jeunes agriculteurs •M6.4a diversification des agriculteurs •M6.4b entreprises non agricoles •M8.6 exploitation forestière 	<ul style="list-style-type: none"> •M1.1 formation professionnelle •M1.2 information/démonstration •M7.2 maisons médicales •M7.4 espaces multifonctionnels •M7.5 infrastructures touristiques •M7.6 restauration sites Natura 2000 •M16.3 coopération touristique •M16.9 diversification dans domaine santé

Figure 3: organigramme du PwDR 2014-2020. (Jermé G., 2016) ; provenance des données : (Service public de Wallonie, 2015). IZCN : Indemnités aux zones à contrainte naturelle.

3.4 Principes de base du programme agro-environnemental

Pour participer au programme agro-environnemental, l'engagement de l'agriculteur doit être au-delà des « bonnes pratiques agricoles » usuelles.

La démarche est à caractère volontaire et l'engagement se fait sur une durée de 5 ans.

Les MAEC sont accessibles à tous les agriculteurs ayant un siège d'exploitation en Belgique.

L'inscription se fait via un formulaire de demande préalable, ou "pré-demande" (en novembre), à confirmer dans la déclaration de superficie (en mars).

Certains cumuls avec d'autres aides sont autorisés (agriculture biologique, Natura 2000).

Les méthodes de base sont accessibles à tous les agriculteurs et sur l'ensemble du territoire wallon.

Les méthodes ciblées sont seulement accessibles sur avis d'expert délivré par un conseiller de Natagriwal.

(Natagriwal asbl, 2016 c)

3.5 Aperçu des différentes méthodes agro-environnementales

Il existe 11 méthodes, dont 5 méthodes de base accessibles à tous les agriculteurs et 6 méthodes ciblées accessibles sur avis d'expert. L'avis d'expert est délivré par un conseiller de Natagriwal qui adapte les méthodes en fonction du contexte de l'agriculteur. Ces méthodes sont regroupées en 5 axes :

- axe "éléments du maillage écologique" ;
- axe "prairie" ;
- axe "culture" ;
- axe "approche globale à l'échelle de l'exploitation" ;
- axe "animaux".

(Natagriwal asbl, 2016 a)

Ce travail s'intéresse à l'axe prairie et plus particulièrement aux prairies de haute valeur biologique qui seront détaillées par la suite.

Le tableau qui suit, résume les 11 méthodes agro-environnementales et climatiques. Il décrit brièvement le cahier des charges à respecter et le montant des subventions pour chaque méthode.

Tableau 1 : tableau récapitulatif des différentes MAEC. (Natagriwal asbl, 2016 e)

Intitulé et N°	Cahier des charges partiel		Montant de la subvention/an
Axe "éléments du maillage écologique"			
Haies et alignements d'arbres MB1	-Feuillus indigènes, sauf plantations ou rangées monospécifiques de peupliers.	-Fertilisants et produits phytopharmaceutiques interdits à moins d'1 m.	25€/200m
Arbres, buissons et bosquets MB1	-Arbres fruitiers à haute tige. -Arbres feuillus indigènes (distants de min. 10m). -Buissons de minimum 1,5 m (distants de min. 2m).	-Pas de taille du 16 avril au 30 juin (élément de conditionnalité).	25€/20 éléments
Mares MB1	-Etendue d'eau dormante de min. 25 m ² du 1er novembre au 31 mai. -Bande de 6 m non labourée. -Clôture à 2 m des berges si pâturage, sauf sur une zone d'abreuvement de max. 25% du périmètre de la mare.	-Pas d'épandage ni pulvérisation à moins de 12 m des berges. -Curage en cas d'envasement ou d'atterrissement. -Introduction de déchets, poissons, palmipèdes interdits.	100€/mare
Axe "prairies"			
Prairies naturelles MB2	-Min. 50 ares pour la méthode avec min. 10 ares par parcelle. -Maximum 50% de la superficie en prairie permanente de l'exploitation (10 premiers ha exemptés). -Aucune intervention avant le 15 juin inclus, sauf étaupinage ou réparation de dégâts de sangliers.	-Exploitation entre le 16 juin et le 31 octobre par pâturage et/ou par fauche (avec récolte et maintien de 5% en zone refuge). -Fertilisation organique uniquement du 16 juin au 15 août. -Concentrés, fourrages, fertilisation minérale et produits phytopharmaceutiques interdits.	200€/ha
Prairies inondables MC3	-Avis d'expert requis (méthode ciblée) -Submersion temporaire de la surface favorisée par un aménagement hydraulique végétalisé. -Prairie naturellement inondée non éligible. -Min. 50 ares.	-Dates et modalités d'exploitation (fauche et/ou pâturage) précisées dans l'avis d'expert. -Pas de fertilisants ni amendements sur la zone inondable et à moins de 6 mètres. -Produits phytopharmaceutiques interdits.	200€/ha
Prairies de haute valeur biologique MC4	-Avis d'expert requis (méthode ciblée). -Min. 10 ares.	-Dates et modalités de gestion précisées dans l'avis d'expert. -Min. 10 % de zone refuge en cas de gestion par fauche. -Fertilisation, amendements, concentrés, fourrages et produits phytopharmaceutiques interdits sur la parcelle sauf exception.	450€/ha

Axe "animaux"			
Races locales menacées MB11	<ul style="list-style-type: none"> -Bovins (> 2 ans) : Blanc-bleu mixte, pie-rouge de l'Est. -Equins (> 2 ans) : Cheval de trait ardennais, belge. -Ovins (> 6 mois) : Mouton laitier belge, Entre-Sambre-et-Meuse, mergelland, ardennais tacheté, ardennais roux. 	<ul style="list-style-type: none"> -Animaux correspondants aux standards de la race et inscrits au livre généalogique. -Bovins et ovins sont enregistrés dans Sanitrace. 	120€/bovin 200€/équidé 30€/ovins
Axes "cultures"			
Tournières enherbées MB5	<ul style="list-style-type: none"> -200 m de long minimum, en tronçons de 20 m. -12 m de large en tout point, en bordure de culture sous labour. -Jamais en bordure de prairie, sauf si séparation par une haie, chemin ou fossé. -Non accessible aux véhicules motorisés à des fins de loisirs et ne sert pas de chemin ou passage de charroi. 	<ul style="list-style-type: none"> -Mélange diversifié reconnu (graminées + légumineuses et autres plantes dicotylées), composition à conserver. -Fauche entre le 16 juillet et le 30 septembre, récolte du foin obligatoire. -Maintien d'une zone refuge de min. 2 m de large à chaque fauche -Fertilisants, amendements, produits phytopharmaceutiques, dépôts et pâturage interdits. -En cas de présence de balsamine de l'Himalaya (espèce invasive), destruction par fauche, broyage ou arrachage avant production de graines. 	21,6€/tronçon de 20 m de long, soit 900€/ha
Cultures favorables à l'environnement MB6	<ul style="list-style-type: none"> -Mesure rotationnelle. -Mélanges céréales-légumineuses, dont la 2ème espèce représente min. 20 % du mélange. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pas de fertilisant, amendement ni produits phytopharmaceutiques jusqu'au 15 septembre. 	200€/ha
Parcelles aménagées MC7	<ul style="list-style-type: none"> -Avis d'expert requis (méthode ciblée). -Superficie comprise entre 0,5 et 1,5 ha. -En bordure de culture sous labour. -Ne peut être longé par une tournière ou bande aménagée. -Non accessible aux véhicules motorisés à des fins de loisirs et ne sert pas de chemin ou passage de charroi. 	<ul style="list-style-type: none"> -Composition du couvert et conditions d'exploitation variables en fonction du type d'aménagement. -Aucune fertilisation et aucun amendement, sauf exception spécifiée et argumentée dans l'avis d'expert. -En cas de présence de balsamine de l'Himalaya (espèce invasive), destruction par fauche, broyage ou arrachage avant production de graines. 	600€/ha
Bandes aménagées MC8	<ul style="list-style-type: none"> -Avis d'expert requis (méthode ciblée). -De 3 à 21 m de large. -Jusqu'à 30 m de large en cas d'enherbement d'axes de concentration du ruissellement. 	<ul style="list-style-type: none"> -Produits phytopharmaceutiques et dépôts interdits. 	30€/tronçon de 20 m de long, soit 1250€/ha

	<ul style="list-style-type: none"> -Engagement de min. 200 m sur une largeur standard de 12 m. -En bordure de culture sous labour. -Non accessible aux véhicules motorisés à des fins de loisirs et ne sert pas de chemin ou passage de charroi. -Passage du tracteur autorisé si spécifié dans l'avis d'expert. 		
Axe "approche globale au niveau de l'exploitation"			
Autonomie fourragère MB9	<ul style="list-style-type: none"> -Charge de 0,6 à 1,4 UGB/ha de superficie sous herbe et/ou dédiée aux cultures fourragères. -Si = 0,6 UGB, réduction de la subvention. -Hors zone vulnérable PGDA : charge jusqu' à 1,8 UGB/ha avec paiement réduit. -Ha primés = ha prairies permanentes. -Engagement portant sur min. 250€. 	<ul style="list-style-type: none"> -Épandage des matières organiques limité aux déjections des animaux de la ferme (possibilité d'utiliser d'autres engrais de ferme jusqu'à concurrence de LS < 0,6 si pas d'utilisation d'azote minéral). -Produits phytopharmaceutiques interdits dans les prairies éligibles (sauf traitement localisé sous les clôtures électriques). 	<p>100€/ha si <1,4 UGB/ha Hors zone vulnérable PGDA : 50€/ha si <1,8 UGB/ha</p>
Plan d'action agroenvironnemental MC10	<ul style="list-style-type: none"> -Avis d'expert requis (méthode ciblée). -Exploitation mettant en œuvre des pratiques agricoles favorables à l'environnement. -Diagnostic environnemental de l'exploitation et des pratiques à dresser (gestion de la biodiversité, du paysage, de la fertilisation et du sol, des traitements phytosanitaires ... 	<ul style="list-style-type: none"> -Liste des actions et calendrier d'exécution à établir. -Objectifs à court, moyen et long terme à définir. -Suivi annuel de l'engagement. 	<p>Paiement (€) = 20 X + 10 Y + 50 Z Plafonné à 3500€ X = nb d'ha (max. 50) Y = S des autres aides MAE/100 Z = nb d'ha contribuant à l'autonomie protéique</p>

4 Natura 2000

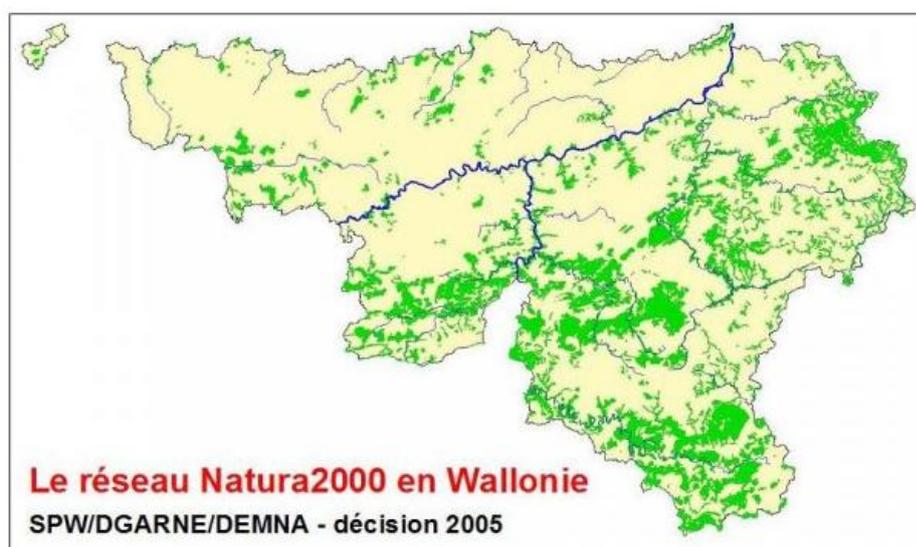
4.1 Le réseau Natura 2000

Les sites Natura 2000 forment un réseau mis en place par deux Directives européennes, la Directive "Oiseaux" (79/409/CEE) et la Directive "Habitats" (92/43/CEE). Ces Directives ont pour but de protéger un grand nombre de populations d'espèces et de biotopes considérés comme importants à l'échelle européenne. Pour cela, un réseau de zones géographiques abritant une partie significative de ces espèces et de ces biotopes a été défini. Pour la Directive "Oiseaux" qui est en application depuis 1979, ces zones géographiques sont appelées "zones de protection spéciale". Pour la Directive "Habitats", qui date de 1992, ces zones sont appelées "zones spéciales de conservation". Ces différentes zones peuvent se superposer et forment alors des "sites d'importance communautaire".

Tous les pays de l'Union européenne sont concernés et le réseau couvre un peu plus de 24 % de la superficie de l'Europe, soit environ 1 040 000 km². Cette superficie prend en compte les territoires terrestres et marins. (Fédération Wallonie-Bruxelles, s.d.)

En 2001, le décret Natura 2000 relatif à la conservation des sites Natura 2000, de la faune et de la flore est publié au niveau européen. Les pays membres de l'Union européenne sont tenus de remettre un plan d'action concernant leur territoire. En 2002, le Gouvernement wallon propose à l'Europe une liste de 231 sites et met en place une protection préventive de ceux-ci. Cette liste est complétée en 2004 et 2005 pour répondre à des insuffisances identifiées par la Commission européenne. Actuellement, le réseau Natura 2000 de Wallonie compte 240 sites couvrant 220 944 ha, soit 13 % du territoire wallon. On compte environ 200.000 ha de « zones de protection spéciale » et 200 000 ha de « zones spéciales de conservation ». Les deux types de zones se superposent sur le territoire. La Wallonie est donc caractérisée par un grand nombre de « sites d'importance communautaire » de taille moyenne de plus de 900 ha. (Fédération Wallonie-Bruxelles, s.d.)

La carte suivante permet de visualiser le réseau Natura 2000 de Wallonie :



Visualisation du réseau Natura2000 en Wallonie sur base des décisions de 2002 à 2005.

Figure 4: carte du réseau Natura 2000 établi en 2005. (Fédération Wallonie-Bruxelles, s.d.)

Près de 64 000 agriculteurs, forestiers et propriétaires sont concernés par le réseau Natura 2000. L'asbl Natagriwal est à leur disposition pour les informer sur la réglementation en vigueur. Des mesures de gestion doivent être respectées pour assurer le maintien des habitats et des espèces ciblées. Des indemnités financières sont également prévues. (Natagriwal asbl, s.d. d)

4.2 Les unités de gestion

Chaque site Natura 2000 est découpé en unités de gestion. On compte 14 unités de gestion (UG) cartographiées en fonction des habitats et des espèces présentes. L'UG 1 concerne les milieux aquatiques, les UG 2 à 5 représentent les milieux ouverts de type prairie et les UG 6 à 10, les milieux forestiers. Trois UG temporaires existent également. Chaque unité de gestion est décrite brièvement dans le tableau suivant :

Tableau 2 : tableau récapitulatif des milieux repris en zone Natura 2000. (Jermé G, 2016) ; provenance des données : (Natagriwal asbl, 2014 b)

Description des différents milieux repris en zone Natura 2000.	
UG 1 et S1 : Milieux aquatiques	Cette unité de gestion regroupe les milieux aquatiques : plans d'eau, lacs, mares, sources et rivières ainsi que les végétations qui les bordent. S1 fait référence à la présence de la moule perlière et de la mulette épaisse.
UG 2 et S2 : Milieux ouverts prioritaires	Cette unité de gestion regroupe les milieux ouverts (qui ne sont pas couverts par des arbres) qui présentent un intérêt exceptionnel pour la biodiversité. Ces milieux ouverts sont soit des milieux humides (tourbières, prairies humides oligotrophes, landes humides, mégaphorbiaies ¹), soit des prairies (diverses prairies de fauche pas ou peu fertilisées mais de qualité biologique exceptionnelle), soit des milieux secs (pelouses calcaires ou sableuses, habitats rocheux ou encore landes sèches). S2 fait référence à la présence du papillon Damier de la succise.
UG 3 : Prairies habitats d'espèces	Ces prairies abritent des espèces animales menacées à l'échelle européenne. Ces espèces ont leur zone de reproduction, de nourrissage, de repos ou encore d'hivernage dans ces prairies.
UG 4 : Bandes extensives	Cette unité de gestion prend la forme d'une bande de prairie de 12 m de large assurant un régime de gestion extensive. Elle est située le long des cours d'eau qui traversent des prairies de liaison (UG5) ou des cultures (UG11).
UG 5 : Prairies de liaison	Les prairies de liaison ne présentent pas un intérêt biologique particulier mais assurent une liaison entre deux zones de grand intérêt biologique. C'est l'unité de gestion agricole qui couvre la plus grande surface en Natura 2000.
UG 6 : Forêts prioritaires	Cette unité de gestion regroupe des forêts qui sont rares tant au niveau wallon qu'europpéen. Il s'agit principalement de forêts de ravin et de forte pente (éablières de ravin notamment), de boulaies tourbeuses ou encore de forêts constituées d'une végétation très particulière.
UG 7 : Forêts prioritaires alluviales	Cette unité de gestion reprend les forêts qui sont situées en bordure de cours d'eau ou de plans d'eau. Il s'agit principalement de forêts alluviales (sols composés d'alluvions charriés par le cours d'eau) ou de forêts marécageuses.
UG 8 : Forêts indigènes de grand intérêt biologique	Cette unité de gestion regroupe principalement des hêtraies à luzule mais aussi d'autres peuplements forestiers dominés par le hêtre ou le chêne tels que les hêtraies acidophiles atlantiques, neutrophiles ou calcicoles ou les chênaies sèches, les chênaies-boulaies acidophiles humides et les chênaies-charmaies humides.
UG 9 : Forêts habitats d'espèces	Cette unité de gestion regroupe des forêts feuillues indigènes autres que les forêts reprises dans les autres unités de gestion forestières. Elles ne sont pas reprises dans la liste européenne des « habitats d'intérêt communautaire » mais jouent un rôle de liaison important dans le site et surtout peuvent abriter des espèces menacées à l'échelle européenne.

¹ Mégaphorbiaie : prairie dense de roseaux et de hautes plantes herbacées vivaces.

UG 10 Forêts non indigènes de liaison	Cette unité de gestion n'est pas un habitat Natura 2000 mais regroupe les forêts composées majoritairement de résineux ou de feuillus non indigènes (chênes rouges, châtaigniers, ...). Ces forêts assurent la liaison entre des milieux intéressants pour la biodiversité et assurent une cohérence dans la forme générale d'un site Natura 2000.
UG 11 : Terres de cultures et éléments anthropiques	Cette unité de gestion n'est pas un habitat Natura 2000 mais regroupe les terres agricoles, ainsi que les éléments créés par l'homme (anthropiques) comme les chemins, routes, hangars, bâtiments, ... Ces zones sont maintenues dans les sites Natura 2000 pour garantir la cohérence cartographique du réseau.
UG TEMP 1 : Zones sous statut de protection	Cette unité de gestion regroupe des zones faisant déjà l'objet d'un statut de protection : les réserves naturelles privées ou publiques, les cavités souterraines d'intérêt scientifique et les zones humides d'intérêt biologique.
UG TEMP 2 : Zones à gestion publique	Cette unité de gestion regroupe des zones gérées par l'Administration. Dans la plupart des cas rencontrés, c'est le Département de la Nature et des Forêts qui gère ces espaces, forestiers principalement. D'autres terrains concernent des zones de friche ou des espaces verts.
UG TEMP 3 : Hêtraies à luzule et autres feuillus non différenciés	Cette unité de gestion regroupe des forêts qui seront reprises dans le futur soit en UG8, soit en UG9. Ce sont principalement des zones de hêtraies et de chênaies. L'affectation de ces zones dans une de ces deux UG nécessite le passage d'un cartographe sur le terrain pour mieux déterminer la végétation en place.

4.3 Les mesures de gestion

La gestion des sites Natura 2000 se fait principalement via l'application de deux mesures : les mesures principales et les mesures particulières. Ces mesures de gestion sont des arrêtés de désignation du Gouvernement wallon et la personne en charge de la gestion des terrains est tenue de les respecter. Les mesures principales s'appliquent à tous les sites Natura 2000 et doivent être respectées depuis 2011. Les mesures particulières sont spécifiques à chaque unité de gestion. Elles sont d'application dans un site dès que l'arrêté de désignation du site entre en vigueur. Cet arrêté synthétise la description et la cartographie de chaque site.

Les mesures de gestion sont classées en trois types d'actes :

-les actes soumis à notification. Le gestionnaire doit informer le directeur de la Direction extérieure du Département de la Nature et des Forêts (DNF) des actes et travaux qu'il compte faire en envoyant un formulaire de notification par courrier ;

-les actes soumis à autorisation. Le gestionnaire doit demander une autorisation par courrier au directeur de la Direction extérieure du Département de la Nature et des Forêts pour réaliser ce type d'actes et travaux ;

-les actes interdits. Des demandes de dérogation à l'inspecteur général du Département de la Nature et des Forêts sont possibles.

(Natagriwal asbl, s.d. e)

Certaines contraintes imposées aux sites Natura 2000, plus particulièrement pour les parcelles classées en UG2 et UG3, ressemblent aux contraintes imposées aux prairies de haute valeur biologique. De plus, les objectifs des UG2 et UG3 sont similaires aux objectifs du programme agro-environnemental, car ils permettent de conserver des milieux riches en biodiversité. Ces parcelles sous fortes contraintes au niveau de la fertilisation, du pâturage et de la fauche évoluent alors vers une flore caractéristique des prairies de haute valeur

biologique. Cela incite les agriculteurs à rejoindre le programme agro-environnemental afin de cumuler les aides financières.

Un résumé des actes interdits en fonction des unités de gestion est repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : tableau des actes interdits en fonction des milieux. (Jermé G., 2016) ; provenance des données : (Natagriwal asbl, 2014 b)

Interdictions	UG1 et S1	UG2 et S2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	UG9	UG10	UG11
Modification du relief du sol.											
Remblaiement total ou partiel des mares, des plans d'eau, des bras morts, des dépressions humides.											
Labour des terres agricoles à moins d'un mètre des crêtes de berges des fossés.											
Labour des prairies permanentes.											
La création de gagnages impliquant le travail du sol.											
Déroger aux affectations reprises au plan de secteur, en particulier la zone forestière.											
Tout amendement, toute fertilisation et tout stockage d'engrais.											
L'utilisation des engrais minéraux.											
Le stockage, l'épandage de tout amendement et de tout engrais minéral ou organique, dont fumiers, fientes, purins, lisiers, composts, boues d'épuration, gadoues de fosses septiques sauf lorsque ces actes sont prévus dans un plan gestion.											
Tout pâturage et toute fauche entre le 1er novembre et le 15 juin, sauf pâturage à faible charge ou autre modalité de gestion appropriée, prévus par un plan de gestion.											
Toute fauche entre le 1er novembre et le 15 juin, sauf lorsque ces actes sont prévus dans un plan de gestion.											
Toute fauche qui ne maintiendrait pas des bandes refuges non fauchées représentant au moins 5% de la surface totale de la parcelle. En cas de présence de cours d'eau, de haies, d'alignements d'arbres, ces bandes refuges devront être maintenues le long de ces éléments.											
Le sursemis en prairies sauf pour les travaux ponctuels et localisés de restauration de dégâts de sangliers.											
Tout pâturage entre le 1er novembre et le 15 juin, sauf si les conditions suivantes sont respectées : -1° charge en bétail de max. 1 UGB/ha.an (ou charge instantanée de max. 4 UGB/ha) -2° aucune fauche, ébousage et étaupinage entre le 15 avril et le 1er octobre. L'administration compétente doit être informée au préalable du respect de ces conditions.											

Tout pâturage et toute fauche entre le 1er novembre et le 15 juillet. En cas de fauche ou de pâturage pendant la période autorisée, une bande refuge non fauchée est maintenue à chaque fauche sur une largeur minimale de 2 mètres.											
L'affouragement du bétail.											
Arracher une haie sans permis d'urbanisme.											
Abattre des arbres isolés de plus de 30 ans sans permis d'urbanisme.											
Détruire des espèces strictement protégées au sens de la Loi sur la Conservation de la Nature.											
Déverser des poissons dans un plan d'eau soumis à la loi sur la pêche (plans d'eau non munis de grilles) sans les autorisations requises.											
Accès du bétail aux berges des cours d'eau classés situés dans les sites Natura 2000, sauf si dérogation accordée par le Gouvernement en cas de pâturage très extensif favorable à la biodiversité (charge moyenne annuelle de 0.5 UGB/ha.an).											
La plantation de résineux et la sylviculture favorisant les semis naturels de résineux à moins de 12 m des crêtes de berges des cours d'eau et plans d'eau.											
Toute transformation ou tout enrichissement par des essences non indigènes.											
Toute coupe de plus de 3 ha dans les peuplements présentant une surface terrière de plus de 50% de feuillus.											
Toute coupe de plus de 5 ha dans les peuplements présentant une surface terrière de plus de 50% de résineux.											
Sauf dérogation arrêtée par le Gouvernement, toute régénération artificielle au moyen d'essences qui ne sont pas en conditions optimales ou tolérées, selon le fichier écologique des essences édité par le Gouvernement, à l'exception des régénérations artificielles le long d'allées ou sur des surfaces inférieures à 50 ares d'un seul tenant par tranche de 5 hectares de bois et forêts d'un même propriétaire.											
Culture de plantes sarclées sur des parcelles à risque (codes R10 ou R15) sauf si une bande enherbée est installée sur la partie située au bas de la parcelle.											
Maintenir jusqu'au 1er janvier une couverture (repousses autorisées) sur des parties effectivement en pente des parcelles avec un code R10 ou R15 dans la Déclaration de superficie.											

4.4 Compensations financières

Les agriculteurs, forestiers ou propriétaires de terrains repris en zone Natura 2000 peuvent bénéficier d'indemnités financières et d'avantages fiscaux.

La demande d'indemnités financières se fait via la déclaration de superficie auprès du Département des Aides du Service public de Wallonie. Le montant des indemnités varie en fonction du type d'indemnité (agricole ou forestière), de l'unité de gestion, de l'arrêté de désignation du site Natura 2000 (adopté ou non-adopté) (voir tableau 4).

Tableau 4 : tableau récapitulatif des indemnités financières des zones Natura 2000. (Natagriwal asbl, s.d. a)

Indemnités	Unités de gestion concernées	Arrêté de désignation (AD)	Montant
Agricoles	UG 5	Couverte par AD	100€/ha/an
	UG 4		900 €/ha/an
	UG 2, UG 3, TEMP1, TEMP2		440€/ha/an
	Prairies sans limitation de fertilisation		100€/ha/an
	Prairies avec limitation de fertilisation		200€/ha/an
	Prairies	Non couvert par AD	100€/ha/an
Forestières	UG 6, 7, 8, 9, TEMP1, TEMP3	Couvert par AD	40€/ha/an
	Milieus forestiers sauf résineux > 10 ares	Non couvert par AD	20€/ha/an

Toutes les parcelles reprises en zone Natura 2000 bénéficient d'avantages fiscaux. Elles sont exonérées du précompte immobilier et sont exemptées de droits de succession et de donation pour les personnes domiciliées en Wallonie.

L'exonération du précompte immobilier est automatique et ne demande aucune démarche administrative de la part du propriétaire.

L'exemption des droits de succession et de donation doit être notifiée par acte notarié lors de la succession. Une déclaration écrite est envoyée à la Direction de la Nature et des Forêts (cellule Natura 2000). La déclaration reprend les références cadastrales des terrains, le code du site Natura 2000, la référence au Moniteur belge qui a désigné le bien immobilier comme site Natura 2000.

(Natagriwal asbl, s.d. a)

5 Cumuls des aides

Les agriculteurs peuvent bénéficier de nombreuses aides. Les différentes aides qui pourront leur être octroyées seront cumulables entre elles, parfois à concurrence d'un certain montant, alors que pour d'autres, ce cumul sera interdit. Les deux tableaux ci-dessous représentent le cumul possible ou non entre les différentes aides financières pour les méthodes agro-environnementales, Natura 2000, l'agriculture biologique et les SIE (Surfaces d'Intérêts Ecologiques) :

Tableau 5 : cumuls au niveau des cultures. (Natagriwal asbl , s.d. c)

A. Cultures	MB5 Toumières	MB6 Cultures favorables à l'environnement	MC7 Parcelles aménagées	MC8 Bandes aménagées	Natura Bande extensive	Agriculture biologique	SIE Eléments du paysage	SIE Jachère
MB1 Eléments du paysage	C	C	C	C	C	C	X	C
MB5 Toumières		X	X	X	X	O	C	X
MB6 Cultures favorables à l'environnement			X	X	X	O	C	X
MC7 Parcelles aménagées				X	X	O	C	C-250
MC8 Bandes aménagées					X	O	C	C-21,6, soit 8,4 €/tronçon de 20 m pour une largeur standard de 12 m. Soit 350 €/ha
Natura Bande extensive						O	C	X
Agriculture Biologique							C	O

Tableau 6 : cumuls au niveau des prairies. (Natagriwal asbl , s.d. c)

B. Prairies	MB2 Prairie naturelle	MC3 Prairie inondable	MC4 Prairie de haute valeur biologique	MB9 Autonomie fourragère	Agriculture biologique	Natura Prairie à contraintes faibles	Natura Prairie à contraintes fortes	Natura Bande extensive
MB1 Eléments du paysage	C	C	C	C	C	C	C	C
MB2 Prairie naturelle		X	X	C	C	C	X	X
MC3 Prairie inondable			X	C	C	C	X	X
MC4 Prairie de haute valeur biologique				C	C	C	C-200	X
MB9 Autonomie fourragère					C	C	C	C
Agriculture Biologique						C	O	O
Natura Prairie à contraintes faibles							X	X
Natura Prairie à contraintes fortes								X

Légende des tableaux :

C = cumul des primes autorisé

X = Non cumulable

O = pas d'aide bio. Mesures compatibles avec l'Agriculture biologique mais primables seulement à hauteur des autres mesures surfaciques (MAE ou Natura 2000)

Les prairies Natura 2000 à « contraintes fortes » sont les UG2, UG3 et UG4. Les prairies Natura 2000 à « contraintes faibles » sont les UG5 et les prairies temporaires classées en UG11.

Les Surfaces d'Intérêts Ecologiques (SIE) font partie du « verdissement » (PAC 2014-2020). Les agriculteurs ont l'obligation de maintenir des « surfaces d'intérêt écologique », c'est-à-dire des surfaces ayant un impact favorable pour l'environnement ou la biodiversité. Ils doivent mobiliser au moins 5 % des terres arables de l'exploitation en SIE et pourront les désigner parmi les éléments suivants : terres en jachère, particularités topographiques (haies, arbres isolés, bords de champ, mares, fossés), bandes tampons, zones d'agroforesterie, bordures de forêt, taillis à courte rotation, cultures dérobées ou à couverture végétale, ainsi que cultures fixatrices d'azote. Les agriculteurs qui ne respectent pas ces obligations, sont privés de toutes ou d'une partie de leurs aides financières. (Natagriwal asbl, s.d. b)

On peut constater que les prairies de haute valeur biologique MC4 sont cumulables avec :

- la méthode autonomie fourragère ;
- l'agriculture biologique ;
- les prairies Natura 2000 à contraintes faibles ;
- les prairies Natura 2000 à contraintes fortes mais avec une soustraction de 200 euros.

6 La prairie

6.1 Définition de la prairie

La prairie est un peuplement végétal constitué de graminées (Poacées), de légumineuses (Fabacées) fourragères et d'autres dicotylées. Elle est principalement destinée à l'alimentation du bétail. La composition botanique d'une prairie peut varier selon l'âge de la prairie, les techniques d'exploitation (fauche, pâturage), la fertilisation,...

On distingue deux grands types de prairies :

- la prairie permanente qui est une surface enherbée depuis plus de 5 ans et qui n'entre normalement pas dans une rotation. Elle est constituée d'espèces pérennes ;
- la prairie temporaire qui entre dans une rotation. Les espèces qui la composent sont très productives (ray-grass italien, ray-grass de Westerwold, ray-grass hybride, trèfle violet).

Généralement, les prairies temporaires sont fauchées et les prairies permanentes sont exploitées par le pâturage, la fauche ou sous régime mixte fauche/pâturage.

(Fourrages-Mieux asbl, 2016 b)

6.2 Importance de la prairie en Wallonie

La prairie occupe 47,2 % de la superficie agricole utile de Wallonie, soit 345.778 ha en 2016. Les prairies permanentes représentent 307.545 ha et les prairies temporaires, 38.233 ha. La prairie est la première culture en Région wallonne. Elle fournit un aliment très économique et facile à produire pour les animaux d'élevage. L'herbe peut être pâturée ou fauchée et stockée sous différentes formes : foin, ensilage. (statbel, 2016)

La proportion de prairies dans le paysage varie entre les différentes régions agricoles. En 2015, en Haute-Ardenne, la surface herbagère représente 94,8 % de la surface agricole utile tandis qu'en région limoneuse, elle ne représente que 20% (voir figure 5).

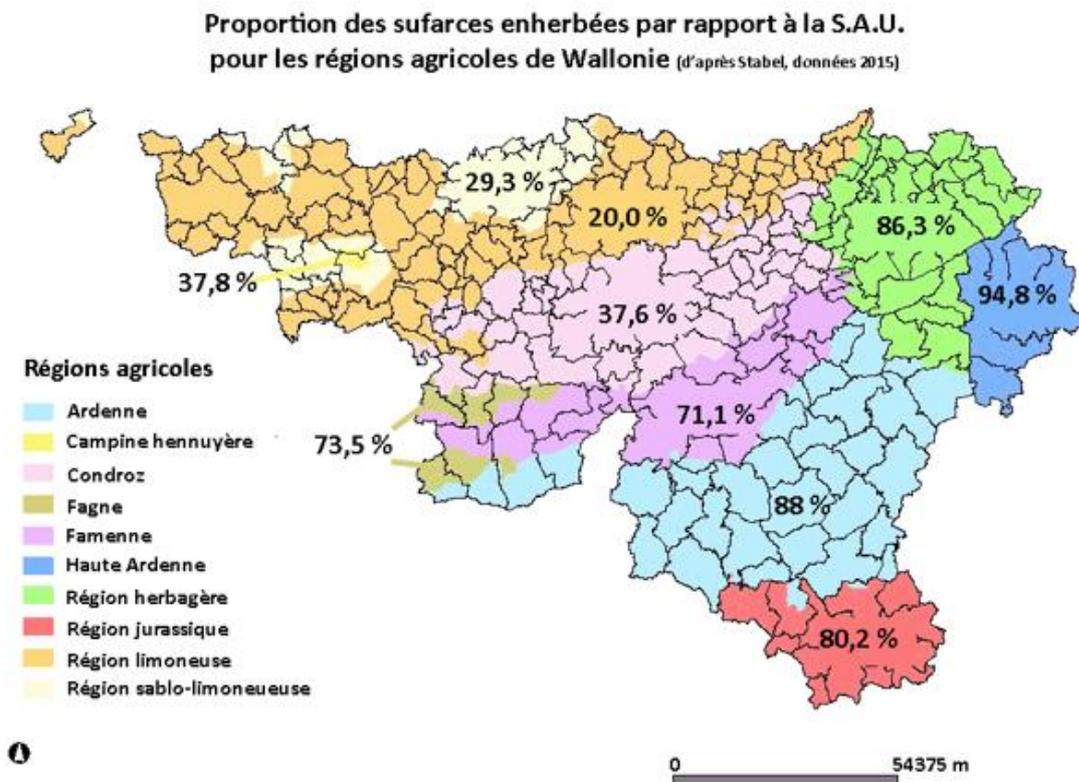


Figure 5 : illustration reprenant la proportion des surfaces enherbées par rapport à la surface agricole utile en Wallonie. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

La prairie ne sert pas uniquement pour l'alimentation du bétail. Elle joue un rôle important pour la préservation de l'environnement et de la nature. Elle permet de limiter le lessivage des nitrates, car certaines plantes sont capables de pousser à des températures proches de 0°C. La nitrification de fin d'hiver est donc immédiatement valorisée. De plus, le sol est couvert en permanence, ce qui limite les phénomènes d'érosion du sol. Les nodosités présentes sur les racines des légumineuses sont capables de fixer l'azote atmosphérique, ce qui permet de limiter la fertilisation des sols. La biodiversité des prairies est extrêmement importante, car il s'agit d'association d'espèces. Elle participe à la beauté des paysages et participe à la qualité organoleptique de certains produits (lait). (Fourrages-Mieux asbl, 2016 b)

7 Prairie de haute valeur biologique

7.1 Prairie de haute valeur biologique : que signifie ce terme ?

Une prairie de haute valeur biologique est un milieu ouvert et accueillant. C'est une prairie riche en biodiversité, car elle offre de bonnes conditions pour l'implantation d'espèces végétales variées. Plus le nombre d'espèces est élevé, plus l'intérêt de la prairie pour la biodiversité est grand. En limitant les perturbations du milieu par la fauche, le pâturage et les apports d'engrais, toutes les espèces animales ou végétales présentes ont la possibilité de se développer. Il faut remarquer qu'une prairie de prime à bord banale au niveau de la flore peut abriter une espèce animale protégée ou contribuer à son alimentation. De telles parcelles sont également considérées comme haute valeur biologique.

Un pâturage léger, réalisé avec une charge à l'hectare moindre et sur une période plus courte, assure un entretien efficace de la prairie tout en préservant la flore. La fauche tardive réalisée en été et en une seule fois sur l'année laisse le temps aux plantes de réaliser leur cycle de développement. La floraison est capitale pour attirer les insectes et oiseaux, ainsi que pour la reproduction des espèces à graines. L'intérêt de ces prairies peut être rehaussé par des éléments naturels tels que les mares, les haies, les arbres isolés et les buissons.

(Van Gelderen, Turlot, Rondia, & Demeter, 2011)

7.2 La méthode agro-environnementale « prairie de haute valeur biologique » (MC4)

La méthode agro-environnementale MC4 complète la méthode "Prairie naturelle" par un cahier des charges renforcé et adapté à la conservation d'espèces et d'habitats ayant un grand intérêt écologique. Une variante "pré-verger" existe et vise à conserver les vergers hautes-tiges qui sont un potentiel d'accueil important pour la biodiversité. Lors du PwDR 2007-2013, 6491 ha de prairies étaient engagés en haute valeur biologique. (Natagriwal asbl, 2015)

L'objectif de la méthode est de préserver la biodiversité, de protéger les sols et les eaux de surface et souterraines par le biais d'une gestion extensive. Cette gestion permet la conservation d'espèces végétales et animales protégées ou caractéristiques de milieux spécifiques. La variante "pré-verger" vise à conserver d'anciennes variétés d'arbres fruitiers et ainsi maintient le patrimoine agricole des régions. (Natagriwal asbl, 2015)

Pour qu'une prairie soit reconnue comme prairie de haute valeur biologique, sa superficie doit être de minimum 10 ares. Un diagnostic de la parcelle est réalisé par un conseiller Natagriwal afin de recenser la faune et la flore qui y sont présentes. La parcelle sera alors classée selon son type phytosociologique. Une fois que la prairie est reconnue comme étant de « haute valeur biologique » par un conseiller, un avis d'expert est rédigé. L'agriculteur peut faire une demande de contrat agro-environnemental. Il s'engage ainsi pour cinq ans durant lesquels il devra se conformer au cahier des charges établi par le conseiller. L'agriculteur devra joindre cet avis à sa déclaration de superficie. (Natagriwal asbl, 2015)

7.3 Types de prairies

Les prairies sont classées en types phytosociologiques afin de déterminer leur valeur biologique. Ce classement est réalisé sur base d'un relevé floristique de la parcelle.

On procède à une identification de toutes les espèces présentes sur une surface de 5 m² répétée 2 à 5 fois en fonction de la superficie de la parcelle. Un coefficient d'abondance est attribué à chaque espèce présente dans la zone délimitée (méthode normalisée de Braun Blanquet, celle-ci est expliquée au chapitre 10 de la partie pratique).

Les espèces relevées sont classées en deux groupes : les espèces diagnostiques et les espèces indicatrices. Les espèces diagnostiques sont les groupes écologiques qui permettent de typer la parcelle. Les espèces indicatrices donnent une indication sur la nature du milieu ou une éventuelle perturbation de celui-ci.

Le type de prairie correspond à l'association qui compte le plus d'espèces diagnostiques en nombre et en recouvrement. Ces types phytosociologiques représentent des groupes écologiques d'espèces et sont au nombre de 17 (les plus rencontrés en Wallonie). Un 18^{ème} groupe est cependant mentionné, car il comprend d'autres types de milieux non spécifiques à l'exploitation par la fauche ou le pâturage, comme par exemple les pelouses acidophiles ou calcicoles ; les bas-marais acides ou alcalins, etc. Ces milieux, généralement de faibles superficies, apparaissent souvent en transition avec d'autres types de prairies. Toutefois, dans certains cas, ils peuvent s'exprimer pleinement et être dès lors identifiés spécifiquement.

Les prairies sont également classées en fonction de leur valeur biologique élevée, moyenne ou faible. Une prairie a une valeur biologique élevée si elle possède plus de 20 espèces sur une surface de 5 m². Sa valeur biologique est moyenne si elle possède entre 15 et 20 espèces sur une surface de 5 m². Elle sera faible si la parcelle contient moins de 15 espèces sur 5 m².

L'éligibilité d'une parcelle se fait grâce à ces relevés floristiques et ceux-ci permettent d'établir le cahier des charges spécifique à la parcelle.

Prairie de valeur biologique faible

Les parcelles classées en prairies de faible valeur biologique sont non-éligibles pour la méthode MC4 (méthode prairies de haute valeur biologique). Elles sont composées d'une flore trop peu diversifiée (moins de 15 espèces).

- *Type 1 : Prairie de fauche temporaire*

Prairie très intensive, fortement fertilisée et pauvre en espèces. Dominance d'espèces à haut rendement telles que ray-grass, fléole, trèfle des prés, ...

- *Type 2 : Pâturage grasse à ray-grass et crénelle*

Pâturage fortement fertilisée, pauvre en espèces avec dominance des espèces généralistes des prairies et faible présence des espèces des pâtures maigres.

Prairie de valeur biologique moyenne

Les parcelles classées en prairies de valeur biologique moyenne (entre 15 et 20 espèces) ne sont pas systématiquement éligibles pour la méthode MC4. Elles peuvent être éligibles si elles présentent un potentiel pour devenir une prairie de haute valeur biologique après les 5 ans d'engagement.

- *Type 3 : Pâturation à ray-grass et crénelle*

Pâturation moyennement fertilisée avec dominance d'espèces généralistes des prairies et présence un peu plus marquée des espèces des pâtures maigres.

- *Type 4 : Prairie de fauche montagnarde dégradée*

Peu d'espèces diagnostiques des prairies montagnardes mais dominance des espèces généralistes des prairies et des prairies pâturées. Il existe deux associations : association à fenouil des Alpes et à géranium des bois.

- *Type 5 : Pâturation maigre dégradée, moyennement fertilisée*

Dominance des espèces généralistes des prairies et présence marquée des espèces des pâtures fertilisées (fétuque, crénelle, gaillet, trèfle, ...).

- *Type 6 : Prairie à hautes herbes hygrophiles²*

Généralement pauvres en espèces végétales et/ou avec quelques espèces hydrophiles envahissantes (reine des prés, angélique, joncs, baldingère). Dominance des espèces généralistes des prairies humides.

- *Type 7 : Prairie de fauche à ray-grass et fléole*

Prairie de transition entre différents types. Présence significative de la fléole, du trèfle des prés et du ray-grass. Présence faible des autres espèces des prairies de fauche et dominance des espèces généralistes des prairies.

- *Type 8 : Prairie de fauche de plaine, moyennement à assez fertilisée*

Dominance des espèces généralistes des prairies et d'espèces nitrophiles. On y retrouve la berce, le fromental, le brome, le vulpin, ...

- *Type 9 : Prairie de fauche sub-montagnarde dégradée*

Dominance des espèces généralistes des prairies et présence importante des espèces des prairies pâturées. Le géranium des bois peut parfois être bien représenté.

Prairie de valeur biologique élevée et très élevée

Les parcelles classées en prairies de valeur biologique élevée et très élevée (plus de 20 espèces) sont systématiquement éligibles pour la méthode MC4. Elles sont composées d'une flore diversifiée et sont exploitées extensivement.

- *Type 10 : Pâturation maigre typique*

Deux associations possibles : association acidophile à fétuque et crénelle (Ardenne) et association à gaillet jaune et trèfle blanc sur sol neutre (Fagne-Famenne, Condroz et Gaume).

- *Type 11 : Prairie de fauche sub-montagnarde à alchémille et avoine dorée*

Dominance des espèces diagnostiques de l'association, d'espèces généralistes des prairies et d'espèces oligotrophes. Le géranium des bois peut être bien représenté.

- *Type 12 : Prairie de fauche de plaine à fromental et crépis des prés*

Dominance des espèces diagnostiques de l'association, d'espèces des prairies de fauche et présence modérée d'espèces généralistes des prairies.

² Hygrophile : qualifie les espèces, végétal ou animal, qui ont des besoins élevés en eau et en humidité tout au long de leur cycle de vie et qui de ce fait se développent dans les milieux humides.

- *Type 13 : Prairie humide moyennement fertilisée*
Végétation hétérogène comprenant des joncs et/ou des zones à hautes herbes hygrophiles. Dominance des espèces généralistes des prairies humides et de certaines graminées prairiales (pâturin commun, fétuque des prés, vulpin des prés et houlque laineuse).
- *Type 14 : Prairie marécageuse et acidophile à jonc à tépales aigus*
Prairie moyennement fertilisée, caractérisée par la dominance du jonc à tépales aigus. Les espèces généralistes des prairies humides sont bien présentes.
- *Type 15 : Prairie humide à hautes herbes hygrophiles*
Dominance d'une végétation de hautes herbes parfois de plus de 1,5 mètres et d'espèces généralistes des prairies humides. La reine des prés est typique de cet habitat (également valériane officinale et scirpe des bois).
- *Type 16 : Prairie humide et oligotrophe à molinie*
Dominance de la molinie et d'espèces des sols pauvres et humides (joncs à tépales aigus, succise des prés et silaum silaus).
- *Type 17 : Prairie de fauche montagnarde*
Dominance des espèces diagnostiques des prairies sub-montagnardes et montagnardes (fenouil des Alpes et géranium des bois). Présence importante des espèces généralistes des prairies.
- *Type 18 : Autres types*
Ne correspondent pas aux végétations herbagères régulièrement exploitées par la fauche ou le pâturage. Végétations de pelouses acidophiles sèches ou humides, de pelouses calcicoles et calcaréo-siliceuses, de bas-marais acides et alcalins et des roselières.

(Rouxhet, et al., 2008)

7.4 Conditions à respecter sur toutes les prairies à haute valeur biologique

(Natagriwal asbl, 2014 a)

7.4.1 Apports sur les prairies

Tout apport de fertilisant minéral ou d'amendement est proscrit sur la prairie durant l'ensemble de la durée du contrat.

Pour la fertilisation organique, les recommandations sont reprises dans le cahier des charges spécifique à chaque parcelle.

7.4.2 Traitements phytosanitaires

Aucun produit phytopharmaceutique ne peut être utilisé, à l'exception d'éventuels traitements localisés contre les chardons et rumex avec un produit sélectif.

7.4.3 Pour les prairies pâturées

La prairie sera pâturée avec une faible charge de bétail à l'hectare. Des charges maximales moyennes sur l'année et/ou instantanées ainsi qu'une durée de pâturage peuvent être prescrites dans l'avis d'expert en fonction du type de milieu.

En cas de pâturage, les animaux ne pourront recevoir ni concentrés, ni fourrage durant leur présence sur la parcelle.

Le traitement antiparasitaire devra obligatoirement être concerté avec le conseiller pour limiter les impacts environnementaux des substances utilisées (risque pour certains insectes et chauves-souris, particulièrement).

- Pendant sa présence sur la parcelle, le bétail ne pourra faire l'objet d'aucun traitement antiparasitaire interne (bolus) ou externe (pulvérisation par exemple).
- La prairie de haute valeur biologique ne pourra en aucun cas être pâturée par du bétail ayant été traité moins de 4 semaines auparavant avec l'une des matières actives suivantes : Ivermectin, Eprinomectin, Closantel (risques écotoxicologiques élevés), Amitraz, Flumethrine, Phoxim, Doramectin, Mebendazole, Moxidectine, Toltrazuril, Diclazuril (risques écotoxicologiques moyens).
- La mise en pâture est également proscrite moins de 4 mois après utilisation de Moxidectine "Longue Action (LA)".
- Les matières actives suivantes sont acceptables moins de 4 semaines avant entrée en pâture : Febantel, Oxfendazole, Pyrantel embonate, Nitroxinil, Oxyclozanide, Triclabendazole, Clorsulon, Halofuginone, Albendazole (risque écotoxicologique faible), Levamisole, Fenbendazole, Praziquantel (risque écotoxicologique négligeable).

Afin d'éviter une infestation trop importante, des conduites de pâturage devront être discutées avec le vétérinaire Natagriwal. Au besoin, un suivi régulier des animaux sera effectué grâce à des analyses de matières fécales ou des prises de sang.

7.4.4 Pour les prairies fauchées

Les rendements fourragers de ces prairies sont dans la plupart des cas faibles à très faibles. En 2016, l'équipe de l'asbl Fourrages Mieux a mesuré le rendement de différentes parcelles classées en haute valeur biologique et le rendement moyen obtenu est de 4,5 T de MS par ha et par an avec des écarts entre celles-ci allant de 2,5 à 6 T de MS par ha et par an. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Cependant, la fauche est nécessaire pour les prairies afin d'éviter la prolifération des plantules d'arbustes et de broussailles. En règle générale, on effectuera 1 à 2 coupes par an. L'impact sur l'environnement et les espèces sauvages de la prairie doit être positif. Il faut donc respecter quelques usages.

La date de fauche est très importante, car c'est elle qui a le plus d'impact sur la faune et la flore sauvage. La fauche sera réalisée tardivement (en été) pour que la majeure partie de la flore puisse réaliser son cycle de reproduction. En effet, si la fauche est réalisée trop tôt dans l'année, beaucoup de plantes ne seront pas montées en graines et la prairie n'aura pas pu être réensemencée. De plus, les fleurs sont indispensables pour de nombreux insectes butineurs. Les papillons souffrent également du manque de diversité de fleurs sur les parcelles fauchées trop précocement. La date de fauche des prairies de haute valeur biologique se fixe donc en fonction de la flore et la faune qui y sont présentes. Elle n'est qu'exceptionnellement envisagée avant le 1^{er} juillet.

Une fauche complète de la parcelle est préjudiciable pour la faune qui y est présente. Une zone refuge non fauchée doit être laissée. Sans zone refuge, le nombre d'insectes chute brutalement et les oiseaux insectivores en sont alors les premières victimes. Les zones

refuges doivent idéalement changer de place chaque année afin d'éviter leur embroussaillage.

La récolte de l'herbe coupée doit être réalisée après un certain temps de fanage. Il faut retourner l'herbe deux ou trois fois afin que les graines à maturité puissent tomber au sol et assurer ainsi le réensemencement de la plupart des plantes. La récolte doit être complète afin de ne pas enrichir le sol en matière organique (l'absence de fertilisation, exigée pour les prairies en haute valeur biologique, a pour but d'appauvrir progressivement le sol, car c'est favorable à l'apparition d'une flore plus diversifiée).

(Van Gelderen, Turlot, Rondia, & Demeter, 2011)

7.4.5 Entretien des fossés, drainage et autres

Aucun travail de drainage ou de curage des fossés ne peut être réalisé. Une intervention unique de nivellement superficiel (étaupinage ou réparation de dégâts de sangliers) est envisageable entre le 1^{er} janvier et le 15 avril.

Aucune intervention sur la surface du sol n'est autorisée pendant une période précisée dans l'avis d'expert et s'étend, sauf cas particulier, du 1^{er} janvier à une date en juillet.

Le semis et le sur-semis sont interdits sauf cas particulier précisés dans l'avis d'expert.

7.4.6 Registre d'exploitation

Un cahier de pâturage ou à défaut la feuille d'exploitation doit être complété(e) lors de chaque opération sur les parcelles engagées.

7.4.7 Suivi et encadrement

L'adhésion à la MAEC « Prairie de haute valeur biologique » implique le suivi par le conseiller des aménagements mis en place, lequel s'engage à effectuer des visites de terrain.

8 Valeur alimentaire des fourrages

8.1 Définitions

Valeur alimentaire

La valeur alimentaire d'un aliment permet d'évaluer sa contribution à la couverture des besoins nutritionnels d'un animal. Deux notions définissent la valeur alimentaire : l'ingestibilité et la valeur nutritive. L'ingestibilité est la quantité de matière sèche d'un aliment que peut ingérer un animal donné. Elle est déterminée par sa valeur d'encombrement. L'ingestibilité et la digestibilité sont liées, car pour une espèce végétale donnée, elles dépendent du stade de végétation. La valeur nutritive reprend les concentrations d'un aliment en éléments nutritionnels. La valeur nutritive d'un fourrage détermine sa teneur en énergie, en protéines et en minéraux. Les teneurs en énergie et protéines dépendent de la digestibilité de la matière organique et de la dégradabilité de l'azote. Le mode de conservation du fourrage peut influencer sa valeur nutritive, car il peut modifier la composition chimique de celui-ci. (Decruyenaere, et al., 2011)

Ingestibilité et unité d'encombrement

L'ingestibilité exprime la quantité de matière sèche ingérée volontairement par l'animal lorsque l'aliment (fourrage) est distribué seul et à volonté (kg MS /animal /j ou kg MS / kg poids métabolique /j).

L'ingestibilité d'un fourrage est une notion liée à sa qualité et à son aptitude à être plus ou moins bien consommé par l'animal. L'ingestibilité d'un fourrage est liée à son encombrement dans le rumen, c'est-à-dire à son temps de séjour dans le rumen pour être digéré, attaqué par les micro-organismes et donc à la vitesse de vidange du rumen. Si le fourrage est grossier, l'ingestibilité diminue. Elle peut cependant augmenter si le fourrage est supplémenté avec des condiments. Chaque fourrage est caractérisé par son ingestibilité lorsqu'il est distribué seul et à une catégorie d'animaux définie. (Drogoul, et al., 2004, p.242)

L'unité d'encombrement est une unité qui est relative à l'ingestibilité d'un aliment ou à la capacité d'ingestion de l'animal. Elle permet de quantifier le niveau d'ingestion volontaire des rations par les animaux.

Chaque aliment est caractérisé par une valeur d'encombrement, fonction de son temps de séjour nécessaire dans le rumen pour être digéré, ou vitesse de vidange du rumen. L'aliment de référence, dont la valeur d'encombrement est de 1, est une bonne herbe de pâturage : 15 % de matières azotées, 25 % de cellulose brute, 77 % de digestibilité de la matière organique. L'encombrement d'un aliment est exprimé par rapport à cet aliment de référence. L'unité d'encombrement est définie comme l'encombrement d'un kilo de matière sèche de cette herbe de référence.

Les unités d'encombrement (UE) varient selon le type d'animal :

- unité d'encombrement mouton (UEM) pour les ovins : 1 UEM est l'encombrement de 1 kg de MS de l'herbe de référence consommée à raison de 75 g MS/kg poids métabolique ;
- unité d'encombrement lait (UEL) pour les vaches et les chèvres laitières : 1 UEL est l'encombrement de 1 kg de MS de l'herbe de référence consommée à raison de 140 g MS/kg poids métabolique ;
- unité d'encombrement bovin (UEB) pour les jeunes bovins en croissance et à l'engrais : 1 UEB est l'encombrement de 1 kg de MS de l'herbe de référence consommée à raison de 95 g MS/kg poids métabolique.

L'encombrement d'un aliment est l'inverse de son ingestibilité :
encombrement = 1/ingestibilité.

(Drogoul, et al., 2004)

La valeur de structure

La valeur de structure mesure la contribution d'un aliment à un fonctionnement optimum et stable du rumen, sur base de la quantité et des propriétés de ses hydrates de carbone (glucides).

Une ration pour ruminant doit contenir suffisamment d'éléments fibreux, c'est-à-dire avoir une bonne structure physique et donc une bonne valeur de structure. Un aliment riche en fibres stimule l'activité de mastication et la sécrétion de salive. Celle-ci joue un rôle de tampon et

maintient un pH optimum dans le rumen. Un manque de structure physique peut se traduire par une diminution de l'ingestion, une digestion ralentie et des troubles métaboliques.

La valeur de structure peut être calculée comme suit pour un foin :

$VS = (0,35 + 0,013 \times CB) + 7\%$ (CB : cellulose brute). (Decruyenaere, et al., 2011)

La valeur énergétique

La quantité de kilocalories fournies par un kilo d'orge est la référence qui permet de quantifier la valeur énergétique. Elle correspond à la quantité d'énergie qu'un kilogramme d'aliment apporte pour couvrir les besoins d'entretien et de production des animaux. Cette valeur est exprimée en VEM (voedereenheid melk) par kg de matière sèche pour le système hollandais utilisé en Belgique (unité fourragère lait-UFL pour le système français) lorsque l'aliment est destiné à du bétail laitier. Elle s'exprime en VEVI (veevoedereenheid vleesvee intensief) par kg de matière sèche (unité fourragère viande-UFV) si l'aliment est à destination de bétail viandeux allaitant. Ces unités fourragères sont calculées à partir de la digestibilité de la matière organique. En effet, la prédiction de la valeur énergétique d'un aliment se fait via la digestibilité de la matière organique. L'énergie digestible et la digestibilité de la matière organique sont étroitement corrélées pour un substrat donné. (Decruyenaere, et al., 2011)

La valeur protéique

La valeur protéique est exprimée en g de DVE (darm verteerbaar eiwit) par kg de matières sèches pour la teneur en protéines brutes digestibles dans l'intestin. Une notion supplémentaire de protéines dégradables au niveau du rumen exprimée en g d'OEB (onbestendige eiwit balans) par kg de matière sèche désigne l'équilibre entre la protéine et l'énergie d'un aliment disponible pour l'alimentation des micro-organismes du rumen. Cette valeur OEB est positive si la concentration en protéines dégradables dans le rumen est en excès par rapport à l'énergie disponible et au contraire, est négative si la concentration en énergie disponible dans le rumen est en excès par rapport aux protéines dégradables. (Decruyenaere, et al., 2011)

Les minéraux

Les besoins en minéraux varient selon l'espèce et l'état physiologique de l'animal. De plus, ils jouent de multiples rôles. Les minéraux interviennent au niveau du squelette (calcium, phosphore, magnésium), de l'activité des cellules de l'organisme (potassium), des réactions hormonales et enzymatiques (oligoéléments), ainsi que dans la digestion ruminale. Les micro-organismes du rumen ont des besoins spécifiques en phosphore, en soufre et en oligo-éléments (comme le zinc, le cuivre, le cobalt et le manganèse). Si les fourrages contiennent ces éléments minéraux en trop faible quantité pour combler les besoins du bétail, il faut compléter les rations fourragères. Les apports en minéraux doivent pouvoir couvrir les besoins d'entretien et de croissance, ainsi que les exportations via le lait ou le fœtus chez les femelles. Une carence minérale peut mener à une faible production laitière et à des maladies métaboliques graves. À l'inverse, certains minéraux peuvent se retrouver en excès dans les rations et provoquer des intoxications (cas du cuivre chez le mouton). (Decruyenaere, et al., 2011)

8.2 Valeur nutritive des foins, référence

Le réseau Requasud collecte des résultats d'analyse de fourrages depuis 1994. La Région wallonne dispose actuellement d'une base de données de 148.236 échantillons de fourrages référencés pour les valeurs alimentaires et 59.670 échantillons pour les analyses minérales. Deux sortes d'informations sont collectées : les données signalétiques (lieu de prélèvement de l'échantillon) et les données analytiques. Le volume de données disponibles permet de dégager des indications précieuses sur la qualité des fourrages en fonction de leur origine ou du type de conservation. Cependant, la variabilité des paramètres observés pour un même type de produit met en évidence l'intérêt de la mise en commun des résultats issus de l'ensemble des laboratoires pour définir des valeurs de référence par catégorie de produit. Les équations de prédictions des valeurs alimentaires sont ainsi réactualisées en fonction de la base de données. (Requasud asbl, 2013)

Les valeurs de références citées ci-après proviennent de la base de données de Requasud (1994-2014).

DVE, OEB, VEM

Les foins ont généralement des teneurs en protéines digestibles dans l'intestin comprises entre 45 et 70 g de DVE par kg de MS. Mais les valeurs OEB sont négatives dans la plupart des cas, entre -50 et -28 g par kg de MS. La disponibilité des protéines est modifiée par le séchage et pour une valorisation optimale par les ruminants, une complémentation est souvent nécessaire. Leur valeur énergétique est souvent comprise entre 700 et 810 VEM par kg de MS). La teneur en matière sèche doit être idéalement supérieure à 80 %. (Decruyenaere, et al., 2011)

Minéraux

La teneur minérale des fourrages est extrêmement variable, car elle dépend de l'espèce végétale, de la variété végétale (les capacités génétiques d'absorption varient au sein d'une même espèce), du stade de développement, du type d'organe, du type de sol, du niveau de fertilisation, ... Toutefois, grâce à la base de données Requasud, on peut avoir une idée sur les concentrations moyennes en minéraux des fourrages de Wallonie.

Potassium : tous les produits herbagés sont riches en potassium, plus de 20 g/kg de MS. Les foins contiennent en moyenne 20,6 g de potassium par kg de MS. Le seuil de 5 g/kg de MS minimum dans une ration pour ruminant est largement dépassé.

Sodium : le sodium est bien souvent en quantité suffisante pour couvrir les besoins des animaux. Les foins contiennent en moyenne 1,5 g de sodium par kg de MS. Et, une ration devrait apporter au moins 1,5 g de sodium par kg de MS.

Phosphore : le phosphore est l'élément le plus déficitaire des fourrages. Une ration devrait apporter entre 3 et 4 g de phosphore par kg de MS en fonction du niveau de production et de lactation chez les vaches laitières. Or, en moyenne, un foin en contient 2,6 g par kg de MS. Plus le foin est récolté tardivement, plus les teneurs en phosphore seront faibles.

Magnésium : une ration devrait atteindre une teneur de 1,5 g de magnésium par kg de MS. On peut retrouver en moyenne 1,7 g de magnésium par kg de MS dans les foins mais

seulement moins de la moitié des foins analysés dépassaient le seuil de 1,5 g/kg de MS. Cette valeur est donc à vérifier lors de l'analyse des fourrages, car elle est très variable.

Calcium : la teneur en calcium de la ration doit être comprise entre 4,6 et 5,5 g par kg de MS. On recommande un apport de 6,5 à 7,2 g de calcium par kg de MS pour produire 20 litres de lait par jour. En prenant 5 g/kg de MS comme repère, on constate que 75% des foins n'atteignent pas cette valeur. La teneur moyenne en calcium des foins est de 4,4 g par kg de MS.

(Decruyenaere, et al., 2011)

Oligo-éléments

Les oligo-éléments sont présents en faible quantité dans les fourrages mais ils jouent un rôle très important.

Fer : la teneur moyenne d'un foin est de 206 mg de fer par kg de MS. Les besoins d'un bovin sont comblés par 4 à 5 mg de fer par kg de MS et ceux d'un ovin par 10 à 15 mg de fer par kg de MS. Les rations ont donc un excès de fer. Cet excès peut diminuer la solubilité du cuivre, du zinc et du manganèse si les teneurs dépassent 2000 mg par kg de MS.

Cuivre : un foin contient en moyenne 6 mg de cuivre par kg de MS. Une ration doit contenir idéalement 10 mg de cuivre par kg de MS.

Zinc : la teneur moyenne d'un foin est de 23,6 mg de zinc par kg de MS. Une ration pour ruminant doit contenir entre 40 et 45 mg de zinc par kg de MS. 75% des foins n'atteignent pas ce seuil.

Manganèse : un foin contient en moyenne 87,1 mg de manganèse par kg de MS. Une ration pour ruminant doit contenir entre 40 et 45 mg de manganèse par kg de MS. 75% des produits herbagers atteignent ce seuil.

(Decruyenaere, et al., 2011)

8.3 Facteurs de variation de la qualité des fourrages

La qualité d'un fourrage n'est pas constante. Chaque type de plante a une valeur alimentaire (teneur en énergie, protéine, minéraux, digestibilité...) propre et celle-ci évolue au cours du temps, ou plus précisément en fonction du stade de développement des plantes.

La qualité d'un fourrage varie en fonction de différents facteurs dont :

- la composition floristique de la parcelle ;
- le stade de développement des plantes au moment de la récolte ;
- la période de l'année au moment de la récolte ;
- la fumure ;
- les réserves minérales du sol ;
- les techniques de fanage et de conservation ;
- le climat.

La composition floristique des prairies est un des principaux facteurs de variation de la qualité des fourrages. En effet, la présence ou non de légumineuses va influencer la valeur alimentaire des fourrages, car les légumineuses sont plus riches en protéines et en minéraux

que les graminées. Des variations entre graminées existent également mais leurs impacts sur la valeur nutritive sont de moindre importance. La présence d'autres dicotylées dans la prairie influence également les teneurs en minéraux et les valeurs nutritives. Le niveau d'appétence des fourrages varie également en fonction de la composition floristique. (Decruyenaere, et al., 2011)

Chaque espèce de plante a une valeur alimentaire qui lui est propre et celle-ci évolue au cours du temps en différents stades. Le stade de végétation des espèces dominantes de la parcelle au moment de la récolte est donc déterminant. Généralement, plus une plante est âgée, plus sa teneur en matière sèche et en fibres augmente. En effet, plus la plante avance dans les différents stades de développement, plus les parois cellulaires s'épaississent et donc, plus les teneurs en cellulose et hémicellulose augmentent. Parallèlement, les parois s'imprègnent de lignine, ce qui a pour effet de rendre la cellulose et l'hémicellulose moins accessibles aux fermentations du rumen, et donc de diminuer la digestibilité du fourrage. L'herbe contient également des sucres solubles, dont la teneur diminue avec l'âge de la plante. La teneur en matières azotées totales de l'herbe diminue également avec le stade de développement, de même que la teneur en énergie. Par conséquent, la valeur alimentaire de l'herbe diminue avec l'âge de la plante (voir figures 6 et 7).

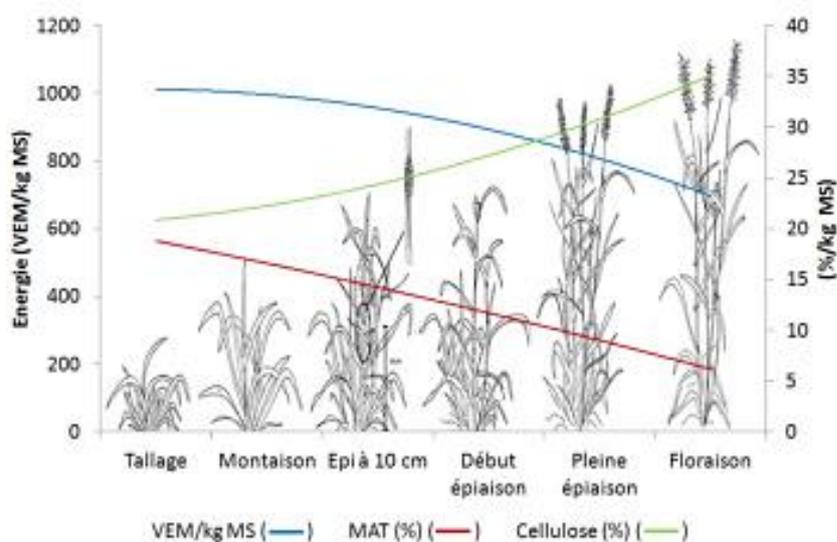


Figure 6 : influence du stade de la plante sur les valeurs alimentaires de celle-ci. (Crémer S. , La gestion des prairies, 2013)

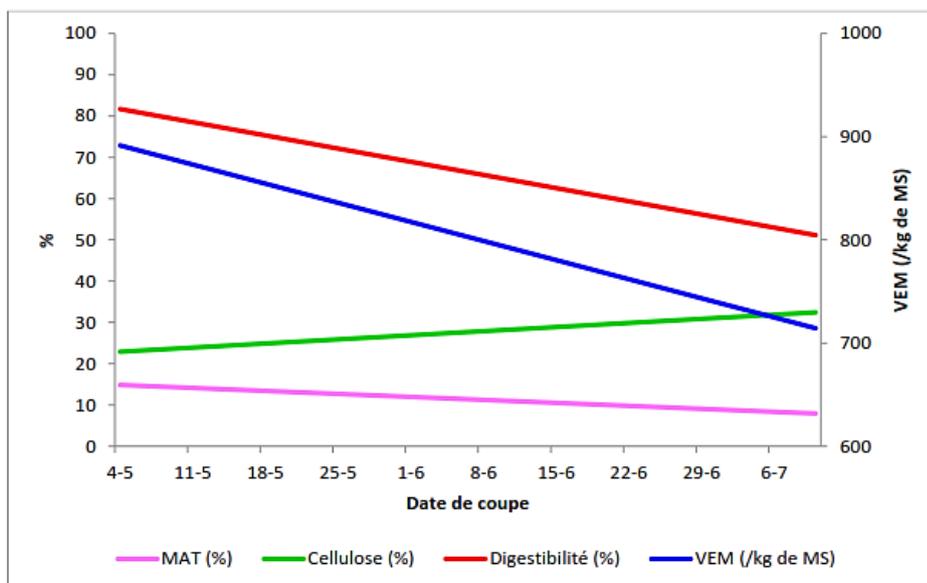


Figure 7 : évolution des teneurs en Matières Azotées Totales (MAT) (%), cellulose (%), digestibilité (%) et énergie (VEM/kg MS) en fonction de la date de récolte pour l'année 2011. (Crémer & Knoden, 2012)

Il est important de noter que, comparativement aux légumineuses, la valeur alimentaire des graminées chute plus rapidement après le stade idéal d'exploitation (stade épis à 10 cm) (voir figure 8). (Crémer & Knoden, 2012)

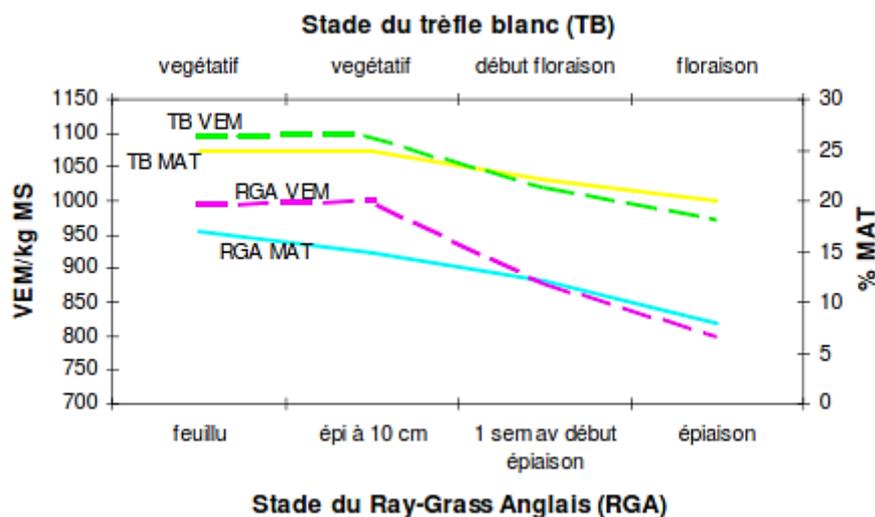


Figure 8 : évolution de la valeur alimentaire du trèfle blanc (TB) et du ray-grass anglais (RGA) au cours du temps. (Le Gall, 2004 cité par Crémer & Knoden, 2012)

La saison et le cycle de végétation ont une influence sur la valeur énergétique, car les teneurs en sucres solubles diminuent du printemps à l'automne (donc de la première à la dernière coupe). Les teneurs en sucres solubles varient également au cours de la journée, le moment de la fauche a donc un impact sur la qualité du fourrage.

Chaque cycle de végétation induit une herbe de qualité différente. Chez les graminées, les espèces remontantes (ray-grass d'Italie) donnent, lors des repousses, de nouveaux épis. À l'inverse, les espèces non remontantes (dactyle, féтуque élevée) ne donnent que des repousses feuillues. Ceci améliore la qualité du fourrage, qu'il s'agisse de pâturage ou de fauche.

La nature et la fertilité du sol influencent également la qualité du fourrage. Par exemple, dans des conditions d'exploitation identiques, un sol calcaire présentera plus de légumineuses qu'un sol acide. La nature du sol détermine donc la composition floristique de la parcelle. L'apport d'azote minéral agit sur la vitesse de croissance, la digestibilité de l'herbe et l'absorption des minéraux. Une plante poussée à l'azote aura un bon taux protéique, beaucoup d'énergie et sera fort digestible. L'apport d'azote favorise également les plantes à croissance rapide. Celles-ci prendront donc le dessus sur d'autres plantes à croissance plus lente. La composition floristique de la parcelle en sera impactée. Les réserves minérales du sol doivent être équilibrées en fonction des besoins des plantes. Un élément présent en trop faible quantité dans le sol peut devenir un facteur limitant du rendement. De même, un composé présent en trop grande quantité peut bloquer l'absorption d'autres éléments pourtant présents dans le sol. La composition chimique du végétal sera alors modifiée.

Les techniques de fanage et de conservation du fourrage vont déterminer la qualité du produit fini. Il faut limiter les pertes et la dégradation des éléments nutritifs lors de l'exploitation pour maintenir au maximum la qualité nutritionnelle de base du végétal. Le choix du meilleur mode de conservation du fourrage en fonction du stade de développement de la plante au moment de la récolte est donc primordial (voir figure 9).

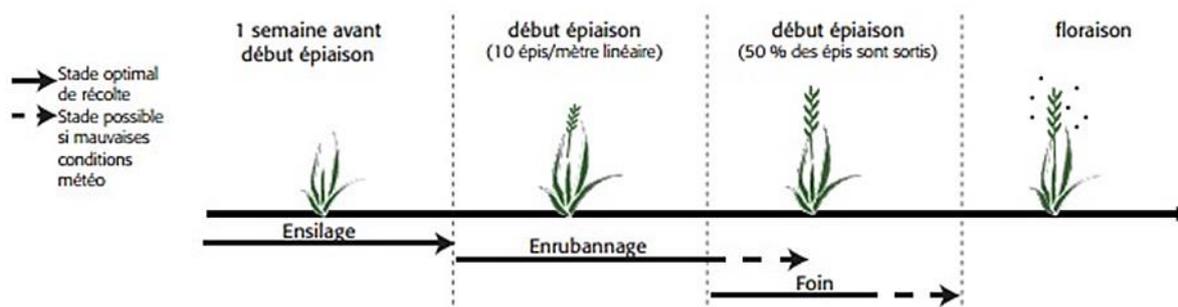


Figure 9 : stade de récolte idéal en fonction de mode de conservation. (Arvalis institut du végétal, 2011)

Au cours des différentes opérations de fauche, fanage, ramassage, pressage, les parties les plus fragiles et les plus sèches de la plante peuvent se détacher et tomber au sol. Il s'agit le plus souvent des feuilles. Or elles sont riches en azote et plus digestibles que les tiges. Toute la valeur alimentaire du fourrage est donc diminuée en cas de perte. Le tableau qui suit illustre le pourcentage de pertes en fonction du mode de conservation. (Arvalis institut du végétal, 2011)

Tableau 7 : tableau des pertes en feuilles en % lors de la récolte. (Arvalis institut du végétal, 2011)

	Ensilage brins court (3 cm)	Enrubannage	Foin
Pertes au sol	5 à 25 %		
Pertes lors du séchage au sol	5%	Graminées 15 à 20 % Légumineuses 20 à 30 % + 2 à 4% par jour de séchage	

La composition chimique du fourrage peut être modifiée en fonction du travail effectué. La fauche et l'andainage sont susceptibles d'introduire de la terre dans le fourrage ce qui accroît

la teneur en cendres de celui-ci et peut poser des problèmes de contaminations pour les ensilages (ferments butyriques). Pour les ensilages, le degré de préfanage, la finesse de hachage et le tassement du silo peuvent influencer la valeur nutritive du fourrage et son ingestibilité. La qualité du film plastique est très importante pour les balles enrubannées. Les conditions climatiques sont décisives pour le fanage des foins. (Decruyenaere, et al., 2011) Le tableau suivant reprend les pertes en matières sèches, en protéines brutes digestibles et en énergie pour les foins et les ensilages.

Tableau 8 : perte en matières sèches (MS), en protéines brutes digestibles (PBD), en énergie (VEM) observée pour des foins ou des ensilages. (Crémer S. , La conservation des stocks fourragers, 2012)

Mode de conservation	Pertes moyennes %		
	MS	PBD	VEM
Séchage du foin au sol			
Par beau temps	20-25	25-30	30-35
Par temps de pluie	25-35	40-45	45-65
Ensilage			
Très bien réussi	5-10	5-15	10-15
Bien réussi	10-15	15-20	20-25
Mal réussi	25-30	30-50	30-50

Une multitude de facteurs peuvent influencer la valeur alimentaire des fourrages. Il est donc très difficile d'estimer leur valeur alimentaire sans passer par l'analyse d'échantillons. La figure suivante reflète l'hétérogénéité des productions fourragères des 12 dernières années en Région wallonne. L'hétérogénéité est représentée par des ellipses de concentration englobant 95 % des observations de la base de données Requasud. (Decruyenaere, et al., 2011)

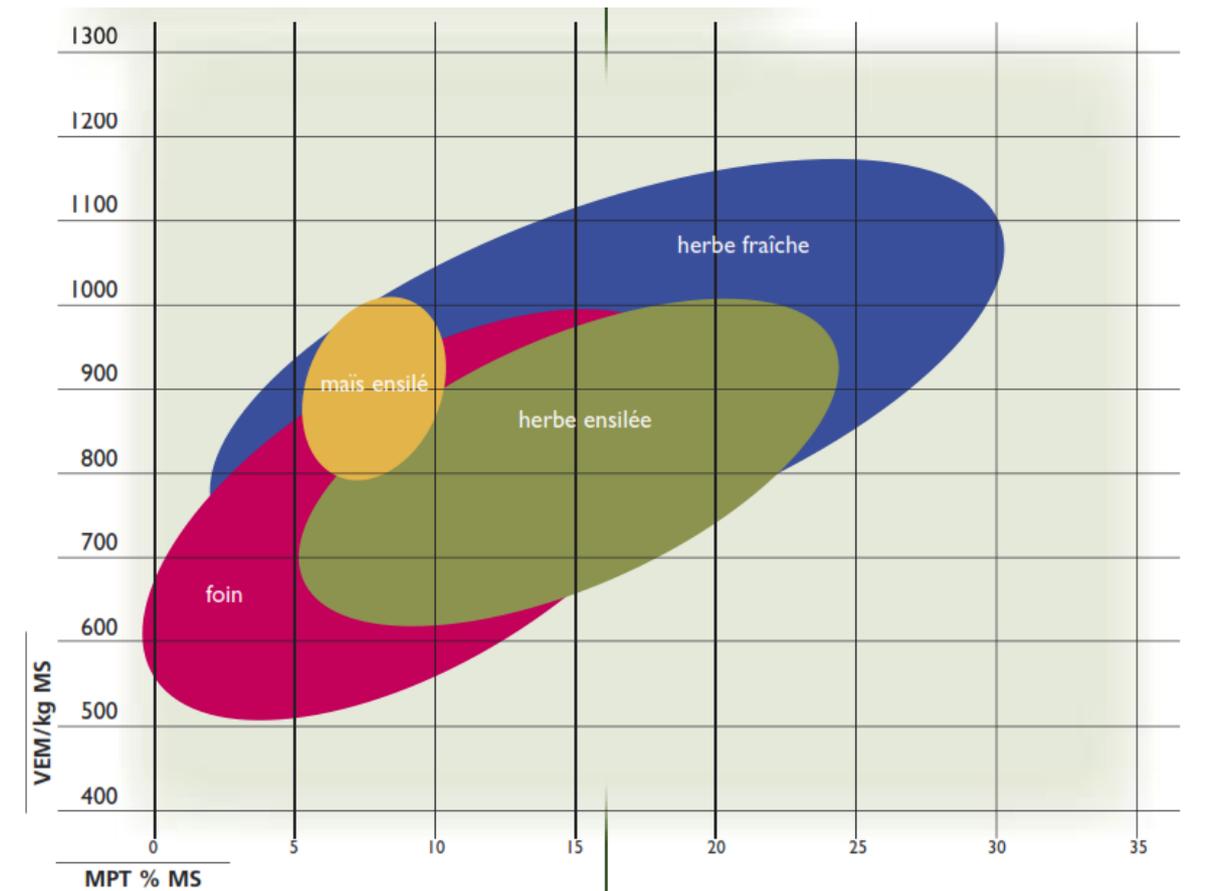


Figure 10 : illustration de l'hétérogénéité des productions fourragères en fonction des teneurs en énergie (VEM) et en protéines (MPT). (Decruyenaere, et al., 2011)

8.4 Valeur alimentaire des prairies à haute valeur biologique

La composition floristique des prairies à haute valeur biologique conditionne la productivité et la valeur fourragère de ces parcelles. Comme nous l'avons expliqué, de nombreux facteurs peuvent faire varier la digestibilité et la valeur nutritive d'un fourrage. Dans les prairies à haute valeur biologique, la flore est plus variée que dans une prairie conventionnelle, la valeur alimentaire du fourrage est donc d'autant plus difficile à prédire. On peut cependant constater que la valeur nutritive et la valorisation par les animaux de ces fourrages sont généralement plus faibles que pour ceux issus de prairies intensives. Ces différences résultent cependant davantage d'une baisse de fertilisation que de l'incidence de la diversité floristique en ce qui concerne les teneurs protéiques et minérales. Mais aussi, du stade de récolte qui est généralement plus tardif que pour une prairie intensive. (Farruggia, 2008 cité par Centre wallon de recherches agronomiques, 2010)

La diversité végétale étant influencée par la fertilité du milieu, on peut remarquer que les parcelles les plus diversifiées en espèces sont moyennement à peu fertilisées et possèdent un degré de perturbation intermédiaire (nombre de coupe). Dans ce contexte, la compétition pour les éléments nutritifs et la lumière est modérée et un grand nombre d'espèces peuvent y cohabiter. Au contraire d'une exploitation intensive qui favorise les espèces les plus compétitrices. Les prairies diversifiées en espèces permettent l'implantation de dicotylédones, car elles sont moins compétitrices que les graminées. Les dicotylédones sont généralement riches en métabolites secondaires qui ont parfois une influence non négligeable sur l'appétence et la valeur nutritive de l'association végétale. Certains

métabolites exercent une action inhibitrice sur la dégradation enzymatique des matières fibreuses du fourrage.

On a pu constater que les prairies diversifiées ont des teneurs en cellulose totale, au cours de la saison, plus faibles que les prairies plus classiques contenant en majeure partie des graminées (les prairies de haute valeur biologique sont moins fibreuses à un même stade de végétation que des graminées mais l'exploitation tardive de ces parcelles rend les fourrages très fibreux). En effet, l'étalement dans le temps des stades de végétation permet une plus grande stabilité de la qualité de ces herbages. La baisse de digestibilité des dicotylédones feuillues est donc plus faible que celles des graminées au cours de la saison. De même, les valeurs énergétiques et azotées de ces prairies riches en dicotylées feuillues sont plus stables que celles des prairies riches en graminées.

(Centre wallon de recherches agronomiques, 2010)

8.5 Études antérieures sur les fourrages issus de prairies à haute valeur biologique

8.5.1 Foins fauchés tardivement

En 2010, des échantillons de foins issus de fauche tardive ont été prélevés lors d'une enquête en ferme afin d'objectiver la qualité de ces fourrages. Les foins issus de fauche tardive se rapprochent des foins de prairies de haute valeur biologique, car ils sont fauchés au même moment de l'année. Le stade et le cycle de végétation des plantes des parcelles en fauche tardive et en haute valeur biologique sont donc similaires (cependant la composition floristique sera différente). L'analyse a été réalisée par spectrométrie dans le proche infrarouge à l'Unité Qualité des produits du CRA-W. Les résultats ont été regroupés par région agricole et comparés aux valeurs de foins conventionnels de la base de données REQUASUD (valeurs moyennes des années 2004 à 2008) (voir tableau 9). Il est à noter que la taille des échantillons est fortement variable d'une région à l'autre. On ne peut donc pas comparer les régions entre elles.

Tableau 9 : composition et valeur alimentaire des échantillons de foins issus de la fauche tardive (Ech) par région agricole en comparaison avec la valeur de référence (Réf) de foins conventionnels. (Centre wallon de recherches agronomiques, 2010)

		Ardenne	Condroz	Fagne	Famenne	Herbagère	Jurassique	Σ Régions
Nombre éch.		2	1	1	10	1	2	17
Protéines (%MS)	Ech	9,0	7,8	7,4	7,6	9,7	10,1	8,6
	Réf	8,5	9,8	8,3	9,6	10,1	9,0	9,2
Cellulose brute (% MS)	Ech	31	32	33	32	30	30	31
	Réf	33	32	33	32	31	32	32
VEM (/kg MS)	Ech	658	691	650	673	748	590	668
	Réf	728	731	730	742	763	750	741
VEVI (/kg MS)	Ech	618	658	610	637	730	535	631
	Réf	706	711	708	724	752	734	723
DVE (g/kg MS)	Ech	45	45	40	43	58	41	45
	Réf	54	56	52	57	61	57	56
OEB (g/kg MS)	Ech	-31	-42	-40	-41	-36	-17	-35
	Réf	-42	-33	-43	-36	-35	-41	-38

*Source : base de données REQUASUD / Licence n° : L1/2010.

On peut vérifier qu'un foin de prairie de fauche tardive n'est pas plus cellulosique que celui de prairies conventionnelles pour une région donnée. La teneur en protéines est

généralement inférieure à la valeur des foins de référence, ainsi que la valeur énergétique. Cependant, la valeur OEB est parfois légèrement moins négative. Les chiffres de ce tableau montrent que la composition d'un foin de fauche tardive (protéines et cellulose) diffère peu de celle d'un foin conventionnel. Néanmoins, les foins de fauche tardive présentent une valeur alimentaire plus faible que celle d'un foin classique due à une moindre assimilation de l'énergie et une digestibilité plus faible des protéines.

(Centre wallon de recherches agronomiques, 2010)

8.5.2 Foins issus de prairies de haute valeur biologique

En 2007, un travail de fin d'études mené par Houba Quentin au CRA-W à Libramont avait pour objectif de tester la digestibilité et la valeur alimentaire de foins issus de prairies à haute valeur biologique. Quatre foins ont été testés, trois foins issus de Haute-Ardenne classés en prairie de haute valeur biologique et un foin témoin issu d'une prairie temporaire présentant une flore classique (ray-grass / fléole / trèfle blanc / trèfle violet) également fauché tardivement (le 12/07/2007). Les foins ont été distribués en brins longs et à volonté à quatre lots homogènes de cinq brebis gestantes sur 3 périodes de mesures (7 jours d'adaptation et 7 jours de mesures). L'eau était distribuée à volonté et des minéraux mis à disposition. L'ingestion volontaire et la proportion de refus ont été mesurées à l'échelle du lot pour connaître la valeur d'encombrement (UEM) des fourrages. La composition chimique et la digestibilité enzymatique des foins ont été estimées par spectrométrie dans le proche infrarouge. La dégradabilité ruminale a été évaluée par la méthode des « gaz test ». Les données de l'essai sont analysées statistiquement selon un schéma en carré latin incomplet : 4 foins, 4 lots de brebis, 3 périodes de mesures. (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009)

Les résultats ont montré que par rapport au foin témoin, l'ingestion des foins à flore diversifiée est inférieure de 14,5 %. Leur encombrement est donc supérieur de 17,5%. Les refus des foins diversifiés sont plus importants que pour le témoin (voir tableau 10). Cependant, la teneur en cellulose est comparable dans tous les cas de figure. Les teneurs en protéines des 3 foins diversifiés sont semblables entre elles et supérieures à celle du témoin. Les foins à flore diversifiée fermentent plus lentement dans le rumen. Les teneurs en matière organique digestible, calculées à partir des productions de gaz, sont inférieures à celle du foin témoin. Calculée à partir de la digestibilité enzymatique, la valeur énergétique des quatre foins varie de 0,55 (foin 3) à 0,62 (foin 2) UFL / kg MS, cette dernière valeur étant comparable à celle observée pour le témoin. Les valeurs énergétiques calculées à partir de la digestibilité « gaz test » sont par contre inférieures de 30 % (voir tableau 11). (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009)

Tableau 10 : tableau récapitulatif des valeurs d'ingestion, du pourcentage de refus et des unités d'encombrement mouton. (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009) UEM : Unité d'Encombrement Mouton.

Paramètres	Foin			
	1	2	3	Témoin
Ingestion (g MS/kg poids vif)	13,7	13,7	13,4	15,8
Refus (%)	26,6	28,4	32,1	18,0
UEM	1,94	1,94	2,00	1,66

Tableau 11 : tableau récapitulatif de la composition chimique et des valeurs alimentaires. (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009). MPT : matières protéiques totales, CEL : cellulose, MOD : matière organique digestible, UFL : unité fourragère lait.

Paramètres/foins	1	2	3	témoin
MPT (% MS)	8,6	8,1	8,2	6,5
CEL (% MS)	32,5	30	34,4	33,7
MODvivo enzym. (g/kg MS)	533	545	503	556
MODvivo gaz test (g/kg MS)	357	347	337	431
UFL enzym. (/kg MS)	0,59	0,62	0,55	0,62
UFL gaz test (/kg MS)	0,40	0,39	0,37	0,50

En conclusion, on peut dire, pour cette étude, que les teneurs en protéines sont supérieures pour un foin issu de prairie de haute valeur biologique suite à une moindre sénescence des dicotylées et à un regain sous couvert pour les fauches réalisées mi-août. Les teneurs en fibres sont semblables entre les différents foins fauchés tardivement et les trois foins à flore diversifiée sont moins ingestibles. Cette plus faible ingestibilité est due à une moindre dégradabilité ruminale suite à la présence de composés phénoliques. Ceci a été confirmé par une expérimentation en laboratoire, les « gaz test ». La détermination de la matière organique digestible varie d'une méthode à l'autre. C'est la méthode des « gaz test » qui semble la plus cohérente pour la détermination de la matière organique digestible, car elle respecte le classement des foins selon leur qualité et leur ingestibilité. (Decruyenaere, Houba, Stilmant, Philippe, & Bindelle, 2009)

Partie Pratique

9 Rappel des objectifs

Actuellement, les méthodes de détermination de la valeur alimentaire des fourrages sont élaborées sur base de foin « classiques » constitués d'une flore peu diversifiée. Peu d'essais ont été réalisés afin de déterminer si ces méthodes de références sont cohérentes pour l'estimation de la valeur alimentaire de foin à flores très diversifiées.

Les essais antérieurs (Unité Qualité des produits du CRA-W en 2010 et Houba Quentin en 2007) ont permis de mettre en évidence plusieurs caractéristiques de ces fourrages.

Pour un foin fauché tardivement :

- sa teneur en cellulose est similaire à celle d'un foin conventionnel pour une région donnée ;
- sa teneur en protéines est généralement plus faible que pour un foin classique, de même pour la valeur énergétique ;
- sa valeur OEB est légèrement moins négative que celle d'un foin conventionnel ;
- la composition chimique des deux sortes de foin diffère peu mais il semblerait qu'une moindre assimilation de l'énergie et une digestibilité plus faible des protéines rendent la valeur alimentaire d'un foin fauché tardivement plus faible que celle d'un foin classique.

Pour un foin issu de prairies de haute valeur biologique :

- l'ingestion d'un foin à flore diversifiée est inférieure à celle d'un foin classique. Son encombrement est donc supérieur ;
- la quantité de refus est plus importante que pour un foin classique ;
- la teneur en cellulose est comparable à celle d'un foin classique ;
- la teneur en protéines est supérieure à celle d'un foin classique ;
- la fermentation dans du jus de rumen est plus lente que pour un foin classique ;
- les teneurs en matière organique digestible sont inférieures à celles d'un foin classique et varient fortement d'une méthode à l'autre ;
- la valeur énergétique d'un fourrage à flore diversifiée est donc inférieure à celle d'un foin classique.

Les essais réalisés sur des parcelles fauchées tardivement montrent une certaine stabilité de la composition des fourrages au court du temps. Cependant, une parcelle fauchée tardivement ne veut pas dire qu'elle possède une flore diversifiée. La composition du fourrage pourra alors être très différente ou pas de celle d'un foin issu de prairie de haute valeur biologique. On peut cependant remarquer que, pour un foin fauché tardivement, la digestion de la matière organique semble plus faible que pour un foin classique.

L'essai, qui fut réalisé sur des foins issus de prairies de haute valeur biologique, ne concernait que des foins provenant de Haute-Ardenne. La Haute-Ardenne ayant un climat et une flore assez spécifiques, les résultats ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble des parcelles inscrites en MC4 sur le territoire wallon. De plus, cet essai a révélé de fortes variations entre les différentes méthodes au niveau de la détermination de la valeur énergétique des fourrages.

Au vu de ces essais, on peut voir que les foins provenant de MC4 ont des valeurs alimentaires intéressantes et qu'il est utile de bien les valoriser. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir prédire avec précision leur valeur alimentaire. Cependant, la diversité floristique rend l'estimation de ces valeurs complexes avec des résultats non cohérents entre les différentes méthodes.

Dans ce travail, nous avons réalisé une série d'essais dans le but de déterminer la digestibilité de la matière organique de 5 foins issus de prairies de haute valeur biologique et d'un foin témoin (classique). La comparaison des différentes méthodes permet de déterminer si les modèles prédictifs représentent de manière fiable la digestion qui se passe au niveau du rumen.

Nous avons déterminé la composition chimique des différents foins de deux façons : par la méthode de référence en laboratoire (analyse chimique) et par l'analyse en spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR).

La digestibilité de la matière organique a été estimée par 4 méthodes : par la méthode d'analyse en SPIR, par la méthode de référence en laboratoire, par la méthode des « gaz test » et par la méthode de l'analyse en SPIR de matières fécales. Ainsi, les valeurs énergétiques sont calculées de 4 façons différentes.

Un essai sur l'ingestion volontaire d'un lot de moutons est réalisé afin de définir l'unité d'encombrement mouton des 5 foins issus de prairies de haute valeur biologique ainsi que leur valeur de structure.

10 Présentation des parcelles fournissant les foins

Cinq parcelles participant au programme agro-environnemental et engagées en « prairie de haute valeur biologique » ont été choisies, ainsi qu'une parcelle « dite classique » qui fournit un foin témoin. Les parcelles ont été choisies en fonction de leur localisation et de leur type (humide, fauche, maigre) afin de posséder une certaine diversité au niveau des foins. Deux parcelles se situent en Gaume, deux autres en Ardenne et une en Famenne. Le foin témoin provient d'Ardenne.

Il est à remarquer que sur chaque parcelle, deux ballots de foins ont été prélevés pour réaliser les différents essais. Il peut donc y avoir une légère différence entre la flore décrite dans les relevés de flore et la flore des ballots de foins en fonction de leur emplacement sur la parcelle.

Un relevé floristique de chaque parcelle a été réalisé par un conseiller Natagriwal. Le nombre d'espèces présentes sur une surface de 5 m² est comptabilisé et un coefficient d'abondance de Braun Blanquet est attribué. La méthode est répétée 4 fois par parcelle.

Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet :

- 5 : recouvrement supérieur à 75 % ;
- 4 : recouvrement compris entre 50 et 75 % ;
- 3 : recouvrement compris entre 25 et 50 % ;
- 2 : recouvrement compris entre 5 et 25 % ;
- 1 : recouvrement inférieur à 5 % ;
- + : espèce présente (quelques individus).

Les caractéristiques de ces parcelles sont détaillées ci-après.

10.1 Parcelle 1-Parcelle humide de Gaume

10.1.1 Données géographiques de la parcelle

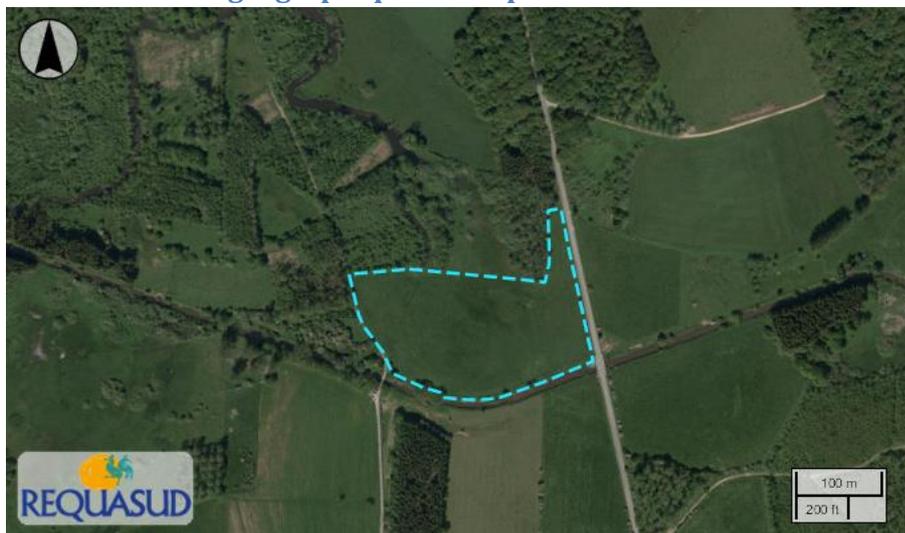


Figure 11 : vue aérienne de la parcelle 1. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Géo-Identifiant : 1164e36m85ff-A

Superficie : 3,47 ha

Commune : 6740 - Etalle

Province : Luxembourg

Coordonnées du centroïde de la parcelle : X : 236076 m, Y : 42250 m, Latitude : 49,685676°, Longitude : 5,561551°

Zone vulnérable nitrates : NON

La parcelle se situe dans le site Natura 2000 « Bassin de la Semois de Etalle à Tintigny ». Elle est classée en UG2 (milieu ouvert prioritaire) et fait partie de la RNA³ « Les Abattis ». Elle est exploitée sous convention avec Natagora car elle se situe dans une maille très riche en papillons, dont le cuivré des marais et le cuivré de la bistorte.

L'enjeu est la conservation d'habitats d'intérêt écologique et d'espèces animales protégées. La parcelle est engagée depuis 2012 en MAE. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Les données pédologiques de la parcelle 1 sont reprises en annexe 1.

³ RNA : Régénération Naturelle Assistée

10.1.2 Relevé floristique foin 1

Tableau 12 : relevé floristique de la parcelle 1 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Relevé de flore	Nom français	Nom latin	Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet			
			Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4
Espèces généralistes des prairies de fauche fertilisées à peu fertilisées	Fromental	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	2	1	2
	Caille-lait blanc	<i>Galium mollugo</i>	1	1		
	Berce commune	<i>Heracleum sphondylium</i>	+	+		
	Crépis des prés	<i>Crepis biennis</i>	1	2		
	Fétuque des prés	<i>Festuca pratensis</i>	2		2	2
	Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i>		1	1	3
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe neutrophile à calcicole)	Colchique d'automne	<i>Colchicum autumnale</i>			+	
	Grand boucage	<i>Pimpinella major</i>	+		+	+
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe sub-montagnard et montagnard)	Avoine dorée	<i>Trisetum flavescens</i>		2	2	2
Espèces généralistes des prairies	Bugle rampante	<i>Ajuga reptans</i>	1	1		+
	Céraiste commun	<i>Cerastium fontanum</i>		+		
	Dactyle commun	<i>Dactylis glomerata</i>	2	2		1
	Houlque laineuse	<i>Holcus lanatus</i>	2	2	2	2
	Gesse des prés	<i>Lathyrus pratense</i>	2	1	+	1
	Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	3	2	1	
	Pâturin commun	<i>Poa trivialis</i>	2	2		2
	Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i>		2	2	
	Oseille sauvage	<i>Rumex acetosa</i>	+	1		1
	Pissenlit	<i>Taraxacum sp.</i>			1	+
	Vesce en épis	<i>Vicia cracca</i>	+	+	+	+
	Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe acidophile à neutrophile)	Flouve odorante	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2		2
Centauree jaccée		<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>jacea</i>	+	2	2	
Fétuque rouge		<i>Festuca rubra</i>	3	2	4	3
Millepertuis perforé		<i>Hypericum perforatum</i>	+	2		
Marguerite		<i>Leucanthemum vulgare</i>		2	1	

	Petit rhinante	Rhinanthus minor	1			+
	Séneçon jacobée	Senecio jacobea				+
	Saxifrage granulé	Saxifraga granulata				+
	Stellaire graminée	Stellaria graminea		+		+
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe calcicole)						
Espèces des prairies humides (groupe acidophile à neutrophile)						
	Angélique sauvage	Angelica sylvestris		+		+
	Cirse des marais	Cirsium palustre			+	+
	Epilobe des marais	Epilobium palustre		+		
	Reine des prés	Fillipendula ulmaria	2		+	2 3
	Lychnis fleur de coucou	Lychnis flos-cuculi		+		1
	Myosotis des marais	Myosotis scorpioides			+	
	Succise des prés	Succisa pratensis		+		
Espèces des prairies humides (groupe calcicole)						
Espèces généralistes des prairies pâturées						
	Vulpin des prés	Alopecurus pratensis	2			1
	Crételle	Cynosorus cristatus	1		2	1
	Renoncule rampante	Ranunculus repens	1			
	Trèfle blanc	Trifolium repens			1	
Espèces rudérales et nitrophiles						
Espèces messicoles						
Espèces pré-forestières						
	Renouée bistorte	Bistorta officinalis				1 3
	Luzule Multifleur	Luzula mutiflora	1		1	1 +
	Tanaisie	Tanacetum vulgare	1			
	Lotier des marais	Lotus pedunculatus		+	1	1 3

10.1.3 Flore la plus présente et intérêt fourrager

10.1.3.1 Fétuque rouge (*Festuca rubra*)

La fétuque rouge est une espèce vivace et commune de taille moyenne. Elle a une très grande amplitude écologique. On la retrouve aussi bien sur terrains tourbeux que sableux. Elle caractérise généralement les sols pauvres, alcalins ou acides. La fétuque rouge est résistante au froid et tolère le sel. Souvent, on la trouve accompagnée de l'*Agrostis tenuis* ou de l'*Agrostis capillaris* en terrain sablonneux et de la Flouve odorante en sols humides. C'est une espèce du fonds prairial⁴.

Cette espèce précoce, qui fleurit de juin à juillet, peut devenir dominante dans les sols pauvres. Elle est considérée comme une espèce de faible valeur fourragère. Cependant, les ruminants la consomment assez volontiers bien qu'un peu dure. Elle sèche facilement et donne un foin d'assez bonne qualité mais son faible potentiel de production la pénalise.

La fétuque rouge a un faible pouvoir de compétition. Elle régresse par une augmentation de fertilisation du sol, particulièrement les apports d'engrais phosphatés et la fertilisation organique.

Index de qualité fourragère⁵ : 4, médiocre.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 12 : fétuque rouge. (Wikipédia, 2016 b)

10.1.3.2 Houlque laineuse (*Holcus lanatus*)

La houlque laineuse est une plante vivace de très grande amplitude écologique. Elle fleurit de juin à septembre. On la rencontre aussi bien en terrains sablonneux qu'en terrains

⁴ Espèces du fonds prairial : espèces dominantes qui vont assurer l'essentiel de la production fourragère.

⁵ Index de qualité fourragère : chaque espèce prairiale est définie par un indice agronomique (I.A.), encore appelé index alimentaire ou index de qualité fourragère. Il s'agit d'une cotation, sur une échelle de 0 à 10 (indices de DE VRIES modifiés), de la valeur alimentaire attribuée à une espèce. Cet indice, qui intègre une série d'autres indices, synthétise l'intérêt que présente une espèce dans le cadre de la production fourragère (du point de vue de sa production de matière sèche, de son appétence, de sa digestibilité, de son exigence vis-à-vis de la fertilité du sol, ...). Plus l'indice (I.A.) est élevé, plus l'espèce présente un intérêt fourrager.

tourbeux. Elle est indifférente au niveau de P_2O_5 et de K_2O du sol. Cette espèce est considérée comme une nitrophile, elle répond très bien à la fertilisation azotée. Elle a tendance à proliférer et à devenir dominante dans les milieux mal drainés et sous l'excès d'engrais organiques. Elle sera abondante aussi bien en prairie fauchée qu'en pâture mais les coupes trop fréquentes la font régresser. C'est une espèce du fonds prairial.

La houlque laineuse, de taille moyenne, est robuste et productive (plante en touffe). Elle a un potentiel de production élevé et possède une bonne valeur fourragère à l'état jeune. Ensuite, les limbes sont rapidement colonisés par la rouille et la sénescence s'accélère. L'appétence devient alors faible à nulle. Cette plante doit être pâturée tôt mais comme elle prolifère souvent sur des sols humides et non portants, son exploitation par pâturage est difficile. Pour cette raison, les parcelles à Houlque sont de préférence conduites en fauche. On obtient alors un foin mou de qualité moyenne.

Sa prolifération est limitée par une gestion fréquente (pâturage ou fauche) avec fertilisation azotée faible.

Index de qualité fourragère : 5, moyenne.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 13 : houlque laineuse. (Wikipédia, 2016 e)

10.1.3.3 Reine des prés (*Fillipendula ulmaria*)

La reine des prés est une espèce vivace et commune de la famille des Rosacées. On la rencontre exclusivement dans les prairies de fauche très humides ou tourbeuses et dans les fossés au bord des ruisseaux. Elle se reproduit de façon végétative par de courts rhizomes et par dissémination grâce à une production élevée de graines. C'est une plante de grande taille.

Cette plante dure est peu attractive pour le bétail. Sa présence confirme des conditions très hydromorphes⁶ et sa régression exige donc un assainissement du terrain qui n'est pas toujours envisageable ou souhaitable.

Index de qualité fourragère : 0, nulle.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 14 : reine des prés. (Wikipédia, 2016 c)

10.1.4 Plantes toxiques

La parcelle comporte une série de plantes toxiques pour le bétail dont le colchique d'automne, le millepertuis perforé, le séneçon jacobée et la renoncule rampante.

10.1.5 Conclusion type de prairie

La parcelle a été classée par un conseiller Natagriwal comme étant une prairie de fauche humide maigre à très maigre (80 % de la surface ouest de la parcelle) et prairie de fauche mésophile⁷ plus ou moins humide (20 % à l'est de la parcelle), petite zone à carex (types 12,13,16 et 18). (Natagriwal asbl, 2016 b)

Le cahier des charges spécifique à la parcelle 1 est disponible en annexe 1.

10.1.6 Aspect du foin 1

La parcelle a été fauchée le 16 juillet 2016.

Comme le montre la figure 15, le foin est constitué de brins très longs de diamètres variés. Il comprend des brins assez fins et d'autres plus grossiers à aspect pailleux. On peut y retrouver de nombreux morceaux de bois et branchages, ainsi que de nombreuses feuilles. Il est également constitué d'une proportion assez importante de ronces communes. Ce qui le rend piquant au toucher même après hachage.

⁶ Hydromorphe : désigne un sol qui est régulièrement saturé en eau.

⁷ Prairie mésophile : formation herbeuse sur sols frais à secs.



Figure 15 : foin 1 brins entiers à gauche et foin 1 haché à droite. (Clichés personnels)

10.1.7 Conclusion foin 1

On peut s'attendre à un foin de faible valeur alimentaire, car il est constitué en majeure partie de plantes de faible qualité fourragère. Son aspect pailleux et piquant le rend peu attractif pour le bétail. De plus, il comprend une part importante de végétaux lignifiés qui sera peu digérée.

10.2 Parcelle 2-Parcelle humide de Gaume

10.2.1 Données géographiques de la parcelle



Figure 16 : vue aérienne de la parcelle 2. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Géo-Identifiant : 1164e36no5cd-A

Superficie : 1,69 ha

Commune : 6740 - Etalle

Province : Luxembourg

Coordonnées du centroïde de la parcelle : X: 235360 m, Y: 42772 m, Latitude : 49,69047°, Longitude : 5,551742°

Zone vulnérable nitrates : NON

La parcelle se trouve dans le site Natura 2000 « Bassin de la Semois de Etalle à Tintigny ». Lors de la cartographie des habitats, elle a été classée en UG2 « milieux ouverts prioritaires ». Elle se situe dans une maille très riche en papillons, dont le cuivré des marais. Elle se trouve aussi dans une zone de priorité élevée pour le triton crêté. Une mare est présente sur cette parcelle qui est longée par la Semois. Elle est engagée depuis 2008 en MAE. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Les données pédologiques de la parcelle 2 sont reprises en annexe 2.

10.2.2 Relevé floristique foin 2

Tableau 13 : relevé floristique de la parcelle 2 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Relevé de flore	Nom français	Nom latin	Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet			
			Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4
Espèces généralistes des prairies de fauche fertilisées à peu fertilisées	Crépis des prés	<i>Crepis biennis</i>	2			1
	Fétuque des prés	<i>Festuca pratensis</i>	1	1	2	2
	Petit trèfle jaune	<i>Trifolium dubium</i>	+	+	1	2
	Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i>	2	1	2	2
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe neutrophile à calcicole)	Grand boucage	<i>Pimpinella major</i>	1			+
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe sub-montagnard et montagnard)	Avoine dorée	<i>Trisetum flavescens</i>	1			2
Espèces généralistes des prairies	Bugle rampante	<i>Ajuga reptans</i>	+	2	+	
	Cardamine des prés	<i>Cardamine pratensis</i>			+	
	Céraiste commun	<i>Cerastium fontanum</i>		1	+	
	Dactyle commun	<i>Dactylis glomerata</i>				+
	Houlque laineuse	<i>Holcus lanatus</i>	2	2	2	2
	Gesse des prés	<i>Lathyrus pratense</i>	+			+
	Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	3	2	2	3
	Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i>	3	2	2	2
	Oseille sauvage	<i>Rumex acetosa</i>	1	1	1	1
	Pissenlit	<i>Taraxacum sp.</i>			1	2
	Vesce en épis	<i>Vicia cracca</i>	1	+		
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe acidophile à neutrophile)	Flouve odorante	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2	2	2	2
	Centaurée jacée	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>jacea</i>	2	3	2	
	Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	2	2		2
	Marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	1			2
	Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	2			
	Luzule champêtre	<i>Luzula campestris</i>	+			

	Petit rhinante	Rhinanthus minor	2	2	2	2
	Stellaire graminée	Stellaria graminea			1	
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe calcicole)						
Espèces des prairies humides (groupe acidophile à neutrophile)	Canche cespiteuse	Deschampsia cespitosa	1			
	Reine des prés	Fillipendula ulmaria	3	1	2	
	Jonc à tépales aigus	Juncus acutiflorus				+
	Lychnis fleur de coucou	Lychnis flos-cuculi	+	1	2	
	Myosotis des marais	Myosotis scorpioides	1	2	1	
Espèces des prairies humides (groupe calcicole)	Laïche distique	Carex disticha	+			+
Espèces généralistes des prairies pâturées	Vulpin des prés	Alopecurus pratensis				+
	Crételle	Cynosorus cristatus	2	2	2	2
	Renoncule rampante	Ranunculus repens	1	+	+	
	Trèfle blanc	Trifolium repens	1	1		1
Espèces rudérales et nitrophiles						
Espèces messicoles						
Espèces pré-forestières	Renouée bistorte	Bistorta officinalis	2	+	2	2
	Luzule Multifleur	Luzula mutiflora	1			
	Scorsonaire des prés	Tragopogon pratensis		1		

10.2.3 Flore la plus présente et intérêt fourrager

10.2.3.1 Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*)

Le plantain lancéolé est une espèce très commune et pérenne de la famille des Plantaginacées. Il possède une très grande amplitude écologique. On le rencontre aussi bien dans les pelouses sèches que dans les prairies fauchées très inondables. Il prospère sur des sols de texture légère à moyenne et modérément pourvus en éléments fertilisants. Il est assez sensible au piétinement du bétail et préfère les exploitations par fauche. Cette plante de taille moyenne se propage essentiellement par graines.

Certains auteurs considèrent le plantain lancéolé comme une espèce fourragère (index de qualité de 2 à 4). Les animaux consomment assez volontiers les feuilles réputées riches en minéraux (potassium surtout). Un peu de plantain est donc probablement profitable aux animaux. En revanche, une abondance significative de l'espèce (au-delà de 5-10 %) est le signe d'une dégradation de la prairie et d'une forte perte de potentiel de production.

Index de qualité fourragère : 3, médiocre.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 17 : plantain lancéolé. (le 4ème singe, 2014)

10.2.3.2 Centaurée jacée (*Centaurea jacea* subsp. *Jacea*)

La centaurée jacée est une espèce de la famille des Astéracées. On la rencontre dans les prairies peu intensives à extensives, pauvres en éléments fertilisants et exploitées en fauche. Elle se développe sur les sols frais à secs mais elle préfère les endroits ensoleillés. Cette espèce est désavantagée par une forte fumure, surtout azotée. Elle est avantagée par des coupes peu fréquentes et un apport modéré d'engrais. Cette plante disparaît en cas d'exploitation intensive.

Elle joue un rôle écologique important, car elle constitue une source de nectar pour les abeilles et les bourdons. C'est également une plante hôte pour les chenilles de papillons (particulièrement la Mélitée des scabieuses, espèce menacée de disparition).

Au stade début floraison, les teneurs en matière fibreuse totale (NDF), lignocellulose (ADF), cellulose vraie et lignine de la centaurée sont élevées, comparables à celles observées chez d'autres espèces à floraison tardive (achillée millefeuille et centaurée scabieuse). Elle est

plutôt pauvre en matière azotée, en composés phénoliques et en minéraux. La digestibilité de la matière organique est plutôt basse en raison de la forte proportion de constituants pariétaux⁸. Elle diminue encore avec le vieillissement des plantes. La qualité des repousses n'est pas meilleure, car la centaurée jacée fleurit abondamment en été. Globalement c'est une plante de faible valeur fourragère⁹.

(Berther, Jeangros, Meisser, & Scehovic, s.d.)



Figure 18 : centaurée jacée. (Wikipédia, 2015)

10.2.3.3 Crételle (*Cynosorus cristatus*)

La crételle est une espèce pérenne et commune dans les vieilles prairies. Elle a une grande amplitude écologique. Elle semble cependant préférer les terrains argileux et limono-argileux à pH neutre. Elle s'accommode bien d'une faible fertilisation et supporte bien le surpâturage. Elle fleurit en mai-juin.

La crételle est limitée par son faible pouvoir de compétition et sa faible productivité. De taille moyenne, elle est assez bien pâturée en vert mais les tiges épiées sont refusées. Son rôle peut être intéressant dans les vieilles prairies surpâturées où elle assure un couvert herbacé de qualité moyenne.

Les auteurs sont partagés au point de vue de sa valeur fourragère.

Index de qualité fourragère : 4, médiocre.

(Hubert & Pierre, 2003)

⁸ Constituants pariétaux : constituants de la paroi végétale (cellulose, hémicelluloses, substances pectiques, lignine).

⁹ Valeur fourragère : Ensemble de critères alimentaires caractérisant une plante fourragère. Elle dépend de l'énergie, de l'azote, de la digestibilité et de l'appétibilité.



Figure 19 : crételle des prés. (Martin-Faber, 2016)

10.2.4 Plantes toxiques

La parcelle 2 contient des renoncules qui peuvent être toxiques pour le bétail.

10.2.5 Conclusion type de prairie

La parcelle a été classée par un conseiller Natagriwal en prairie de fauche de plaine, humide, moyennement fertilisée, à fromental et crépis des prés (type 12 et 13).

Le cahier des charges spécifique à la parcelle 2 est disponible en annexe 2.

10.2.6 Aspect foin 2

La parcelle a été fauchée le 15 juillet 2016. Le foin est constitué de brins assez fins et de feuilles (voir figure 20). Les balles de foin sont assez hétérogènes entre elles, la proportion de feuilles et le diamètre des brins varient fortement.



Figure 20 : foin 2 haché à gauche et foin 2 brins entiers à droite. (Clichés personnels)

10.2.7 Conclusion foin 2

On peut s'attendre à un foin de faible valeur alimentaire, car il est composé en majeure partie de plantes de faible qualité fourragère. Il devrait être bien apprécié, car les brins sont assez fins et peu lignifiés. Cependant, il contient une forte proportion de Centaurées jacées et de Crételles qui sont peu digérées et refusées par le bétail

10.3 Parcelle 3-Parcelle de type fauche d'Ardenne

10.3.1 Données géographiques de la parcelle



Figure 21 : vue aérienne de la parcelle 3. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Géo-Identifiant : 1164e37o03k2-A

Superficie : 2,18 ha

Commune : 6887 - Herbeumont

Province : Luxembourg

Coordonnées du centroïde de la parcelle : X : 222198 m, Y : 54056 m, Latitude : 49,793651°, Longitude : 5,371469°

Zone vulnérable nitrates : NON

Cette parcelle est située le long de la Vierre en amont de Straimont, dans le site Natura 2000 « Basse Vierre». Elle est engagée depuis 2009 en MAE.

Les données pédologiques de la parcelle 3 sont reprises en annexe 3.

10.3.2 Relevé floristique foin 3

Tableau 14: relevé floristique de la parcelle 3 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Relevé de flore	Nom français	Nom latin	Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet			
			Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4
Espèces généralistes des prairies de fauche fertilisées à peu fertilisées	Berce commune	Heracleum sphondylium	1			+
	Fétuque des prés	Festuca pratensis		1		+
	Pâturin des prés	Poa pratensis	1	1	1	
	Trèfle des prés	Trifolium pratense	2	2	1	
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe neutrophile à calcicole)						
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe sub-montagnard et montagnard)	Alchémille vert jaunâtre	Alchemilla xhantochlora	1			
	Bistorte	Persicaria bistorta	3	4	2	4
Espèces généralistes des prairies	Achillée millefeuille	Achillea millefolium		+		
	Céraiste commun	Cerastium fontanum	1		1	
	Dactyle commun	Dactylis glomerata		1		
	Houlque laineuse	Holcus lanatus	2	2	3	2
	Plantain lancéolé	Plantago lanceolata	2	1	2	1
	Pâturin commun	Poa trivialis		1	1	1
	Renoncule âcre	Ranunculus acris	2	1	2	1
	Oseille sauvage	Rumex acetosa	1	+	+	+
	Pissenlit	Taraxacum sp.	1	1	1	1
	Véronique petit chêne	Veronica chamaedrys	1	1	1	+
	Vesce en épis	Vicia cracca	2			
	Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe acidophile à neutrophile)	Agrostis capillaire	Agrostis capillaris	4	3	4
Flouve odorante		Anthoxanthum odoratum	1	2	2	1
Laîche printanière		Carex caryophyllea	1	1	1	2
Fétuque rouge		Festuca rubra	2	1	2	1
Petit boucage		Pimpinella saxifraga	1			
Petit rhinante		Rhinanthus minor			+	

	Stellaire graminée	Stellaria graminea	1	1	1	
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe calcicole)						
Espèces des prairies humides (groupe acidophile à neutrophile)	Brome en grappe	Bromus racemosus			+	
	Reine des prés	Fillipendula ulmaria	1		+	+ +
	Oenanthe à feuille de peucedan	Oenanthe peucedanifolia			+	
Espèces des prairies humides (groupe calcicole)						
Espèces généralistes des prairies pâturées	Vulpin des prés	Alopecurus pratensis		1		+
	Crételle	Cynosorus cristatus	1			
	Ray-grass	Lolium perenne	1	1		1
	Renoncule rampante	Ranunculus repens		1		
	Trèfle blanc	Trifolium repens	1	1		2
Espèces rudérales et nitrophiles						
Espèces messicoles						
Espèces pré-forestières						

10.3.3 Flore la plus présente et intérêt fourrager

10.3.3.1 Bistrote (*Persicaria bistorta*)

La bistrote est une espèce de la famille des Polygonacées. Elle prospère sur des sols frais, humides, parfois marécageux, riches en éléments fertilisants et légèrement acides. On la rencontre dans les prairies moyennement à peu intensives, exploitées en fauche. Elle supporte bien les apports d'azote et les fertilisations importantes. Elle régresse généralement en cas de pâture, de première coupe précoce ou d'utilisation fréquente. Lorsque les conditions naturelles lui conviennent, sa proportion peut être très élevée et difficile à réduire par une modification des pratiques.

C'est une plante hôte des chenilles de nombreux papillons comme le grand nacré, le nacré porphyrin et le cuivré de la bistrote. Elle est également très appréciée des abeilles.

Au stade « début épiaison », la bistrote a des teneurs en lignocellulose et en cellulose vraie proches de celles des trèfles blancs. Elle est par contre plus riche en lignine et contient beaucoup de composés phénoliques (acides phénoliques estérifiés) et des tanins (ceux-ci rendent la plante peu digestible). La digestibilité de la matière organique est moyenne. La valeur nutritive de la repousse est un peu meilleure en raison d'une moindre proportion des constituants pariétaux. Espèce riche en magnésium mais pauvre en calcium. Peu appétible à l'état vert, elle serait mieux consommée une fois séchée. Toutefois, elle produit surtout des tiges grossières.

(Berther, Jeangros, Meisser, & Scephovic, s.d.)



Figure 22 : bistrote. (Wikipédia, 2016 i)

10.3.3.2 *Agrostis capillaire* (*Agrostis capillaris*)

L'*agrostis capillaire* est une espèce commune et vivace. Elle possède une aire de distribution très étendue et une large amplitude écologique. Elle n'a aucune exigence particulière par rapport à la nature et à la fertilité du sol. Elle est souvent abondante sur les sols riches en matières organiques. Elle supporte l'inondation. C'est une espèce du fonds prairial de taille moyenne.

C'est une espèce tardive (épiaison en juin). Elle a sa place dans la prairie pour peu qu'elle ne devienne pas dominante. Une augmentation rapide de son abondance est souvent le signe d'une dégradation du couvert. Elle a un rôle à jouer dans beaucoup de prairies, notamment sur les milieux très contraignants.

Index de qualité fourragère : 5, moyenne.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 23 : agrostis capillaire. (Wikipédia, 2016 a)

10.3.3.3 Trèfle des prés (*Trifolium pratense*)

Le trèfle des prés est une espèce moyennement pérenne, très commune. Son amplitude écologique est assez large. Il est peu exigeant à l'égard des types de sol, pourvu qu'ils soient un peu fertiles. Contrairement à la luzerne, il tolère bien les sols acides. Il apprécie les climats humides et supporte bien les gelées rigoureuses. On le rencontre surtout dans les prairies de fauche.

Grande légumineuse fourragère, le trèfle des prés a une très bonne valeur fourragère. Il a un fort potentiel de production dès qu'il est en milieu favorable. Il est riche en énergie et en matière azotée. Il peut être cultivé seul ou en association avec une graminée pour des prairies temporaires. Toutefois, il est météorisant.

Index de qualité fourragère : 7, bonne.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 24 : trèfle des prés. (Wikipédia, 2016 k)

10.3.4 Plantes toxiques

La parcelle 3 contient des renoncules qui peuvent être toxiques pour le bétail.

10.3.5 Conclusion type de prairie

La parcelle a été classée par un conseiller Natagriwal comme prairie humide alluviale à canche et bistorte et à reine des prés, comportant une population d'une espèce protégée rarissime : l'Oenanthe à feuilles de peucedan.

Le cahier des charges spécifique à la parcelle 3 est disponible en annexe 3.

10.3.6 Aspect foin 3

La parcelle a été fauchée le 10 juillet 2016. Le foin est constitué de brins fins à très fins et d'une proportion assez importante de feuilles. On peut le visualiser sur la figure 25.



Figure 25 : foin 3 brins entiers à gauche et foin 3 haché à droite. (Clichés personnels)

10.3.7 Conclusion foin 3

On peut s'attendre à un foin de bonne valeur alimentaire, car il est constitué de plantes de bonne qualité fourragère. Il devrait être bien appété et bien digéré, car il est composé de brins fins très peu lignifiés.

10.4 Parcelle 4-Parcelle maigre de Famenne

10.4.1 Données géographiques de la parcelle

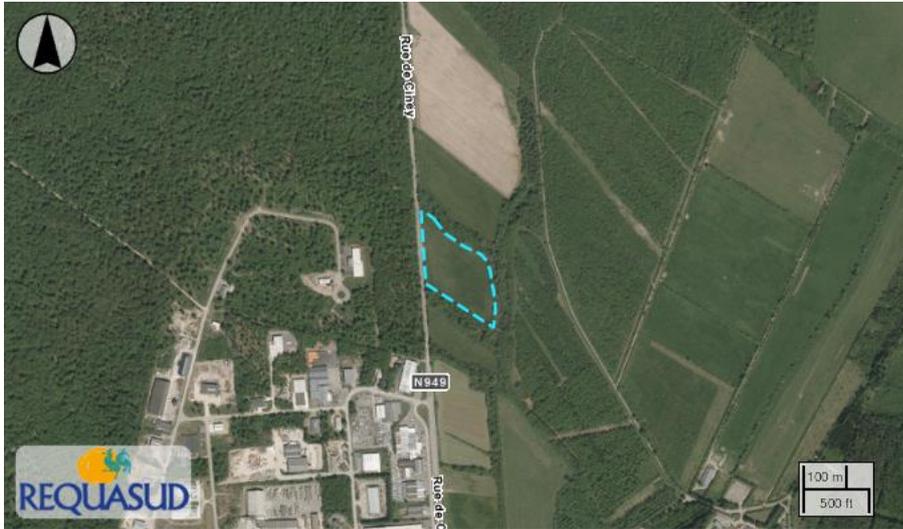


Figure 26 : vue aérienne de la parcelle 4. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Géo-Identifiant : 1164eb1pf21v-A

Superficie : 2,46 ha

Commune : 5580 - Rochefort

Province : Namur

Coordonnées du centroïde de la parcelle : X: 210163 m Y: 97320 m, Latitude : 50,183935° Longitude : 5,211158°

Zone vulnérable nitrates : OUI

Elle fait partie du site Natura 2000 (La Famenne entre Eprave et Havrenne) et appartient à la Réserve Naturelle RNOB¹⁰ du « Coin de Suzin » dont Robert Vanhamme est le conservateur. Cette parcelle a une richesse botanique exceptionnelle marquée notamment par la présence de plusieurs espèces d'orchidées protégées. Cette parcelle est engagée depuis 2009 en MAE. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Les données pédologiques de la parcelle 4 sont reprises en annexe 4.

¹⁰ RNOB : Réserves Naturelles et Ornithologiques de Belgique.

10.4.2 Relevé floristique foin 4

Tableau 15 : relevé floristique de la parcelle 4 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Relevé de flore	Nom français	Nom latin	Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet			
			Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4
Espèces généralistes des prairies de fauche fertilisées à peu fertilisées	Fromental	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	0	0	0
	Caille-lait blanc	<i>Galium mollugo</i>	0	2	+	+
	Crépis des prés	<i>Crepis biennis</i>	0	0	+	0
	Trèfle des prés	<i>Trifolium pratense</i>	2	1	1	1
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe neutrophile à calcicole)	Avoine pubescente	<i>Avenula pubescens</i>	0	1	0	1
	Colchique d'automne	<i>Colchicum autumnale</i>	0	2	1	+
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe sub-montagnard et montagnard)	Alchémille vert jaunâtre	<i>Alchemilla xanthochlora</i>	0	0	2	0
	Millepertuis taché	<i>Hypericum maculatum</i>	0	1	3	0
	Avoine dorée	<i>Trisetum flavescens</i>	+	+	0	0
Espèces généralistes des prairies	Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	0	0	+	1
	Dactyle commun	<i>Dactylis glomerata</i>	+	1	+	0
	Houlque laineuse	<i>Holcus lanatus</i>	+	1	1	+
	Plantain lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>	2	1	2	2
	Renoncule âcre	<i>Ranunculus acris</i>	0	0	+	0
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe acidophile à neutrophile)	Agrostis capillaire	<i>Agrostis capillaris</i>	2	2	3	2
	Flouve odorante	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0	1	+	0
	Amourette commune	<i>Briza media</i>	0	0	1	1
	Centauree jaccée	<i>Centaurea jacea</i> subsp. <i>jacea</i>	1	1	1	1
	Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	2	3	2	3
	Marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	1	2	1
	Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	1	2	1	2
	Luzule champêtre	<i>Luzula campestris</i>	0	0	+	0
	Petit boucage	<i>Pimpinella saxifraga</i>	3	1	1	1
	Petit rhinathe	<i>Rhinanthus minor</i>	2	1	2	2
	Petite pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>	3	3	3	3
Séneçon jacobée	<i>Senecio jacobea</i>	1	0	0	0	

	Stellaire graminée	Stellaria graminea	0	0	0	1
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe calcicole)	Brome dressé	Bromus erectus	2	2	2	1
	Primevère officinale	Primula veris	0	+	1	2
	Vesce hirsute	Vicia hirsuta	+	1	0	2
	Vesce cultivée	Vicia sativa subsp. nigra	0	0	+	0
Espèces des prairies humides (groupe acidophile à neutrophile)	Sélin	Selinum carvifolia	0	0	1	0
Espèces des prairies humides (groupe calcicole)						
Espèces généralistes des prairies pâturées						
Espèces rudérales et nitrophiles						
Espèces messicoles						
Espèces pré-forestières						

10.4.3 Flore la plus présente et intérêt fourrager

10.4.3.1 Petite pimprenelle (*Sanguisorba minor*)

La petite pimprenelle est une espèce vivace de la famille des Rosacées. Elle est assez commune et on la rencontre surtout dans les prairies sèches conduites de manière extensive. Sa reproduction se fait par graines, elle est de taille moyenne.

En feuille, elle est bien consommée par le bétail. On la considère comme une espèce fourragère intéressante. Elle est cultivée dans certaines régions sèches du pourtour méditerranéen, car elle est peu exigeante et résiste bien à la sécheresse. Au Moyen-Age, elle fut utilisée en alimentation humaine comme condiment dans les salades.

Qualité fourragère : moyenne

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 27 : petite pimprenelle. (Wikipédia, 2016 h)

10.4.3.2 Marguerite (*Leucanthemum vulgare*)

La marguerite est une espèce vivace de la famille des Composées et est très commune. Elle est surtout présente dans les prairies pauvres sur terrains secs à peu humides. Ses tiges couchées peuvent s'enraciner et facilitent sa présence en taches. Elle trouve sa place dans les couverts dégradés.

C'est une grande plante ligneuse refusée par le bétail quelle que soit la forme d'utilisation du fourrage. On la considère comme une espèce sans intérêt fourrager qui indique généralement une dégradation du couvert végétal et de la qualité de la prairie. Elle est pauvre en éléments minéraux, surtout en calcium. Elle joue cependant un rôle écologique important, car elle est visitée par de nombreux papillons de jour.

Qualité fourragère : nulle

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 28 : marguerite. (Wikipédia, 2016 g)

10.4.3.3 *Lotier corniculé* (*Lotus corniculatus*)

Le lotier corniculé est une petite légumineuse pérenne, très commune à très large amplitude écologique. On le rencontre dans toutes les situations, de l'inondable aux coteaux calcaires, pourvu que les sols ne soient pas trop fertiles. Il supporte mieux la fauche que le pâturage fréquent. C'est une espèce qui n'est jamais dominante mais qui s'exprime bien dans les situations pédologiques difficiles avec des pratiques extensives.

C'est une légumineuse d'excellente valeur fourragère, non météorisante du fait d'une forte teneur en tanins. Malheureusement, son potentiel de production est limité. Sa faible agressivité réduit souvent sa contribution aux seules prairies maigres fauchées. Certains auteurs rapportent qu'elle aurait des effets positifs sur la production et la qualité du lait chez les bovins.

Index de qualité fourragère : 6, bonne.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 29 : lotier corniculé. (Wikipédia, 2016 f)

10.4.4 Plantes toxiques

La parcelle 4 contient du colchique d'automne, du millepertuis tacheté, du séneçon jacobée et des renoncules âcres qui sont toxiques pour le bétail.

10.4.5 Conclusion type de prairie

La parcelle a été classée par un conseiller Natagriwal en prairie de fauche très maigre relevant des prairies semi-sèches à brome et nardaie.

La présence d'espèces végétales protégées a été relevée : *Dactylorhiza fistulosa* et *Orchis morio*.

Le cahier des charges spécifique de la parcelle 4 est disponible en annexe 4.

10.4.6 Aspect foin 4

La parcelle a été fauchée le 18 juillet 2016. Le foin est composé de brins fins à très fins. Il contient une forte proportion de mousse et quelques branchages (voir figure 30).



Figure 30 : foin 4 brins entiers à gauche et foin 4 haché à droite. (Clichés personnels)

10.4.7 Conclusion foin 4

On peut s'attendre à un foin de valeur alimentaire moyenne, car il est composé de plantes de bonne qualité fourragère mais aussi de faible qualité fourragère. Il devrait être bien apprécié, car il est constitué de brins assez fins mais il comporte une part importante de mousse et de marguerites qui sera refusée par le bétail.

10.5 Parcelle 5-Parcelle maigre d'Ardenne

10.5.1 Données géographiques de la parcelle

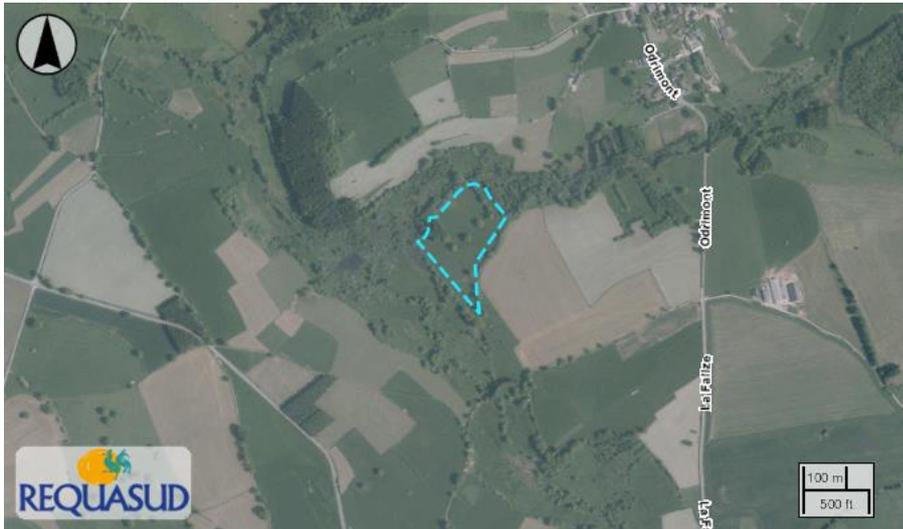


Figure 31 : vue aérienne de la parcelle 5. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Géo-Identifiant : 1164fb2uc7q4-A

Superficie : 2,88 ha

Commune : 4990 - Liernieux

Province : Liège

Coordonnées du centroïde de la parcelle : X: 251993 m Y: 111103 m, Latitude : 50,302079° Longitude : 5,800481°

Zone vulnérable nitrates : NON

Cette parcelle est située dans la vallée de la Lienne au nord de Liernieux, dans le site NATURA 2000 « Haute vallée de la Lienne ». Elle est sous statut de Réserve Naturelle Domaniale et est engagée dans la MAE « Prairie de haute Valeur biologique » depuis 2006. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Les données pédologiques de la parcelle 5 sont reprises en annexe 5.

10.5.2 Relevé floristique foin 5

Tableau 16 : relevé floristique de la parcelle 5 réalisé par l'asbl Natagriwal. (Natagriwal asbl, 2016 b)

Relevé de flore	Nom français	Nom latin	Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet			
			Relevé 1	Relevé 2	Relevé 3	Relevé 4
Espèces généralistes des prairies de fauche fertilisées à peu fertilisées	Berce commune	Heracleum sphondylium		+		
	Fétuque des prés	Festuca pratensis			1	
	Pâturin des prés	Poa pratensis	+	+		
	Petit trèfle jaune	Trifolium dubium			4	1
	Trèfle des prés	Trifolium pratense	1	2	3	3
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe neutrophile à calcicole)						
Espèces généralistes des prairies de fauche (groupe sub-montagnard et montagnard)						
Espèces généralistes des prairies	Céraiste commun	Cerastium fontanum	1		1	1
	Dactyle commun	Dactylis glomerata			+	
	Houlque laineuse	Holcus lanatus	2	2	1	1
	Gesse des prés	Lathyrus pratense				
	Plantain lancéolé	Plantago lanceolata	2	2	2	2
	Pâturin commun	Poa trivialis		1		1
	Renoncule âcre	Ranunculus acris	2	2	2	2
	Oseille sauvage	Rumex acetosa	+	1	1	1
	Pissenlit	Taraxacum sp.	1		+	
	Véronique petit chêne	Veronica chamaedrys		+	1	
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe acidophile à neutrophile)	Agrostis capillaire	Agrostis capillaris	4	4	3	3
	Flouve odorante	Anthoxanthum odoratum	3	2	3	3
	Centaurée jacée	Centaurea jacea subsp. jacea	1	1	2	2
	Fétuque rouge	Festuca rubra	1	2	2	1

	Porcelle enracinée	Hypochoeris radicata	2	1		+
	Marguerite	Leucanthemum vulgare	1	1	2	
	Lotier corniculé	Lotus corniculatus	1	1	1	4
	Brunelle	Prunella vulgaris				+
	Petit rhinathe	Rhinanthus minor	1	3	2	2
	Stellaire graminée	Stellaria graminea	1	1	1	1
Espèces généralistes des prairies peu fertilisées et transgressives des pelouses semi-naturelles (groupe calcicole)						
Espèces des prairies humides (groupe acidophile à neutrophile)	Cirse des marais	Cirsium palustre				+
	Jonc épars	Juncus effusus				+
Espèces des prairies humides (groupe calcicole)						
Espèces généralistes des prairies pâturées	Crételle	Cynosorus cristatus			+	1
	Leontodon d'automne	Leontodon autumnalis	1	1		+
	Renoncule rampante	Ranunculus repens	2	2	1	1
	Trèfle blanc	Trifolium repens	2	2	3	2
Espèces rudérales et nitrophiles						
Espèces messicoles	Myosotis des champs	Myosotis arvensis			+	+
Espèces pré-forestières						

10.5.3 Flore la plus présente et intérêt fourrager

10.5.3.1 Flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum*)

La flouve odorante est une espèce vivace et commune. On la rencontre sur une large gamme de sols, des plus sableux aux plus argileux. Elle devient dominante dans les prés de fauche sur sols de très faible fertilité. C'est une espèce très précoce (printemps) qui se reproduit d'autant plus facilement par graines. La flouve odorante est une espèce du fonds prairial de taille moyenne.

C'est une espèce peu productive mais qui est très à son aise sur les milieux de faible fertilité. Son odeur agréable, notamment dans le foin, l'a fait considérer comme un condiment intéressant par les anciens agronomes. (Ceci n'est pas prouvé actuellement). Sa dominance peut poser problème puisque la coumarine à haute dose est toxique, responsable d'hématurie aiguë chez les bovins. Elle régresse vite dès que la fertilité s'améliore vu sa faible compétitivité.

Index de qualité fourragère : 2, médiocre.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 32 : flouve odorante. (Wikipédia, 2016 d)

10.5.3.2 Trèfle blanc (*Trifolium repens*)

Le trèfle blanc est une espèce vivace et très commune. Il possède une reproduction végétative active grâce à de puissants stolons. Il préfère le climat océanique, les sols frais et assez fertiles. Le trèfle blanc peut supporter des hautes températures estivales si le sol est suffisamment frais, car il possède une résistance à la sécheresse limitée. Le trèfle blanc est une plante de lumière et sa petite taille est un handicap dans les prairies de fauche. Le pâturage (voir le surpâturage) lui convient parfaitement. C'est une espèce du fonds prairial.

Le trèfle blanc est souvent l'indicateur privilégié de la bonne pâture. Il est l'une des rares espèces fourragères à maintenir sa valeur fourragère quel que soit le stade phénologique. Cependant, le trèfle blanc peut provoquer des météorisations. Il convient donc de le

maintenir en dessous d'un certain seuil (40 à 50%) pour garantir un bon équilibre du fourrage.

Index de qualité fourragère : 8, bonne.

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 33 : trèfle blanc. (Wikipédia, 2016 j)

10.5.3.3 Petit trèfle jaune (*Trifolium dubium*)

Le petit trèfle jaune est une espèce annuelle assez commune. Il a une très large amplitude écologique. On le retrouve aussi bien sur des coteaux rocheux que dans des zones inondables. On le rencontre surtout dans les vieilles prairies conduites de manière extensive. Il semble préférer les prés de fauche où sa reproduction par graines est plus facilement assurée.

C'est une espèce très infidèle de la prairie. Elle peut être très abondante une année et absente l'année suivante. Elle a probablement une bonne valeur fourragère mais sa production est si faible que son intérêt est très limité.

Qualité fourragère : médiocre

(Hubert & Pierre, 2003)



Figure 34 : petit trèfle jaune. (Wikipédia, 2016 I)

10.5.4 Plantes toxiques

La parcelle 5 contient des renoncules qui peuvent être toxiques pour le bétail.

10.5.5 Conclusion type de prairie

La parcelle a été classée par un conseiller Natagriwal comme pâture très maigre à fétuque et crételle.

Le cahier des charges spécifique de la parcelle 5 est disponible en annexe 5.

10.5.6 Aspect du foin 5

La parcelle a été fauchée le 13 juillet 2016. Comme le montre la figure 35, le foin est composé de brins fins à moyennement grossiers et contient peu de feuilles.



Figure 35 : foin 5 brins entiers à gauche et foin 5 haché à droite. (Clichés personnels)

10.5.7 Conclusion foin 5

On peut s'attendre à un foin de bonne valeur alimentaire, car il est composé de plantes de bonne qualité fourragère et de légumineuses (protéines). Il devrait être bien apprécié et bien digéré, car il est constitué en majeure partie de brins fins à moyennement grossiers peu lignifiés.

10.6 Foin témoin

La parcelle est située à Sterpigny près de Gouvy. Elle est exploitée de façon dite « classique ».

La prairie a été fauchée le 25 juin 2016. La balle est extrêmement pressée. Le foin est très pâle et fort poussiéreux. Les brins sont fins à moyennement grossiers. Après hachage, le foin a un aspect pailleux (voir figure 36).



Figure 36 : foin témoin : le cliché de gauche représente la balle carrée de foin qui est extrêmement serrée, le cliché du centre représente le foin en brins entiers et le cliché de droite représente le foin haché.

10.7 Détermination de l'ingestibilité des fourrages sur moutons

L'objectif de cet essai est de déterminer l'ingestion volontaire de fourrages à flore spécifique. Lors de cet essai, les 5 foins issus de prairies à haute valeur biologique seront distribués au lot de moutons.

10.7.1 Matériel expérimental

Animaux

- Un lot de 17 béliers (race texel et croisés), maintenu en stabulation libre
L'eau est distribuée à volonté.

Équipement

- Une aire paillée
- Une balance industrielle
- Une balance de précision
- Une étuve ventilée (60°C)
- Une remorque mélangeuse pour hacher les foins

Petit matériel

- 5 fûts pour entreposer les foins qui seront proposés
- Bacs en plastique pour distribuer la ration journalière
- Sceaux de 10 L pour la collecte des refus
- Raviers en aluminium pour la collecte des matières fécales
- Sachets micro-perforés pour les échantillons de proposé et de refus

Consommable

- Étiquettes pour l'identification des échantillons

10.7.2 Plan expérimental

Le lot de béliers a été habitué à consommer du foin pendant une période de 15 jours avant le début de l'essai.

Les foins sont hachés pour faciliter la distribution et les pesées (méthode de référence de l'INRA).

Chaque foin est distribué par périodes de 5 jours consécutives dans le temps. L'essai a donc une durée de 25 jours.

L'ingestion volontaire (I) par foin sera calculée à l'échelle du lot sur une période de 4 jours consécutifs. Nous la calculerons comme suit :

$$I_{\text{lot}} = P - R$$

$$I_{\text{mouton}} = (P - R)/n$$

avec I = quantité de matière ingérée (kg MS/jour)

P = quantité de matière proposée (kg MS/jour)

R = quantité de matière refusée (kg MS/jour)

n = nombre de moutons du lot

L'ingestion volontaire permet de calculer les unités d'encombrement mouton (UEM) comme suit :

$$\text{UEM} = 75/I_{\text{mouton}}$$

Avec I_{mouton} = ingestion mouton en g/kg de poids métabolique ($PV^{0.75}$)

$$= I_{\text{mouton}} / PV^{0.75} \text{ moyen du lot de moutons} * 1000$$

10.7.3 Mise en place et réalisation de l'essai

Identification des aliments

Les 5 balles de foin sont identifiées par des pancartes.

Lorsque les foins sont hachés, ils sont placés dans des fûts identifiés par une étiquette.

Phase d'adaptation

La phase d'adaptation a une durée de 15 jours. Les animaux sont nourris avec du foin afin d'habituer leurs systèmes digestifs.

Le lot est nourri à volonté le matin. Les éventuels refus sont éliminés.

Phases de mesures

Les phases de mesures prennent place directement après la phase d'adaptation.

5 phases de mesures de 4 jours sont réalisées.

Lors du changement de foin, un jour de transition est prévu entre chaque phase de mesures. La loge est paillée à chaque jour de transition.

Chaque matin :

- peser les rations pour le lot d'animaux ;
- prendre un échantillon du fourrage proposé (homogénéisé préalablement), et l'identifier par une étiquette en plastique blanc ;
- collecter les refus du lot d'animaux ;
- alimenter le lot d'animaux ;
- peser l'échantillon de proposés, puis le sécher à 60°C durant 48 heures ;
- peser le refus récolté noter le poids dans un document et prendre un échantillon ;
- peser l'échantillon journalier de refus, puis les sécher à 60°C durant 48 heures ;
- au jour de mesure 4, prélever si possible un échantillon moyen de matières fécales (échelle du lot) ;
- peser l'échantillon de matières fécales, puis le sécher à 60°C durant 48 heures ;
- en fin de phase de mesures, repeser les animaux.

Planning expérimental

Un planning d'expérimentation est réalisé. Le tableau ci-dessous correspond au planning de notre essai.

Tableau 17 : planning expérimental de l'essai ingestibilité volontaire.

Date		Numéro du foin	Phase	Échantillonnage
Vendredi	25/11/16	4	Transition	
Samedi	26/11/16	4	Mesure	Proposé, refus
Dimanche	27/11/16	4	Mesure	Proposé, refus
Lundi	28/11/16	4	Mesure	Proposé, refus
Mardi	29/11/16	4	Mesure	Proposé, refus, fèces
Mercredi	30/11/16	1	Transition	
Jeudi	1/12/16	1	Mesure	Proposé, refus
Vendredi	2/12/16	1	Mesure	Proposé, refus
Samedi	3/12/16	1	Mesure	Proposé, refus
Dimanche	4/12/16	1	Mesure	Proposé, refus, fèces
Lundi	5/12/16	2	Transition	
Mardi	6/12/16	2	Mesure	Proposé, refus
Mercredi	7/12/16	2	Mesure	Proposé, refus
Jeudi	8/12/16	2	Mesure	Proposé, refus
Vendredi	9/12/16	2	Mesure	Proposé, refus, fèces
Samedi	10/12/16	3	Transition	
Dimanche	11/12/16	3	Mesure	Proposé, refus
Lundi	12/12/16	3	Mesure	Proposé, refus
Mardi	13/12/16	3	Mesure	Proposé, refus
Mercredi	14/12/16	3	Mesure	Proposé, refus, fèces
Jeudi	15/12/16	5	Transition	
Vendredi	16/12/16	5	Mesure	Proposé, refus
Samedi	17/12/16	5	Mesure	Proposé, refus
Dimanche	18/12/16	5	Mesure	Proposé, refus
Lundi	19/12/16	5	Mesure	Proposé, refus, fèces

Établissement des rations

1. Faire une matière sèche étuve (60° C) du ou des aliment(s) intervenant(s) dans le bilan.
2. Peser les animaux au jour j1.
3. Déterminer les quantités des rations journalières pour le lot. La connaissance de la matière sèche, du poids du lot ainsi que du niveau d'alimentation et de la proportion de chaque aliment permet d'établir la ration journalière à distribuer au lot. Ces dernières sont calculées selon la formule suivante :

$$Ration (g) = \frac{NA \cdot PV^{0.75} \cdot 100 \cdot n}{\% MS}$$

avec NA = niveau d'alimentation = quantité (pour l'aliment considéré) en g/kg PV^{0.75}
 PV^{0.75} = poids métabolique moyen du lot
 où PV = poids vif de l'animal
 % MS = pourcentage en matière sèche de l'aliment considéré
 n = nombre de moutons dans le lot

Le niveau d'alimentation est fixé à 85 g/kg de poids métabolique car les animaux sont nourris à volonté.

Un concentré protéique est distribué au lot à raison de 1 kg par jour.

Le tableau suivant reprend les rations distribuées au lot :

Tableau 18 : ration journalière des moutons en kg de matière fraîche.

N° foin	Quantité de matière fraîche distribuée au lot en kg
4	20,5
1	21,3
2	20,9
3	21,3
5	20,7

Analyse des échantillons

Les échantillons sont séchés, broyés et analysés par spectrométrie dans le proche infrarouge afin de déterminer leur digestibilité de la matière organique (DMORT_{SPIR}). Les échantillons de matières fécales sont analysés en SPIR afin de déterminer leur digestibilité de la matière organique in vivo (CDMO_{vivo}).

11 Présentation des différentes méthodes de détermination de la digestibilité de la matière organique pour le calcul de la valeur énergétique

Nous devons déterminer la digestibilité de la matière organique de chaque foin, car elle entre en compte dans le calcul de la valeur énergétique du fourrage.

La valeur énergétique d'un foin s'exprime en VEM. Pour calculer cette valeur énergétique, nous devons prendre en compte deux paramètres : l'énergie brute (EB) et l'énergie métabolisable (EM) exprimées en Kcal/kg de MS.

Pour calculer les valeurs VEM d'un foin, nous utiliserons l'équation suivante :

$$\mathbf{VEM \text{ (par kg MS)} = EM * (0,2738 + 0,142 * (EM/EB))}$$

La teneur en énergie brute et la teneur en énergie métabolisable se calculent comme suit :

$$\mathbf{EB \text{ (kcal/kg MS)} = 57,7 * MPT + 87,4 * 3,5 + 50 * CEL + 40,6 * ENA}$$

avec : MPT (% MS) = matières protéiques totales

CEL (% MS) = cellulose

ENA (% MS) = extrait non azoté = 100 - MPT - CEL - CT - 3,5

avec : CT (% MS) = cendres totales

ET

$$\text{Si } (q < 7) \text{ EM (kcal/kg MS) = } 3,4 * \text{MOD} + 1,4 * \text{PBD}$$

OU

$$\text{Si } (q > 7) \text{ EM (kcal/kg MS) = } 3.6 * \text{MOD}$$

avec : $q = \text{MOD/PBD}$.

PBD = protéines brutes digestibles

MOD = matière organique digestible

Pour le calcul des protéines brutes digestibles, il faut tenir compte du nombre de jours à partir du 1^{er} avril (la valeur par défaut est fixée à 92 jours). On obtiendra :

$$\text{PBD (g/kg MS) = } 8,68 * \text{MPT} + 0,4 * \text{CT} - 40 \text{ si DATE} < 104,5$$

OU

$$\text{PBD (g/kg MS) = } 8,68 * \text{MPT} + 0,4 * \text{CT} - 40 - 0,1 * (\text{DATE} - 105) \text{ si DATE} > 104,5$$

Pour calculer la valeur de la matière organique digestible (MOD), nous devons connaître la digestibilité de la matière organique du foin donné. Cette digestibilité de la matière organique a été estimée de différentes façons :

- DMORT (% MS) : digestibilité de la matière organique par voie enzymatique (digestibilité in vitro, méthode cellulase). La valeur est obtenue, en laboratoire, suite à l'application de la méthode de référence sur le foin considéré. La DMORT peut également être estimée lors de l'analyse par spectrométrie dans le proche infrarouge (CASEDMORT-DMORT_{SPIR}). Cette dernière est obtenue par confrontation des résultats avec la base de données. Cette base de données est constituée de DMORT obtenue par la méthode de référence ;
- CDMOvivo (g/100g MO) : digestibilité de la matière organique in vivo estimée par l'analyse en spectrométrie proche infrarouge des matières fécales des animaux ayant consommé le foin considéré ;
- DMOgaz test : digestibilité de la matière organique obtenue suite à l'incubation du foin considéré dans du jus de rumen (méthode des seringues).

$$\text{DMOgaz test (g/100 g MO) = } 14,88 + (0,889 * \text{volume de gaz produit à 24 h de 200 mg de foin}) + (0,45 * \text{MPT}) + (0,0651 * \text{CT})$$

Avec MPT (% MS) : matière protéique totale

CT (% MS) : cendres totales

(Valeurs obtenues par analyses chimiques en laboratoire)

Nous obtiendrons donc 4 valeurs pour la matière organique digestible :

$$\text{MOD}_{\text{SPIR}} \text{ (g/kg MS)} = 0,685 * \text{DMORT}_{\text{SPIR}} * (100 - \text{CT}_{\text{SPIR}}) / 10 - 7,40 * \text{CT}_{\text{SPIR}} + 283$$

Avec CT (% MS) : cendres totales obtenues par estimation lors de l'analyse SPIR

$$\text{MOD}_{\text{réf}} \text{ (g/kg MS)} = 0,685 * \text{DMORT}_{\text{réf}} * (100 - \text{CT}_{\text{réf}}) / 10 - 7,40 * \text{CT}_{\text{réf}} + 283$$

Avec CT (% MS) : cendres totales obtenues par analyse chimique

$$\text{MOD}_{\text{vivo}} \text{ (g/kg MS)} = (\text{CDMO}_{\text{vivo}} * (100 - \text{CT}_{\text{réf}}) * 10) / 100$$

Avec CT (% MS) : cendres totales obtenues par analyse chimique

$$\text{MOD}_{\text{vivogaz test}} \text{ (g/kg MS)} = (\text{CDMO}_{\text{vivoGT}} * (100 - \text{CT}_{\text{réf}}) * 10) / 100$$

Avec CT (% MS) : cendres totales obtenues par analyse chimique

12 Traitements des échantillons

Avant chaque analyse, quelle que soit la méthode que nous avons utilisée, les échantillons ont tous subi le même traitement.

Les échantillons de fourrage sont placés dans des sachets micro-perforés, les fèces dans des rapiers en aluminium et sont pesés.

Tous les échantillons de foin récoltés, proposés ou refusés, ainsi que les échantillons de matières fécales sont séchés dans une étuve ventilée à 60°C pendant environ 48 heures. Les échantillons sont pesés à la sortie de l'étuve. La matière sèche étuve des échantillons peut alors être déterminée.

Ensuite, les échantillons sont broyés en deux fois. Le broyage est réalisé à l'aide d'un broyeur à marteaux (grille de 2 mm) et d'un cyclotec (grille de 1 mm). Les matières fécales sont broyées en une seule fois au broyeur à marteaux muni d'une grille de 1 mm.



Figure 37 : broyeur à marteaux. (Clichés personnels)



Figure 38 : broyeur cyclotec. (Clichés personnels)

Les échantillons ainsi broyés sont placés dans des sachets en plastique transparent fermés hermétiquement. Les sachets sont identifiés et datés.

13 Méthodes d'analyse des échantillons

13.1 Méthodes de référence

Chaque foin a été échantillonné et analysé au laboratoire du Bâtiment de Haute Belgique du CRA-W ainsi qu'au laboratoire du Centre de Michamps afin de déterminer leur composition chimique. Ces valeurs sont utilisées comme valeurs de référence pour le calcul des valeurs alimentaires.

Pour chaque échantillon, les paramètres suivants ont été analysés :

- la matière sèche analytique en % ;
- la teneur en cendres totales en % de la MS ;
- la teneur en cellulose brute en % de la MS (méthode de Weende) ;
- la teneur en sucres solubles réducteurs en % de la MS (méthode de Luff-Schoorl) ;
- la teneur en sucres solubles totaux en % de la MS (méthode de Luff-Schoorl) ;
- la teneur en NDF=Neutral Detergent Fiber (cellulose, hémicelluloses et lignines) en % de la MS ;
- la teneur en ADF=Acid Detergent Fiber (lignines et cellulose) en % de la MS ;
- la teneur en ADL=Acid Detergent Lignin (cellulose pure) en % de la MS ;
- la digestibilité de la matière sèche Deboever en % de la MS ;
- la digestibilité de la matière sèche Aufrère en % de la MS ;
- la digestibilité de la fraction NDF en % de la MS ;
- la teneur en matières protéiques totales en % de la MS ;
- la teneur en minéraux en % de la MS (phosphore, potassium, calcium, sodium, magnésium, fer, cuivre, zinc, manganèse) par analyse en spectrométrie d'absorption atomique.

La digestibilité de la matière organique a également été déterminée par voie enzymatique selon la méthode De Boever. Le principe est le suivant :

- l'échantillon subit une hydrolyse des protéines par une solution de pepsine en milieu chlorhydrique durant 24 heures à 40°C ;
- ensuite, dans le même milieu, l'échantillon subit une hydrolyse de l'amidon pendant 45 min à 80°C ;
- l'échantillon est filtré et subit une hydrolyse de la cellulose par une solution de cellulase pendant 24 heures à 40°C ;
- le résidu est séché dans une étuve à 103°C durant une nuit ;
- laisser refroidir dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante ;
- peser l'échantillon ;
- incinérer le résidu dans un four à moufle à 550°C pendant 3 heures ;
- refroidir dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante et peser.

La digestibilité de la matière organique ($DMORT_{réf}$) est déterminée par la formule suivante :

$$DMORT_{réf} = \left[100 - \frac{(B-C) * 100}{E * (D-F)} \right] * 100$$

avec : B = masse du résidu après séchage en g

C = masse du résidu après incinération en g

D = matière sèche analytique de l'échantillon en g/100g

E = masse de prise d'essai en g

F = cendres totales non corrigées par la matière sèche analytique de l'échantillon en g/100g

(Laboratoire de Biochimie du Bâtiment de Haute Belgique, CRA-W, 2016)

13.2 La spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR)

Les échantillons de foin et de matières fécales de l'essai ingestion volontaire sont analysés par spectrométrie dans le proche infrarouge.

13.2.1 L'infrarouge

La lumière visible que l'on peut observer sous différentes couleurs correspond à des ondes électromagnétiques de 380 à 780 nm. Chaque onde peut être caractérisée par sa longueur ou par sa fréquence. Les longueurs d'onde sont exprimées en nanomètres (1 nanomètre = 10^{-9} mètre). Les rayonnements infrarouges sont du même type que les ondes visibles mais leurs longueurs d'onde sont plus grandes et invisibles pour l'œil humain. La région infrarouge du spectre électromagnétique peut être subdivisée en 3 sous-régions :

-le proche infrarouge, longueurs d'onde de 780 à 2 500 nm ;

-le moyen infrarouge, de 2 500 à 25 000 nm ;

-l'infrarouge lointain, de 25 000 à 1 000 000 nm.

L'intérêt du rayonnement proche infrarouge est qu'il a la particularité de faire vibrer les liaisons chimiques des molécules organiques. Il y aura une interaction plus ou moins forte entre le rayonnement proche infrarouge et les liaisons chimiques des molécules de protéines, de matières grasses, des glucides, de l'eau, ...etc. Chaque constituant a un spectre d'absorption spécifique dans le proche infrarouge.

Un spectromètre proche infrarouge est un appareil permettant de dresser le profil spectral à différentes longueurs d'onde des échantillons mesurés. Il est composé principalement d'une source lumineuse polychromatique qui est dispersée en lumière monochromatique via un sélectionneur d'ondes (réseau holographique). La lumière réfléchiée, après interaction avec l'échantillon, est mesurée par un détecteur approprié.

De cette façon, il est possible de calculer le pourcentage d'énergie absorbée par l'échantillon et le pourcentage d'énergie réfléchiée (réflectance) ou transmise (transmittance) par l'échantillon à chaque longueur d'onde. Ce pourcentage varie en fonction de la nature et de la concentration des différents constituants ainsi que de l'état physique de l'échantillon.

Le profil spectral d'un échantillon est représenté graphiquement par un spectre proche infrarouge. Les longueurs d'onde, exprimées en nm, sont placées sur l'axe des abscisses et la mesure de l'absorbance, sur l'axe des ordonnées. La mesure de l'absorbance correspond au logarithme de l'inverse de la réflectance ($\text{Log } 1/R$) ou de la transmittance ($\text{Log } 1/T$).

(Minet, et al., 2016)

13.2.2 Instrumentation

En 1989, l'asbl Requasud est créée et constitue le premier réseau de spectromètres proche infrarouge. Ce réseau était muni de spectromètres NIRSystem 500 qui ont été remplacés en 2008 par des spectromètres XDS. Ces appareils possèdent un système optique composé d'un monochromateur (sélectionneur d'onde) qui décompose la lumière dans la gamme des longueurs d'onde allant de 400 à 2500 nm (visible et proche infrarouge). En 2016, le réseau Requasud est composé de 9 laboratoires répartis en Wallonie et un 10^e au Grand-Duché du Luxembourg. Le réseau est coordonné par le Laboratoire d'Encadrement Référentiel de la chaîne Qualité alimentaire-Technique NIR basé au CRA-W. (Minet, et al., 2016)



Figure 39 : spectromètre proche infrarouge. (Clichés personnels)

13.2.3 Préparation des échantillons

La préparation des échantillons est minimale en analyse par spectrométrie proche infrarouge. Elle se résume à un séchage dans une étuve ventilée et un broyage des échantillons.

Le séchage : les échantillons doivent être séchés, car l'eau a la particularité d'absorber énormément en proche infrarouge. Cela se traduit par la présence de 2 bandes d'absorption de l'eau au niveau du spectre de l'échantillon. Ces deux bandes peuvent masquer certaines informations utiles pour le dosage des autres paramètres. Le séchage se fait en étuve à 60°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant de l'échantillon (pendant environ 48h). Cela permet d'obtenir la matière sèche étuve. Ensuite, pour calculer la matière sèche analytique, on place l'échantillon broyé dans un four à 103°C pendant 4h.

Le broyage : les échantillons sont broyés finement à 1 mm, car les analyses SPIR sont sensibles à l'hétérogénéité et à la granulométrie des échantillons analysés. Si la taille des particules n'est pas homogène et fine, cela peut perturber les mesures SPIR.

Pour l'analyse, des cellules rondes contenant en moyenne 8 g d'échantillon sont remplies. Ces cellules possèdent une fenêtre de quartz qui permet aux rayons infrarouges d'atteindre l'échantillon.



Figure 40 : matériel pour la préparation des coupelles. (Cliché personnel)

Après l'analyse SPIR, l'échantillon n'est ni détruit, ni souillé, ni contaminé et peut être utilisé pour d'autres analyses.

13.2.4 Standardisation

Chaque année, tous les spectromètres du réseau Requasud sont contrôlés et standardisés sur l'instrument de référence (Laboratoire d'Encadrement Référentiel). La standardisation est nécessaire pour que tous les spectromètres donnent des réponses spectrales identiques et puissent utiliser les mêmes équations d'étalonnage. Pour cela, des échantillons standards constitués de poudres de différents produits agricoles sont mesurés sur chaque appareil du réseau. L'application d'un algorithme mathématique complexe (qui ne sera pas développé dans ce travail) permet de rendre similaire la réponse spectrale de tous les instruments du réseau. (Minet, et al., 2016)

13.2.5 Chimiométrie

Le but de l'analyse par spectrométrie dans le proche infrarouge n'est pas de connaître le profil spectral d'un échantillon mais bien de déterminer sa composition. Or, la spectrométrie dans le proche infrarouge ne permet pas le dosage direct des constituants de l'échantillon. Il s'agit d'une méthode indirecte qui se réfère à des étalonnages.

La chimiométrie concerne l'application de méthodes statistiques et mathématiques à des données analytiques. Elle va nous permettre de construire des modèles prédictifs (= équation ou étalonnage). Ces modèles prédictifs seront utilisés pour déterminer le pourcentage des constituants majeurs de l'échantillon à partir des absorbances.

Pour générer des modèles prédictifs, il est nécessaire de disposer d'une base de données de spectres représentative du produit à analyser. Les échantillons de la base de données sont analysés en laboratoire et leurs constituants sont déterminés par des méthodes chimiques de référence. Un étalonnage doit être établi pour chaque produit et pour chaque constituant. Dès lors que les modèles prédictifs sont construits, ils peuvent être utilisés en routine sur base de données optiques (absorbance) pour analyser rapidement de grandes séries d'échantillons et pour déterminer simultanément la composition de plusieurs paramètres. Étant donné qu'il s'agit, ici, de produits agricoles dont la composition est variable en fonction de multiples facteurs, il est nécessaire d'ajouter continuellement des spectres d'échantillons dans la base de données et de mettre à jour les modèles prédictifs afin d'intégrer toutes ces sources de variabilité. (Minet, et al., 2016)

Le modèle prédictif utilisé pour l'analyse des foins de l'essai est le suivant :

Tableau 19 : caractéristiques de la calibration SPIR utilisée pour estimer la composition des foins. (CRA-W, 2016)

Constituent	N	Moyenne	SD	SEC	R ²	SECV	R ²
DM	3494	93,67	1,44	0,76	0,72	0,78	0,71
CT	3939	9,31	2,53	0,93	0,87	0,94	0,86
MPT	3407	14,05	5,75	0,84	0,98	0,86	0,98
CEL	3124	26,81	5,58	1,48	0,93	1,51	0,93
NDF	1812	48,82	7,39	1,97	0,93	2,05	0,92
ADF	1281	27,29	4,82	1,20	0,94	1,25	0,93
ADL	1295	3,18	1,51	0,58	0,85	0,60	0,84
SSr	1133	5,25	2,99	0,96	0,90	0,98	0,89
SSt	1504	12,75	8,62	1,23	0,98	1,28	0,98
CASED-MORT	2747	76,56	10,42	2,32	0,95	2,36	0,95
DMSrt	2588	78,68	9,29	2,15	0,95	2,20	0,94
DMSauf	2311	72,87	10,30	2,43	0,94	2,49	0,94
DNDF	519	81,58	11,62	3,97	0,88	4,49	0,85

N = nombre d'échantillons de la base de données

Moyenne = moyenne de la base de données qui a servi à construire la calibration

SD = standard de déviation, écart-type de la base de données qui a servi à construire la calibration

SEC = erreur standard de calibration (écart-type des écarts entre les valeurs prédites et les valeurs de référence)

SECV = erreur standard de cross-validation (erreur standard de calibration corrigée)

R^2 = coefficient de détermination

DM = matière sèche analytique en %

CT = cendres totales en % de la MS

MPT = matières protéiques totales en % de la MS

CEL = cellulose brute en % de la MS

NDF = Neutral Detergent Fiber (cellulose, hémicelluloses et lignines) en % de la MS

ADF = Acid Detergent Fiber (lignines et cellulose) en % de la MS

ADL = Acid Detergent Lignin (cellulose pure) en % de la MS

SSr = sucres solubles réducteurs en % de la MS

SSt = sucres solubles totaux en % de la MS

CASEDMORT = digestibilité de la matière organique en % de la MS

DMSrt = digestibilité de la matière sèche Deboever en % de la MS

DMSauf = digestibilité de la matière sèche Aufrère en % de la MS

DNDF = digestibilité de la fraction NDF en % de la MS

13.3 Test de digestibilité de la matière organique en seringue

Pour déterminer la digestibilité de la matière organique dans le rumen, nous allons utiliser une méthode basée sur la mesure de la quantité de gaz produite par un échantillon d'aliment incubé in vitro avec du jus de rumen.

L'essai est réalisé au laboratoire de zootechnie de l'Université de Gembloux Agro-Bio Tech. La méthode qui est utilisée, est la méthode de MENKE et STEINGASS, publiée en 1988.

Pour cet essai, nous testons les 5 foins issus de prairies à haute valeur biologique et le foin témoin.

13.3.1 Matériels utilisés

→ un incubateur à 39° C muni d'un ventilateur

→ 29 seringues en verre graduées de 100 ml

→ 29 embouts flexibles en plastique placés aux extrémités des seringues

→ 29 pinces pour fermer les embouts en plastique

- une balance de précision (0.001 g près)
- une pompe pour récolter les jus de rumen
- deux erlenmeyers, de 1 l pour récolter le jus de rumen et de 200 ml pour le trop-plein
- deux thermos pour transporter le jus de rumen
- une solution d'incubation

Le jus de rumen est prélevé sur deux vaches « pie rouge » taries munies d'une canule ruminale. Les vaches sont mises à jeun 12 heures avant le prélèvement pour une meilleure stabilité du jus de rumen au point de vue de son activité et de sa composition. Elles sont nourries avec un régime à base de fourrages.

Le jus de rumen est aspiré au moyen d'une pompe à vide, reliée à un tuyau souple se terminant par un tuyau en PVC rigide. Celui-ci est perforé et muni d'une grille à son extrémité afin d'éviter l'aspiration de particules alimentaires présentes dans le rumen. Le tuyau est raccordé aux deux erlenmeyers fermés hermétiquement.

Le tuyau rigide est introduit dans le rumen de la vache par la canule. On prélève 500 ml chez chaque vache. Les deux jus de rumen sont mélangés ensemble, à raison de 250 ml chacun. On mélange le jus de rumen de deux animaux différents afin de garantir une meilleure constante de son activité.

Entre le moment de récolte et la mise en seringue du jus de rumen, il est important de le maintenir à une température de 39°C. Il sera conservé dans un thermos et dans un bain-marie.

13.3.2 Préparation des échantillons

29 seringues sont réalisées, 5 Blanco (jus de rumen seul) et 4 répétitions des 6 foins.

On place dans chaque seringue plus ou moins 200 mg de l'échantillon de foin séché et broyé. L'échantillon est pesé sur une balance de précision. Il est placé dans le fond de la seringue à l'aide d'une cupule munie d'un manche afin de ne pas perdre de matière sur les parois de la seringue.

Les pistons sont enduits de vaseline pour deux raisons : la vaseline permet l'étanchéité de la seringue et un meilleur coulisement des pistons lors de la fermentation et la production de gaz.

13.3.3 Préparation de la solution d'incubation

Solution de macro-éléments :

- 5,74 g Na_2HPO_4
- 6,2 g KH_2PO_4
- 0,6 g $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$
- porter à 1 L avec de l'eau distillée

Solution tampon :

- 35 g NaHCO₃
- 2,7 g NH₄Cl
- porter à 1 L avec de l'eau distillée

Solution d'oligo-éléments :

- 13,2g CaCl₂ x 2H₂O
- 10 g MnCl₂ x 4 H₂O
- 1 g CoCl₂ x 6H₂O
- 0,8 g FeCl₃ x 6H₂O
- porter à 1 L avec de l'eau distillée

Solution de réazurine :

- 0,1 g réazurine C₁₂H₆NO₄Na
- porter à 100 ml avec de l'eau distillée

Solution réductrice :

- 2 ml NaOH 1N
- 0,285 g Na₂S x 9H₂O
- porter à 47,5 ml avec de l'eau distillée

Les solutions ont été préparées à l'avance sauf la solution réductrice qui doit être préparée le jour de l'emploi.

Pour 1 litre de mélange des différentes solutions, les proportions sont les suivantes :

- solution de macro-éléments : 237 ml
- solution tampon : 237 ml
- solution d'oligo-éléments : 1,2 ml
- solution de réazurine : 1,22 ml
- solution réductrice : jusqu'à décoloration
- eau distillée : porter à 1 l

Le jus de rumen est ajouté au mélange en proportion 1:2 (V/V), soit pour 1 l de jus de rumen, il faut 2 l de mélange. On obtient ainsi la solution d'incubation.

13.3.4 Réalisation de l'essai

Dans chaque seringue, contenant déjà l'échantillon de foin, on verse 30 ml de solution d'incubation. On enfonce le piston afin de porter le liquide jusqu'à l'extrémité de la seringue. On ferme la seringue en serrant les embouts en plastique avec les pinces à hauteur du liquide. On relève le volume exact à ce moment (volume 0 h) et on place les seringues dans l'incubateur à 39° C.

Les volumes de gaz sont relevés après 2 h, 5 h, 8 h, 12 h, 16 h, 20 h, 24 h, 30 h, 48 h, 72 h.

Si le volume de gaz dépasse 60 ml, on évacue le gaz et replace le piston à 40 ml.

Les seringues sont placées en série de 7 dans l'ordre suivant : blanco, foin n°6, foin n°1, foin n°2, foin n°3, foin n°4 et foin n°5. La série est répétée 4 fois. Un blanco supplémentaire est placé à la fin des séries.



Figure 41 : incubateur et seringues de fermentation. (Cliché personnel)

13.3.5 Lecture des résultats

Le gaz, produit lors de la fermentation, pousse le piston de la seringue. La seringue est graduée jusqu'à 100 ml et le piston est muni d'un trait de lecture. On relève donc le volume de gaz produit en lisant la mesure à hauteur du trait.

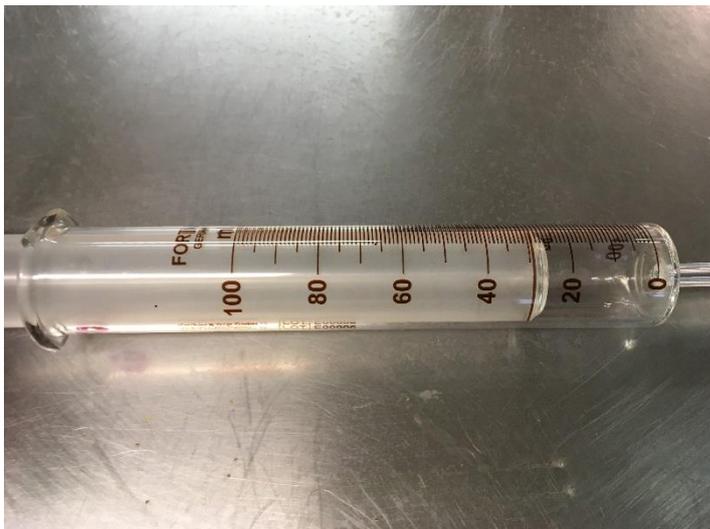


Figure 42 : seringue de fermentation. (Cliché personnel)

La digestibilité de la matière organique est calculée grâce à la formule suivante qui tient compte du volume de gaz produit après 24 h de fermentation de 200 mg de foin :

$$\text{DMO (g/100 g MO)} = 14,88 + (0,889 \times \text{volume de gaz à 24 h}) + (0,45 \times \text{MPT}) + (0,0651 \times \text{CT})$$

Avec : MPT (% MS) = matière protéique totale

CT (% MS) = cendres totales

14 Interprétations et résultats

14.1 Ingestion volontaire

La quantité de foin volontairement ingérée par mouton (I_{mouton}) est exprimée de deux façons : en kg de MS de foin ingéré par jour (pour une meilleure visualisation des quantités ingérées) et en g de MS de foin ingéré par kg de poids métabolique $PM = PV^{0,75}$ (pour notre essai, le poids métabolique représente le poids métabolique moyen du lot de moutons).

Tableau 20 : résultats ingestion volontaire en kg MS/jour et en g MS/kg de poids métabolique (PM).

		foin 1	foin 2	foin 3	foin 4	foin 5
I mouton kg/jour	moyenne	0,86	0,86	0,99	0,84	1,02
	écart-type	0,09	0,06	0,03	0,15	0,02
I mouton g/kg de PM	moyenne	69,14	68,64	78,92	69,10	81,27
	écart-type	6,98	4,77	2,24	12,70	1,99

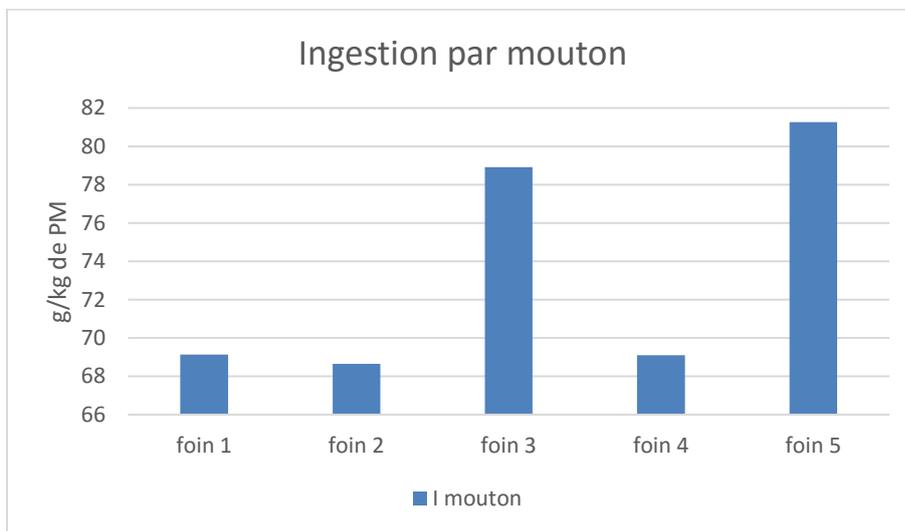


Figure 43 : graphique représentant l'ingestion volontaire en g MS/kg de poids métabolique de chaque foin.

On peut constater que, en moyenne, les foins 1, 2 et 4 sont ingérés en quantités assez similaires. Les foins 3 et 5 sont mieux ingérés que les foins 1, 2 et 4 (il est à remarquer que la différence, entre le foin le moins ingéré et le foin le mieux ingéré, est de 12,6 g/kg de PM ce qui est faible). Les 5 foins de l'essai sont relativement bien ingérés, car ils sont ingérés en plus grande quantité que les moyennes observées, 56,7 g MS/kg PM (Dulphy & Faverdin, 1987).

On peut remarquer que la composition floristique des fourrages peut en partie expliquer l'ingestion volontaire.

Foin 1 : fétuques rouges → foin de bonne qualité, bien consommé

houles laineuses → foin de qualité moyenne

reines des prés → plantes peu attractives pour le bétail, refusées

On peut considérer que le foin 1 est moins bien apprécié, car il contient une proportion élevée de reines des prés refusées par le bétail.

Foin 2 : plantains lancéolés → plantes bien consommées

centaurées jacées → plantes de faible valeur fourragère, digestibilité de la matière organique faible

crételles → foin de qualité médiocre, tiges épiées refusées

Le foin 2 est le moins bien apprécié des 5 foin, car il contient une forte proportion de Centaurées jacées et de Crételles qui sont peu digérées et refusées par le bétail.

Foin 3 : bistrottes → plantes assez bien appréciées en sec, tiges grossières, digestibilité de la matière organique moyenne

agrostis capillaires → plantes de qualité fourragère moyenne

trèfles des prés → plantes de très bonne valeur fourragère, bien appréciées

Le foin 3 est bien apprécié par le bétail. Il est constitué de plantes de bonne qualité fourragère.

Foin 4 : petites pimprenelles → plantes bien appréciées, qualité fourragère moyenne

marguerites → plantes refusées par le bétail

lotiers corniculés → plantes de bonne qualité fourragère, bien appréciées

La Marguerite est une plante refusée par le bétail. Le foin 4 est moins bien apprécié, car il contient une grande proportion de Marguerites.

Foin 5 : flouves odorantes → plantes bien appréciées, qualité fourragère médiocre

trèfles blancs → plantes de bonne qualité fourragère, bien appréciées.

petits trèfles jaunes → plantes de bonne qualité fourragère.

Le foin 5 est le mieux apprécié, car il est composé en grande partie de plantes de bonne qualité fourragère bien appréciées par le bétail.

14.2 Unité d'encombrement mouton

L'unité d'encombrement mouton a pu être déterminée à partir de l'ingestion volontaire (I mouton) exprimée en g/kg de poids métabolique.

Le système des unités d'encombrement repose sur le choix d'un aliment étalon dont la valeur d'encombrement est arbitrairement fixée à 1. L'aliment de référence est une herbe jeune de pâturage contenant 15% de matières azotées totales, 25% cellulose brute et une digestibilité de la matière organique de 0,77. L'unité d'encombrement est définie comme l'encombrement d'un kg de MS de cette herbe de référence.

UEM = 75/l mouton (g/kg de PM) (source : alimentation des bovins, ovins, caprins INRA 2007)

Tableau 21 : unité d'Encombrement Mouton (UEM) de chaque foin.

		foin 1	foin 2	foin 3	foin 4	foin 5
UEM	moyenne	1,09	1,10	0,95	1,11	0,92
	écart-type	0,11	0,08	0,03	0,23	0,02

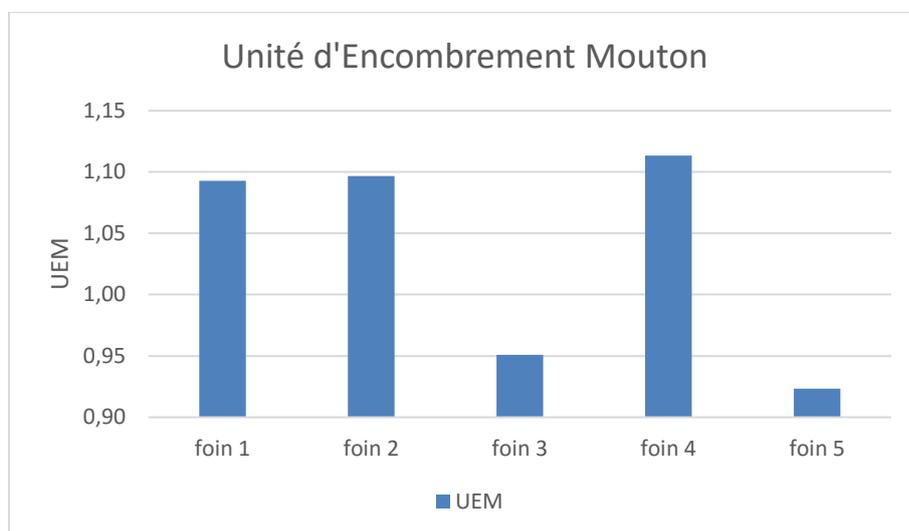


Figure 44 : graphique représentant l'UEM de chaque foin.

On peut constater que les foins 1, 2 et 4 sont plus encombrants que les foins 3 et 5. Cependant, les 5 foins issus de prairies de haute valeur biologique sont moins encombrants qu'un foin standard (UEM=1,4 ; Alimentation des bovins, ovins et caprins, INRA, 1988). Ils sont donc très bien consommés dans le cadre de notre essai.

Les UEM des 5 foins sont relativement faibles par rapport à un foin classique. Mais il est à remarquer que les foins ont été distribués hachés pour faciliter la distribution. Cela permet également de rendre les fourrages plus homogènes. Les brins grossiers sont alors mieux appréciés. Lorsque les fourrages sont présentés hachés, leurs encombrements diminuent donc légèrement (quelque soit le fourrage).

La valeur de structure d'un fourrage peut être calculée à partir de la formule suivante :

$VS = (0,35 + 0,013 * CB) + 0,07$; avec CB = cellulose brute en g/kg MS (Decruyenaere, et al., 2011, p 8)

Tableau 22 : valeurs de structure des foins.

Valeur structure	
foin 1	5,17
foin 2	4,44
foin 3	4,20
foin 4	4,18
foin 5	4,49

La valeur de structure de la paille est de 4,2. On constate donc que malgré une valeur de structure proche et supérieure de celle de la paille, les foins sont très bien consommés lorsqu'ils sont distribués hachés.

14.3 Quantité de refus

Le lot de moutons était nourri à volonté avec un niveau d'alimentation fixé à 85 g MS/kg de poids métabolique. Nous avons donc récolté une certaine quantité de refus pour chaque foin.

Tableau 23 : quantité de refus en pourcentage pour chaque foin.

		foin 1	foin 2	foin 3	foin 4	foin 5
Refus %	moyenne	21,51	21,81	7,44	6,24	4,11
	écart-type	8,06	5,59	3,00	1,78	2,36

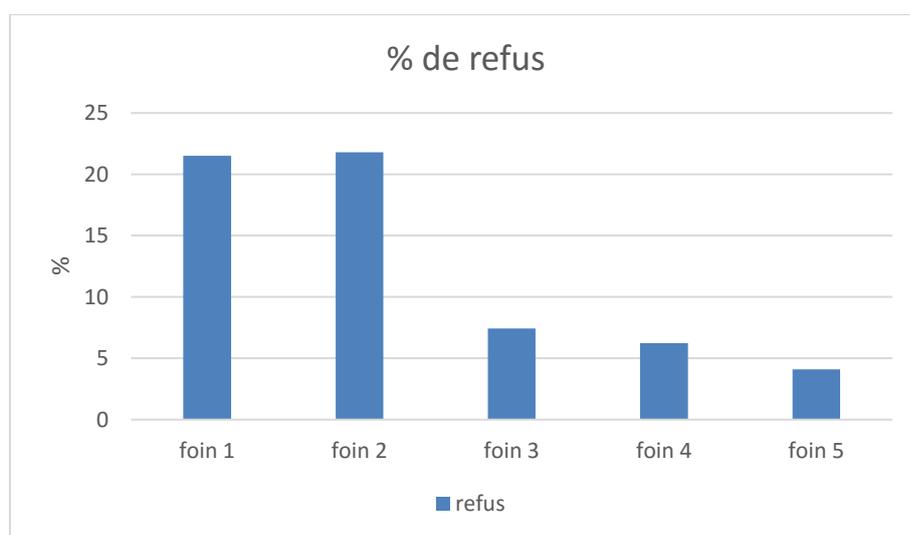


Figure 45 : graphique représentant le pourcentage de refus pour chaque foin.

La quantité de refus est assez importante pour les foins 1 et 2 comparée aux foins 3, 4 et 5. Au vu des valeurs d'unités d'encombrement, ces résultats semblent cohérents sauf pour le foin 4. Le foin 4 a la valeur UEM la plus élevée mais il est peu refusé.

Cependant, les résultats semblent concordants avec les observations visuelles des refus. En effet, les foins 1 et 2 possèdent une part plus importante de tiges grossières. Celles-ci se retrouveront donc en proportion plus importantes dans les refus.

A la distribution, les foins sont composés de (observations visuelles) :

-foin 1 : brins longs de diamètres variés, feuilles, morceaux de bois, branchages, ronces, foin piquant à aspect pailleux après hachage ;

-foin 2 : brins de diamètre variable (fins à grossiers), feuilles ;

-foin 3 : brins fins à très fins, feuilles ;

-foin 4 : brins fins à très fins, forte proportion de mousse, branchages ;

-foin 5 : brins assez fins à moyennement grossiers.

On peut observer que les refus sont composés :

- de tiges grossières, de morceaux de bois pour le foin 1 ;
- de tiges moyennement grossières à grossières pour le foin 2 et 3 ;
- de tiges moyennement grossières, de mousse, de graines et de morceaux de bois pour le foin 4 ;
- de tiges moyennement grossières à très grossières pour le foin 5.

14.4 Comparaison proposés-refus

Tableau 24 : comparaison de la composition chimique et des valeurs nutritives des proposés et des refus estimées par SPIR.

	foin 1		foin 2		foin 3		foin 4		foin 5	
	<i>moyenne</i>	<i>écart-type</i>								
%										
MSa proposé	95,55	0,13	96,02	0,09	95,83	0,20	94,74	0,37	95,81	0,11
MSa refus	95,80	0,25	96,15	0,45	96,01	0,35	95,32	0,08	96,46	0,38
% MS										
CT proposé	7,54	0,22	5,38	0,29	6,80	0,45	9,63	0,52	6,52	0,15
CT refus	6,78	1,12	5,52	0,88	6,59	0,44	12,69	2,06	4,37	1,66
% MS										
Cell proposé	31,87	0,88	30,55	0,61	28,85	0,91	25,70	2,94	27,97	0,74
Cell refus	34,30	2,46	31,75	3,03	29,45	1,15	24,36	1,94	31,33	3,13
% MS										
MPT proposé	6,06	0,73	5,33	0,25	6,91	0,52	7,56	0,57	8,11	0,26
MPT refus	4,86	1,16	4,65	1,26	6,38	0,67	6,99	0,68	6,67	0,83
VEM										
VEM proposé	652	11,94	734	16,37	766	12,61	729	21,01	771	9,38
VEM refus	570	61,73	669	66,01	752	14,08	639	46,26	715	67,26
g/kg MS										
MOD proposé	537	1,37	594	1,48	614	1,79	586	3,03	619	1,01
MOD refus	490	30,04	569	31,19	606	9,09	522	33,80	582	44,89
g DVE										
DVE proposé	35,75	2,90	42,52	2,05	51,30	2,72	49,50	3,88	55,49	1,45
DVE refus	23,77	8,67	36,00	9,14	48,12	3,31	37,65	5,04	44,20	10,47
g OEB										
OEB proposé	-46,99	3,90	-59,54	2,01	-54,12	2,35	-46,31	2,12	-48,06	1,55
OEB refus	-46,15	3,59	-58,95	3,55	-55,64	3,07	-39,87	7,54	-50,60	3,65

La matière sèche des refus est sensiblement identique à celle des proposés pour tous les foins.

Au vu des résultats, les refus ne contiennent pas plus de cendres que les proposés sauf pour le foin 4 qui possède des teneurs légèrement plus élevées.

Les refus possèdent des teneurs en MPT et DVE inférieures à celles des proposés. Les valeurs OEB sont sensiblement identiques pour les proposés et les refus.

On peut constater que pour tous les foins, les valeurs VEM et les valeurs de la matière organique digestible des refus sont inférieures aux valeurs des proposés. Les refus sont également plus cellulosiques que les proposés. Il est à remarquer que les écarts-types (VEM, MOD et Cell) sont plus importants pour les refus, on a donc une plus grande variabilité que pour les proposés.

Les refus sont donc moins digestibles que les proposés. Ceci est cohérent au vu des observations visuelles des refus faites précédemment.

Les tiges grossières, la mousse et les morceaux de bois étant plus lignifiés, ils sont moins digestibles voir indigestibles.

On peut en conclure que les foins sont assez homogènes et ne sont pas fortement triés lorsqu'ils sont présentés sous forme hachée.

14.5 Composition chimique des foins

14.5.1 Minéraux

Tableau 25 : composition minérale des foins.

	P	K	Ca	Na	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	g/kg sec								
foin 6 témoin	2,53	17,53	3,00	0,24	1,56	0,331	0,005	0,020	0,055
foin 1	1,78	12,37	3,76	0,13	1,76	0,349	0,005	0,034	0,198
foin 2	1,32	5,91	6,06	1,46	1,93	0,348	0,004	0,034	0,583
foin 3	1,77	7,15	6,11	2,41	2,61	0,126	0,006	0,066	0,607
foin 4	0,96	11,25	6,79	0,46	2,03	0,961	0,005	0,033	0,384
foin 5	1,73	9,34	5,13	2,18	1,70	0,323	0,005	0,051	0,428

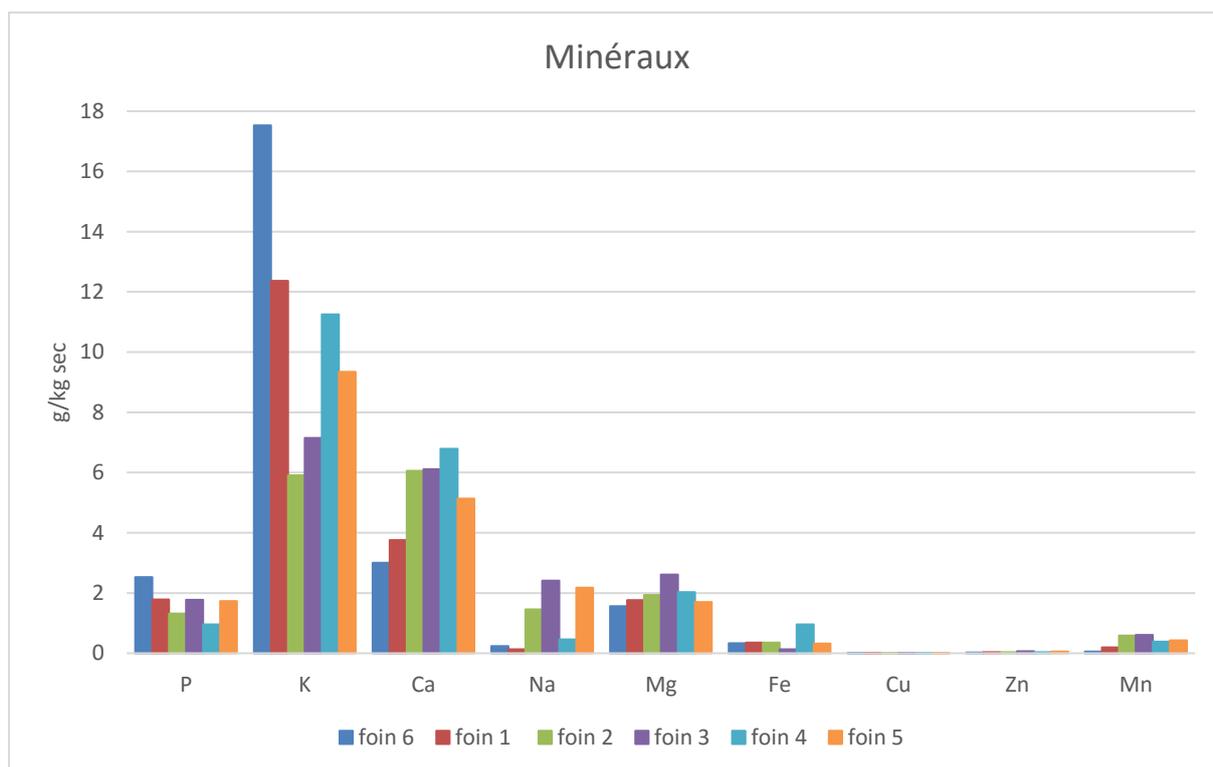


Figure 46 : graphique représentant la composition minérale des foins.

On peut constater que les teneurs minérales sont assez variables d'un foin à l'autre, plus particulièrement pour le potassium et le sodium.

Si on compare les teneurs en minéraux obtenues pour nos 6 foins avec les moyennes estimées par spectrométrie d'absorption atomique de la base de données Requasud (1994-2014) pour la Wallonie, on peut constater que les foins à flore diversifiée sont généralement bien pourvus en minéraux.

Phosphore : la moyenne Requasud est égale à 2,6 g de phosphore par kg de MS. Nos 5 foins MAE ont des teneurs inférieures à cette moyenne. Les besoins journaliers d'une vache laitière étant de 3 à 4 g/kg MS, on peut dire que les foins sont généralement carencés en phosphore.

Potassium : la moyenne Requasud est de 20,6 g de potassium par kg de MS. Les 6 foins de l'essai ont des teneurs inférieures à celle-ci. Les besoins journaliers d'un ruminant étant de 5 g de potassium par kg MS, on peut dire que les 5 foins MAE ont des teneurs suffisantes en potassium.

Calcium : la moyenne Requasud est égale à 4,4 g de calcium par kg de MS. Seuls les foins 6 et 1 ont des teneurs inférieures à celle-ci. Les besoins journaliers d'une vache étant de 5 g de calcium par kg MS, les foins 2, 3, 4 et 5 comblent ces besoins.

Sodium : la moyenne Requasud est de 1,5 g de sodium par kg de MS. Les 6 foins de l'essai ont des teneurs variables en sodium. Les foins 6, 1, 2 et 4 ont des teneurs inférieures à cette valeur et les foins 3 et 5 ont des teneurs supérieures. Les besoins journaliers d'un ruminant étant de 1,5 g de sodium par kg MS, certains foins comblent ces besoins et d'autres sont déficients. Une analyse du fourrage est donc intéressante.

Magnésium : la moyenne Requasud est de 1,7 g de magnésium par kg de MS. Les 5 foins MAE ont des teneurs supérieures à cette moyenne. Les besoins journaliers d'une vache étant de 1,5 g de magnésium par kg MS, on peut dire que les foins MAE comblent ces besoins.

Fer : la moyenne Requasud est égale à 206 mg de fer par kg de MS. Les besoins journaliers d'un ruminant sont de 4,5 mg de fer par kg MS. On peut dire que les foins sont en général en excès de fer. Le foin 4 a des teneurs très élevées en fer.

Cuivre : la moyenne Requasud est de 6 mg de cuivre par kg de MS. Les 6 foins de l'essai sont légèrement inférieurs à cette moyenne. Les besoins journaliers d'une vache sont de 10 mg de cuivre par kg de MS. Les foins sont généralement carencés en cuivre.

Zinc : la moyenne Requasud est de 23,6 mg de zinc par kg de MS. Les 5 foins MAE ont des teneurs supérieures à cette moyenne. Les besoins journaliers d'un ruminant étant de 40-45 mg de zinc par kg de MS, on peut dire que les foins MAE ont de bonnes teneurs en zinc.

Manganèse : la moyenne Requasud est de 87,1 mg de manganèse par kg de MS. Les 5 foins MAE ont des teneurs largement supérieures à cette valeur. Les besoins journaliers d'une vache étant de 40-45 mg de manganèse par kg de MS, les 5 foins MAE sont en excès.

Les foins à flore diversifiée peuvent combler la plupart des besoins en minéraux d'un ruminant, il est donc utile de valoriser ce type de fourrage.

14.5.2 Méthodes de référence vs analyse SPIR

La composition chimique des 6 foins de l'essai a été déterminée par la méthode de référence en laboratoire et par SPIR. Nous les comparons afin de déterminer si la SPIR estime correctement la composition chimique de foins issus de prairies à haute valeur biologique.

La figure 47 ci-dessous représente 2 spectres de foins (un foin classique et un foin MAE issu d'une prairie de haute valeur biologique) obtenus lors d'analyse en spectrométrie dans le proche infrarouge. On peut constater que les foins MAE ont un spectre semblable à celui d'un foin classique. L'écart que l'on peut observer à la longueur d'onde 1900 nm correspond à la longueur d'onde de l'eau. On peut donc considérer que les foins MAE analysés en SPIR peuvent être confrontés à la même base de données que les foins classiques (il n'est pas utile de créer une base de données spécifique aux foins MAE).

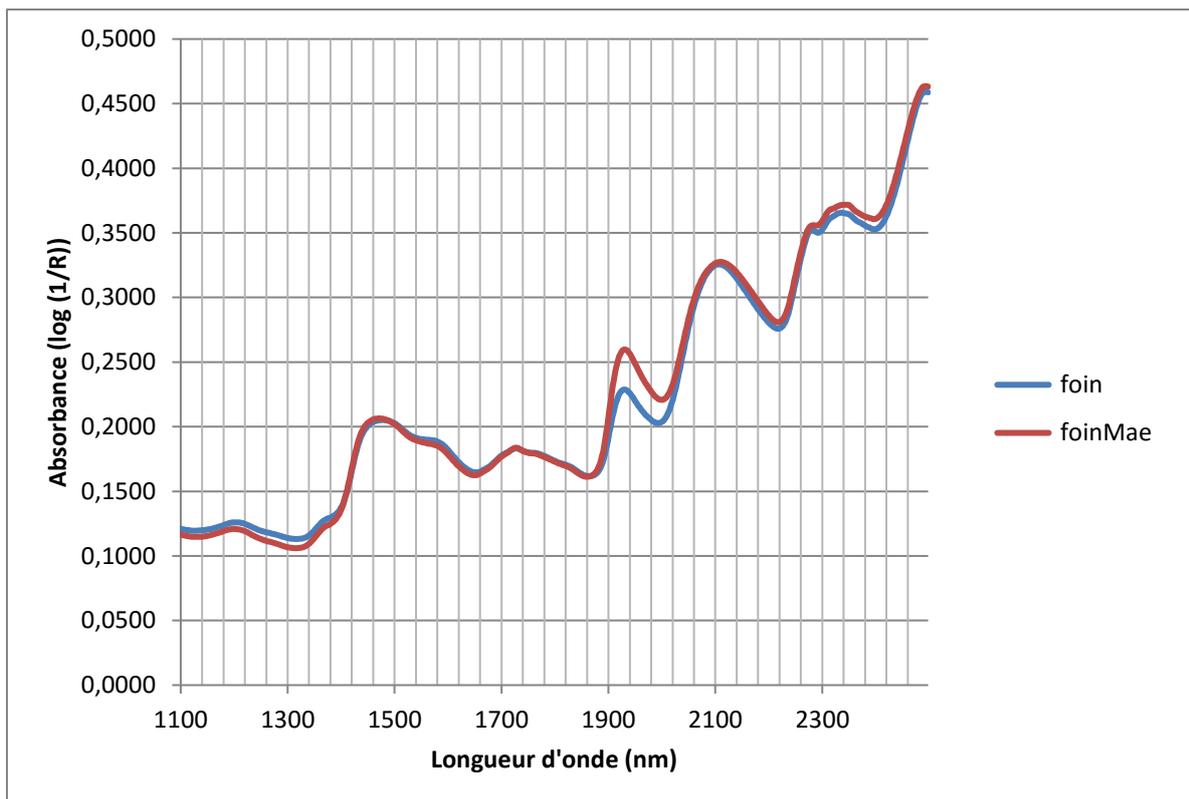


Figure 47 : spectres d'un foin classique et d'un foin MAE obtenus par analyse en SPIR.

Matière sèche analytique

Tableau 26 : pourcentage de matière sèche analytique (MSa) des foins obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).

Msa %	labo	SPIR
foin 6	95,720	96,760
foin 1	95,500	95,536
foin 2	95,930	96,043
foin 3	95,710	95,841
foin 4	95,970	94,889
foin 5	95,990	95,873

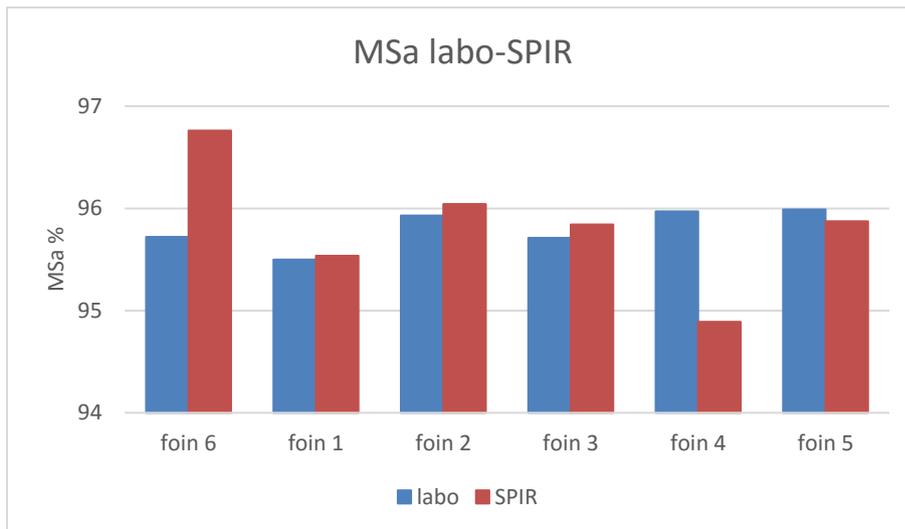


Figure 48 : graphique représentant la matière sèche analytique (MSa) obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.

On peut constater que pour le foin 6, la SPIR surestime la MSa de 1 % par rapport à la méthode de référence. Par contre pour le foin 4, la SPIR sous-estime de 1 % la MSa par rapport à la méthode de référence.

Afin de contrôler les performances du modèle prédictif sur des foins de haute valeur biologique, nous avons confronté les valeurs de référence obtenues en laboratoire aux valeurs estimées par SPIR.

Une série de valeurs a été calculée à l'aide d'une feuille Excel. Nous allons observer 3 paramètres : la valeur de l'erreur standard de prédiction (SEP), le biais (erreur systématique entre les valeurs de référence et les valeurs prédites), la valeur de l'erreur standard de prédiction corrigée (SEPC).

La valeur SECV (valeur standard de cross-validation) qui correspond à l'erreur standard corrigée de la calibration, sera comparée à la valeur SEPC. Les valeurs SECV et SEPC représentent toutes les deux la dispersion des points autour de la bissectrice qui correspond aux valeurs de référence. Ces deux valeurs doivent être proche l'une de l'autre pour un même constituant et un même produit. Si ce n'est pas le cas, le modèle prédictif utilisé ne prédit pas correctement le type de produit en question et doit être amélioré.

Pour la matière sèche analytique :

-SEP = 0,619 % ;

-Biais = -0,02 % ;

-SEPC = 0,677 %.

La valeur SECV (reprise dans le tableau 19) est égale à 0,78. La valeur SEPC est relativement proche de la valeur SECV. L'erreur de prédiction pour un foin MAE est la même que pour un foin classique. Le biais est petit. On peut donc considérer que la SPIR estime correctement la MSa.

Cendres totales

Tableau 27 : cendres totales (CT) en % de la MS des foins obtenues par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).

CT % MS	labo	SPIR
foin 6	6,206	7,715
foin 1	6,513	7,579
foin 2	4,983	5,693
foin 3	5,652	6,881
foin 4	7,648	9,366
foin 5	5,886	6,566

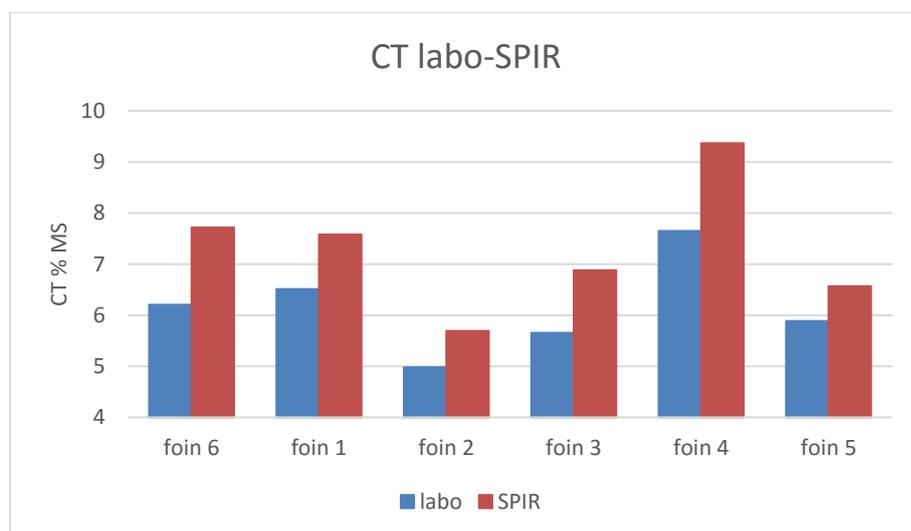


Figure 49 : graphique représentant le taux de cendres totales obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.

On peut constater que la SPIR surestime la teneur en cendres totales pour tous les foin.

Si on observe la teneur en cendres totales du foin 6 (foin témoin), on constate que le foin 2, 3 et 5 ont des teneurs en cendres totales inférieures à celui-ci. Les foin 1 et 4 ont des teneurs légèrement supérieures au foin 6. Le foin 4 contient la proportion de CT la plus élevée.

La teneur moyenne en cendres totales (estimée par SPIR) de la base de données Requasud (1994-2014) étant de 8,1 % de la MS, on peut constater que les 6 foin testés ont des valeurs inférieures à cette moyenne. Seul le foin 4 a une valeur, estimée par SPIR, supérieure à cette moyenne.

Pour les cendres totales :

-SEP = 1,214 % ;

-Biais = -1,152 % ;

-SEPC = 0,419 %.

La valeur SECV est égale à 0,94. Les valeurs SEPC et SECV sont relativement éloignées l'une de l'autre. La SPIR surestime systématiquement la teneur en CT. Ceci peut s'expliquer par le fait que la teneur en CT est estimée par défaut en SPIR (la SPIR est une méthode d'analyse de la matière organique), les erreurs peuvent donc s'accumuler au fil des estimations des constituants organiques du produit.

Cellulose

Tableau 28 : cellulose (Cell) en % de la MS des foins obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).

Cell % MS	labo	SPIR
foin 6	36,952	33,535
foin 1	36,503	32,327
foin 2	30,908	30,484
foin 3	29,088	28,621
foin 4	28,957	26,329
foin 5	31,274	27,921

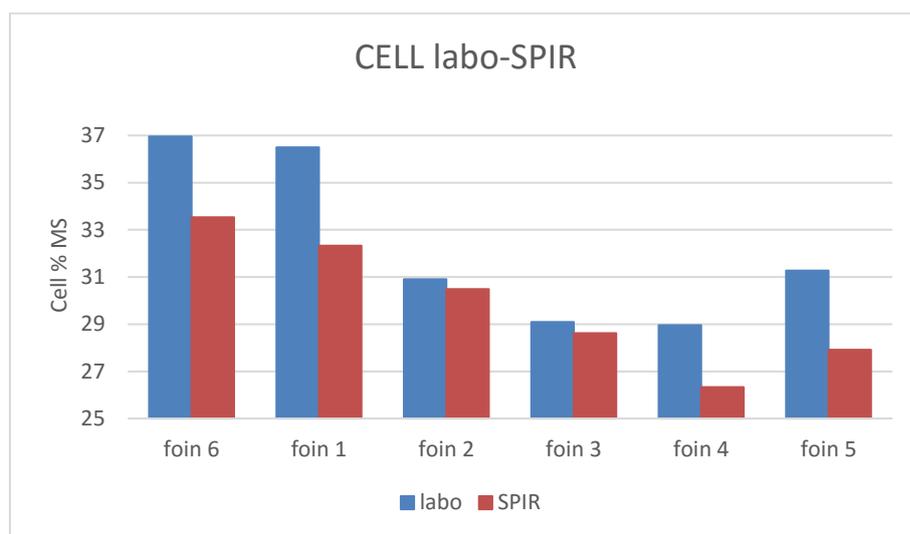


Figure 50 : graphique représentant le taux de cellulose obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.

La SPIR sous-estime légèrement les teneurs en cellulose brute pour tous les foins.

On peut constater que les 5 foins issus de prairies de haute valeur biologique ont des teneurs en cellulose inférieures au foin témoin. Ceci confirme les études antérieures qui montraient que les foins fauchés tardivement ne sont pas plus cellulosiques que les foins conventionnels.

Les teneurs moyennes en cellulose brute de la base de données Requasud (1994-2014), estimées par SPIR, étant de 31,33 % de la MS, on peut considérer que les 6 foins testés ont de bonnes teneurs en cellulose (plus faible).

Pour la cellulose brute :

-SEP = 2,818 % ;

-Biais = 2,411 % ;

-SEPC = 1,599 %.

La valeur SECV est égale à 1,51. Les deux valeurs SEPC et SECV sont proches, on peut dire que la SPIR estime correctement la cellulose brute mais avec un léger biais.

Matières protéiques totales

Tableau 29 : matières protéiques totales (MPT) en % de la MS des foins obtenues par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).

MPT % MS	labo	SPIR
foin 6	7,148	6,755
foin 1	6,983	6,139
foin 2	6,681	5,356
foin 3	8,208	6,864
foin 4	7,720	7,301
foin 5	8,029	8,241

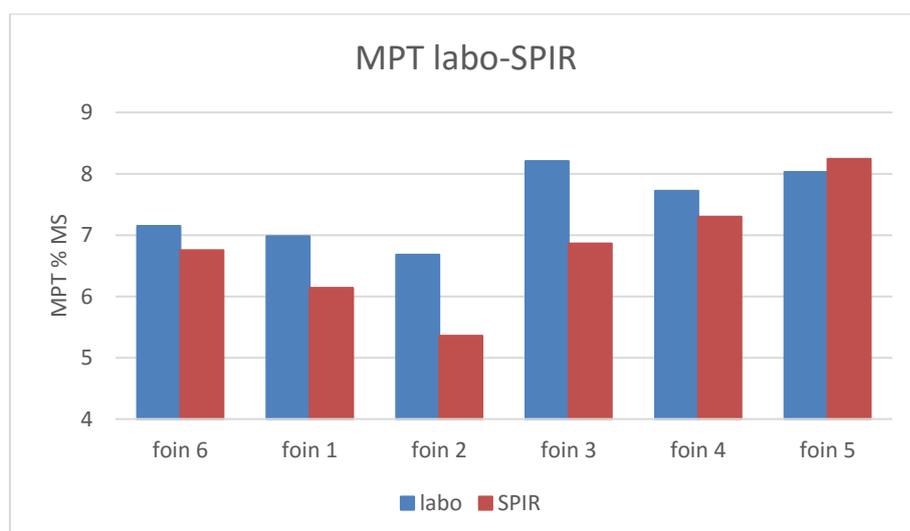


Figure 51 : graphique représentant le taux de matières protéiques totales obtenu par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.

La SPIR sous-estime les teneurs en MPT sauf pour le foin 5.

Les foins 3, 4 et 5 ont des teneurs en MPT plus élevées que le foin témoin. La teneur moyenne en MPT de la base de données Requasud (1994-2014), estimée par SPIR, des foins étant de 10,52 % de la MS, on peut constater que nos 6 foins ont des teneurs inférieures à la moyenne (moyenne de 8,9 % pour Ardenne, Haute-Ardenne et Famenne).

Pour la matière protéique totale :

-SEP = 0,88 % ;

-Biais = 0,685 % ;

-SEPC = 0,605 %.

La valeur SECV est égale 0,86. Les deux valeurs SEPC et SECV sont relativement éloignées. Les valeurs SEP et SECV sont proches. La SPIR n'estime pas de façon optimum la valeur MPT car il y a un biais.

Digestibilité de la matière organique

Tableau 30 : digestibilité de la matière organique (DMOrt) en % de la MS des foins obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR).

DMOrt % MS	labo	SPIR
foin 6	50,480	53,445
foin 1	39,080	47,761
foin 2	51,850	54,064
foin 3	54,690	60,189
foin 4	52,730	60,034
foin 5	52,670	60,691

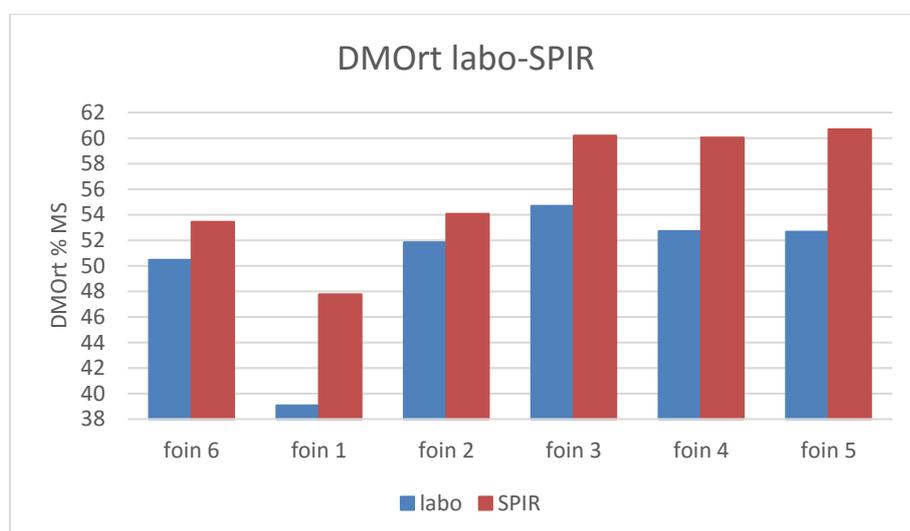


Figure 52 : graphique représentant la digestibilité de la matière organique en % MS obtenue par la méthode de référence (labo) et par l'analyse en SPIR (SPIR) pour chaque foin.

L'analyse SPIR surestime la DMOrt pour tous les foins.

Pour la digestibilité de la matière organique (cellulase) :

-SEP = 6,285 % ;

-Biais = -5,781 % ;

-SEPC = 2,701 %.

La valeur SECV est égale à 2,36. Les deux valeurs SEPC et SECV sont relativement proches mais le biais est trop important (>5%). La SPIR n'estime pas correctement la DMO.

Conclusion

On peut en conclure que l'analyse en SPIR n'estime pas correctement les fourrages à flore diversifiée et surestime leur digestibilité. Actuellement, la base de données n'est pas adaptée à ce type de foin. Il faut ajouter ce type de fourrage à la base de données SPIR pour l'améliorer.

14.6 Digestibilité de la matière organique (DMO)

Comme vus précédemment, nous devons connaître la valeur de la digestibilité de la matière organique (DMO) d'un foin donné afin d'évaluer la valeur énergétique de celui-ci. Nous avons déjà pu constater que la DMOrt estimée par SPIR et la DMOrt déterminée en laboratoire ne sont pas concordantes.

Deux essais ont été réalisés afin de déterminer, pour chaque foin, deux DMO_{vivo} (reflet de la digestion de l'animal). Nous obtenons donc pour chaque foin 4 DMO différentes. Il est à noter que les DMOrt (SPIR et labo) sont des DMOrt enzymatiques obtenues in vitro tandis que les DMO_{gaz test} et CDMO_{vivo} sont des DMO_{vivo}. On ne peut donc pas les comparer entre elles. C'est pourquoi on calcule, à partir de ces DMO, la valeur MOD (matière organique digestible) correspondante. Les valeurs MOD peuvent être comparées entre elles.

14.6.1 Digestibilité obtenue par la méthode des « gaz test »

La figure 31 ci-dessous représente la fermentation des 6 foins par la méthode des « gaz test ». Les 6 foins ont fermenté pendant 72 h dans du jus de rumen.

Tableau 31 : production moyenne de gaz en ml/g de MS des foins incubés dans du jus de rumen.

Production moyenne de gaz en ml/g de MS											
temps h	0	2	5	8	12	16	20	24	30	48	72
Foin 1	0	36,3	63,4	81,4	99,5	111,0	121,6	132,7	145,7	174,2	190,8
Foin 2	0	49,8	84,8	111,0	132,7	149,0	162,9	175,5	189,2	229,9	252,8
Foin 3	0	54,2	94,5	123,3	147,3	162,0	176,9	189,2	203,2	236,2	256,3
Foin 4	0	41,9	73,6	103,5	131,6	148,9	163,7	174,0	186,7	211,8	226,7
Foin 5	0	38,1	82,2	110,1	133,7	149,7	165,3	178,2	193,5	227,1	245,9
Foin 6 témoin	0	35,2	77,4	106,3	134,2	153,9	171,2	185,3	199,7	231,8	247,8 6

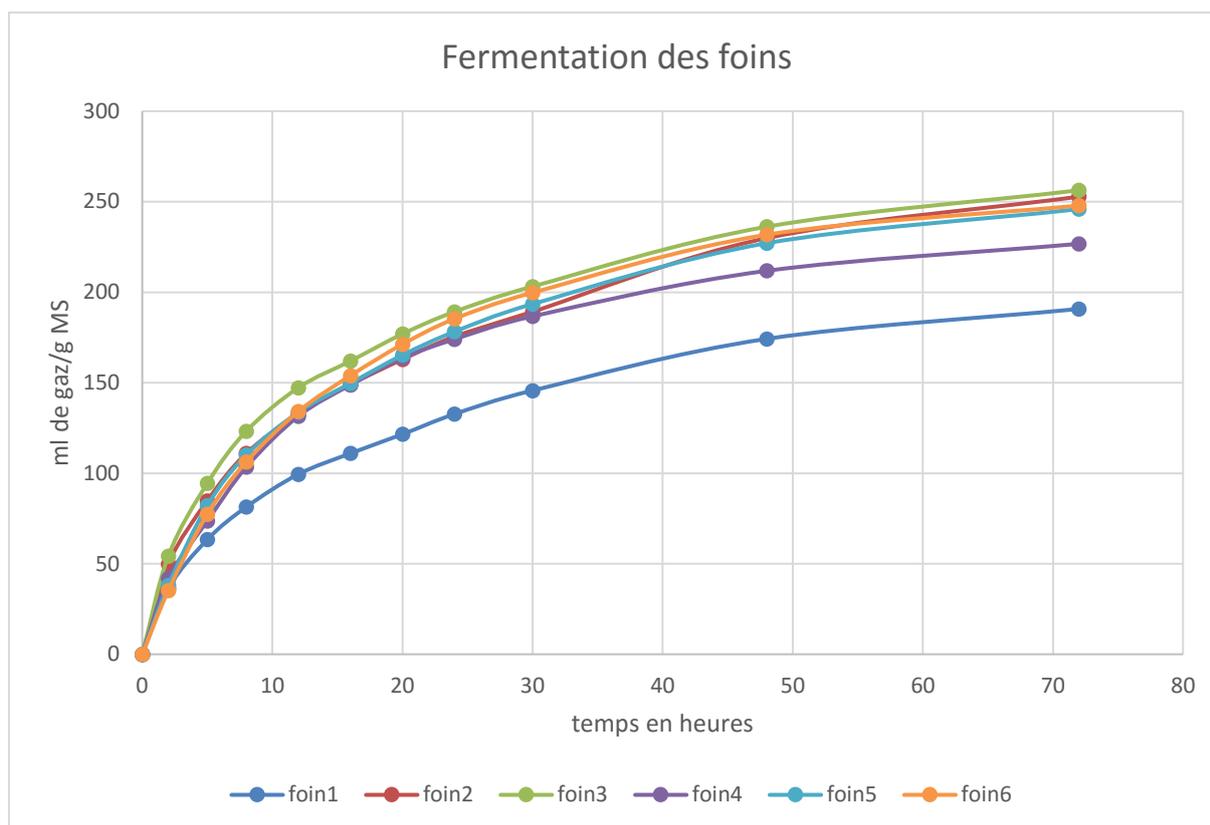


Figure 53 : graphique représentant la production moyenne de gaz des foins incubés dans du jus de rumen.

On peut constater sur la figure ci-dessus que le foin 1 fermente moins que les 5 autres dans le jus de rumen. Les foins 2, 3, 4, 5 et 6 fermentent de façon similaire jusqu'à 30h. Ensuite, on peut voir que le foin 4 a une production de gaz inférieure aux 4 autres foins. Le foin 3 a la plus importante production de gaz. Au vu du tableau ci-dessous, on peut expliquer la faible production de gaz du foin 1 par une forte teneur en ADL (lignine). Les parois fortement lignifiées n'étant pas digestibles, la fermentation dans le rumen sera moins importante pour ce foin. La teneur en ADL est probablement due à une forte proportion de Reines des prés dans le fourrage. La baisse de production de gaz du foin 4 à partir de 30h peut s'expliquer de la même façon. La teneur en ADL du foin 4 étant assez élevée également.

Les résultats du foin 1 correspondent aux observations visuelles que nous avons développées précédemment : part importante de végétaux lignifiés qui sera peu digérée.

Tableau 32 : teneurs en NDF, ADF, ADL et cellulose des foins.

	NDF	ADF	ADL	CELL
	% MS	% MS	% MS	% MS
foin 6	63,81	40,33	4,93	36,95
foin 1	63,02	41,95	7,20	36,50
foin 2	56,08	36,83	5,83	30,91
foin 3	54,53	34,90	5,50	29,09
foin 4	55,12	36,04	6,22	28,96
foin 5	58,31	36,69	5,46	31,27

On peut constater que lors de la fermentation, la proportion d'acide acétique est la plus importante. Ce qui correspond à la fermentation d'un fourrage de type foin.

Tableau 33 : teneurs en acides gras volatiles des foins mesurées après incubation des foins dans du jus de rumen.

AGV résidus seringues		mg/ml		
foin		Acétique	Propionique	Butyrique
6	moyenne	1,32	0,54	0,16
	écart-type	0,04	0,01	0,02
1	moyenne	0,93	0,39	0,16
	écart-type	0,10	0,01	0,05
2	moyenne	0,90	0,35	0,24
	écart-type	0,57	0,15	0,20
3	moyenne	1,03	0,43	0,15
	écart-type	0,23	0,07	0,04
4	moyenne	1,21	0,42	0,15
	écart-type	0,11	0,04	0,02
5	moyenne	1,24	0,50	0,19
	écart-type	0,05	0,02	0,05

14.6.2 Comparaison des MOD

Le tableau 34 ci-dessous reprend les valeurs des 4 DMO et MOD correspondantes déterminées pour chaque foin. Le foin 6 n'a pas de valeur estimée par les matières fécales, car le foin 6 n'a pas été testé lors de l'essai d'ingestion (le foin 6 étant un foin « classique »).

Tableau 34 : tableau reprenant les différentes MOD calculées pour chaque foin.

Valeurs SPIR			Valeurs références labo		
	DMOrt % MS	MOD g/kg MS		DMOrt-r % MS	MOD-r g/kg MS
foin 6	53,45	563,76	foin 6	50,48	561,41
foin 1	47,76	529,30	foin 1	39,08	485,07
foin 2	54,06	590,13	foin 2	51,85	583,60
foin 3	60,19	615,97	foin 3	54,69	594,62
foin 4	60,03	586,33	foin 4	52,73	559,98
foin 5	60,69	622,84	foin 5	52,67	578,99
Valeurs gaz test			Valeurs matières fécales		
	DMOGaz test g/100g MO	MODgaz test g/kg MS		CDMOvivo ir g/100 g MO	MODvivo ir g/kg MS
foin 6	51,44	482,51			
foin 1	42,04	392,99	foin 1	48,67	454,97
foin 2	50,83	469,49	foin 2	50,41	479,02
foin 3	52,85	496,07	foin 3	53,87	508,29
foin 4	51,17	459,80	foin 4	58,49	540,16
foin 5	51,65	475,81	foin 5	54,71	514,93

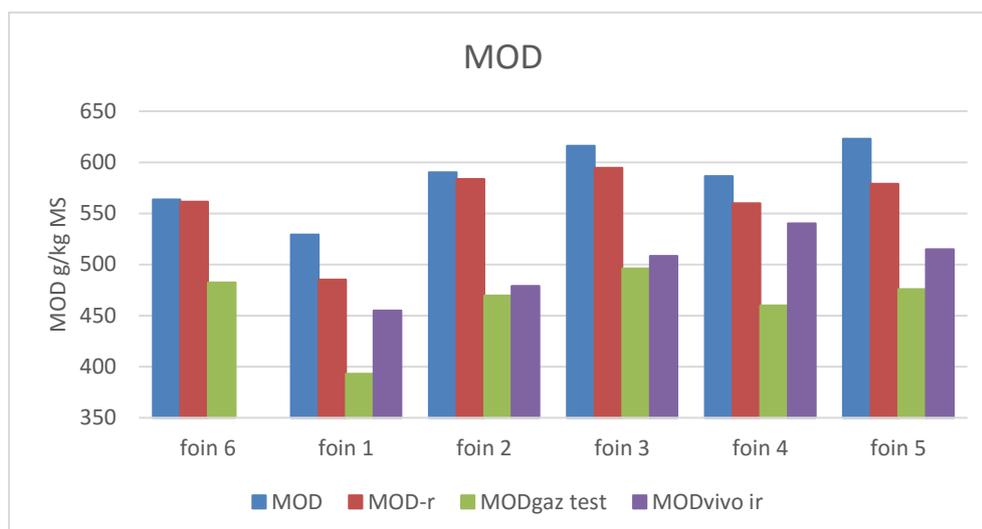


Figure 54 : graphique représentant les 4 MOD pour chaque foin.

On peut constater que les MOD sont les plus élevées lorsqu'elles sont estimées à partir de l'analyse SPIR et à partir des analyses au laboratoire (donc sur base de l'analyse du fourrage), et les plus faibles par la méthode des « gaz test » et l'analyse des matières fécales (soit en considérant directement l'animal).

Les valeurs MOD estimées par la méthode de référence en laboratoire sont assez proches des valeurs estimées par SPIR bien que toujours inférieures à celles-ci.

Les 4 méthodes donnent des résultats assez différents. La hiérarchie entre les foins n'est pas identique d'une méthode à l'autre. Le tableau 35 qui suit reprend le classement des 5 foins MAE par ordre croissant de matière organique digestible :

Tableau 35 : classement des foins par ordre croissant de matière organique digestible par méthode.

SPIR	Labo	Gaz test	Matières fécales
Foin 1	Foin 1	Foin 1	Foin 1
Foin 4	Foin 4	Foin 4	Foin 2
Foin 2	Foin 5	Foin 2	Foin 3
Foin 3	Foin 2	Foin 5	Foin 5
Foin 5	Foin 3	Foin 3	Foin 4

Le foin 1 possède la plus faible valeur MOD pour toutes les méthodes. Ce qui correspond à la courbe de gaz produite lors de la fermentation dans du jus de rumen. Il est également le moins ingéré par les moutons.

Le foin 6 (témoin) n'a pas une proportion de matière organique digestible plus élevée que les foins issus de prairies de haute valeur biologique.

La moyenne des valeurs DMO de la base de données Requasud (1994-2014), estimée en SPIR est de 61,6 % MS pour la Wallonie. Nos 5 foins MAE ont des valeurs assez proches de cette moyenne. Les foins MAE n'ont donc pas une digestibilité de la matière organique plus faible qu'un foin classique lorsqu'elle est estimée par SPIR. Or, on a pu constater que la SPIR n'estimait pas correctement la DMO, elle est donc probablement plus faible que pour un foin classique.

14.7 Valeurs nutritives

Sur base des valeurs MOD, les valeurs alimentaires ont été calculées pour chaque foin. La feuille de calcul qui a permis de déterminer les valeurs alimentaires des foin, est reprise en annexe 6. Le tableau qui suit, reprend ces valeurs pour chaque méthode de détermination de la matière organique digestible :

Tableau 36 : tableau reprenant les différentes valeurs VEM, DVE et OEB calculées pour chaque foin.

Valeurs alimentaires MOD				Valeurs alimentaires MOD-r			
	VEM MOD	DVE MOD	OEB MOD		VEM MOD-r	DVE MOD-r	OEB MOD-r
foin 6	690	42,5	-47,4	foin 6	683	42,8	-44,9
foin 1	641	34,7	-45,5	foin 1	576	29,4	-34,3
foin 2	728	41,9	-58,7	foin 2	716	44,7	-50,8
foin 3	768	51,4	-54,6	foin 3	733	51,4	-43,9
foin 4	728	48,6	-47,7	foin 4	685	44,8	-41,5
foin 5	777	56,6	-47,9	foin 5	710	48,3	-42,6
Valeurs alimentaires MODgaz test				Valeurs alimentaires MODvivo			
	VEM MODgaz test	DVE MODgaz test	OEB MODgaz test		VEM MODvivo	DVE MODvivo	OEB MODvivo
foin 6	572	29,3	-33				
foin 1	451	13,6	-20,5	foin 1	534	24,2	-29,8
foin 2	554	25,2	-33,6	foin 2	567	26,8	-35,1
foin 3	591	34,5	-29,1	foin 3	608	36,6	-30,9
foin 4	543	27,7	-26,4	foin 4	656	41,4	-38,5
foin 5	563	30,7	-27,1	foin 5	618	37,3	-32,9

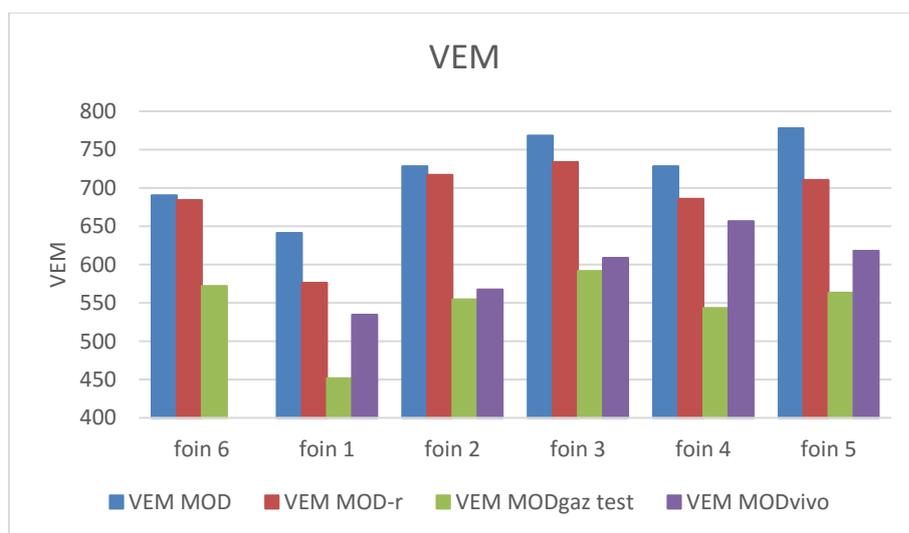


Figure 55 : graphique représentant les valeurs VEM calculées à partir des différentes MOD pour chaque foin.

On peut constater que les valeurs VEM sont assez variables d'une méthode d'estimation à l'autre comme pour l'estimation des valeurs MOD. Ce qui est normal puisque le calcul des valeurs énergétiques est réalisé sur base des valeurs MOD. On considère que la valeur la

plus juste est la valeur obtenue par la MODvivo car elle refléterait ce qui est réellement assimilé par l'animal. Si on compare les valeurs VEM MOD (SPIR) et VEM MODvivo (analyse des matières fécales), on obtient des différences de plus de 100 VEM pour certains foins. Cette variation peut poser problème lors de l'élaboration de rations (besoin d'une complémentation ou pas de la ration).

La moyenne des valeurs VEM du réseau Requasud (1994-2014), estimée par SPIR, est de 766 VEM. Les foins 2, 3, 4, 5 ont des valeurs VEM proches de cette moyenne. Le foin témoin et le foin 1 ont par contre des valeurs inférieures. Les foins issus de prairies de haute valeur biologique possèdent donc des valeurs VEM intéressantes qu'il est utile de valoriser.

On peut donc dire que les méthodes de prédiction des valeurs énergétiques par analyse SPIR et par analyse de référence ne sont pas adaptées aux fourrages issus de prairies à haute valeur biologique. Il serait utile de vérifier les méthodes de prédiction de la digestibilité de la matière organique afin de mieux valoriser les foins à flore diversifiée.

La même variation entre les méthodes peut être observée pour les valeurs DVE et OEB. On peut donc dire que les méthodes de prédiction actuelles n'estiment pas correctement la valeur nutritive de ce type de fourrage. Il serait utile de vérifier la digestibilité de la protéine par une méthode in vivo pour les fourrages à flore diversifiée.

Les moyennes du réseau Requasud (1994-2014), estimées par SPIR, sont de 57 g de DVE et de -42,5 g d'OEB pour l'Ardenne, la Haute-Ardenne et la Famenne. Nos 5 foins MAE sont en dessous de cette moyenne pour les valeurs DVE et les valeurs OEB sont moins négatives que la moyenne.

Lorsque l'on compare la composition floristique des foins avec leur valeur alimentaire estimée à partir de la MODvivo, on peut constater que :

- les foins 1 et 2 ont les valeurs VEM et DVE les plus faibles, car ils contiennent en grande partie des plantes de faible qualité fourragère ;
- les foins 3 et 5 ont des valeurs VEM et DVE assez bonnes, car ils contiennent des plantes de bonne qualité fourragère ;
- le foin 4 a les meilleures valeurs VEM et DVE. Cependant, il est composé en majeure partie de plantes de qualité fourragère moyenne.

Les foins 3 et 5 semblaient être les deux meilleurs foins du groupe. Il est donc difficile de prédire la valeur alimentaire des fourrages suite aux observations de leur relevé floristique et de leur aspect. Même si ces observations donnent une idée sur leur valeur alimentaire, une analyse reste indispensable pour les caractériser.

Conclusions et perspectives

Nos différents essais ont permis de mettre en évidence que les foins issus d'une prairie de haute valeur biologique étudiés dans le cadre de cette étude :

- sont bien consommés lorsqu'ils sont présentés sous forme hachée. Ils sont peu encombrants et ont des valeurs UEM faibles malgré des valeurs de structure élevées (comme une paille 4,2) ;
- ne sont pas plus cellulosiques qu'un foin classique mais les teneurs en ADL peuvent parfois être élevées en fonction de leur composition botanique. Ce qui engendre une diminution de la digestibilité de la matière organique du fourrage ;
- ont des teneurs en MPT plus faibles qu'un foin classique ;
- ont une digestibilité de la matière organique plus faible qu'un foin classique ;
- ont des valeurs VEM plus faibles qu'un foin classique mais intéressantes (il est utile de les valoriser) ;
- ont des valeurs DVE plus faibles qu'un foin classique et des valeurs OEB moins négatives ;
- ont de bonnes teneurs en minéraux qui permettent de couvrir une bonne partie des besoins journaliers d'un ruminant, sauf pour le phosphore, le cuivre et le sodium (variables) ;
- peuvent difficilement être caractérisés par la flore qui les compose. Une analyse est indispensable.

L'ingestion volontaire et la quantité de refus varient en fonction de la composition floristique de la parcelle. Ils sont peu triés et assez homogènes. Les foins à flore diversifiée fermentent assez bien dans le rumen et de manière semblable à un foin classique s'ils ne contiennent pas trop de lignine. Lorsque la lignine est présente en grande quantité, la digestibilité diminue fortement.

Nous avons pu conclure que l'analyse en SPIR n'est pas fiable pour ce type de fourrage, en particulier pour la détermination de la digestibilité de la matière organique. Il faut continuer à analyser les foins à flore diversifiée par la méthode de référence et les ajouter à la base de données.

On a pu constater une grande variabilité entre les différentes méthodes de prédiction de la matière organique digestible, ce qui engendre une grande variabilité de l'estimation des valeurs nutritives des fourrages. Or, les foins issus de prairies à haute valeur biologique sont à valoriser, car :

- ils peuvent apporter des fibres dans des rations pour vaches laitières et sont mieux appréciés que la paille ;
- ils permettent de couvrir certains besoins en minéraux des ruminants ;
- certains foins ont une valeur énergétique non négligeable ;
- certains foins possèdent une odeur agréable et des brins fins, ils sont alors bien appréciés par le jeune bétail ;

- certains foins pourraient couvrir les besoins d'une vache allaitante lorsqu'elle n'a plus son veau. Ils pourraient également servir de ration de tarissement.

Cependant, pour une bonne valorisation, les foins issus de prairies de haute valeur biologique doivent être analysés et caractérisés, car ils sont très hétérogènes entre eux. Un essai de détermination de la digestibilité de la matière organique par la méthode in vivo en cage à métabolisme semble indispensable afin de confirmer les valeurs DMO_{vivo} et MOD_{vivo} pour ce type de fourrage. En connaissant les valeurs MOD_{vivo} , une nouvelle relation pourra être établie afin de calculer les valeurs MOD_{SPIR} et référence sur base des valeurs $DMORT$ de référence. Il semblerait que l'équation suivante :

$MOD_{SPIR-référence}$ (g/kg MS) = $0,685 * DMORT * (100-CT)/10 - 7,40 * CT + 283$), n'est pas correcte et doit être adaptée pour les fourrages à flore diversifiée.

Bibliographie

- Arvalis institut du végétal. (2011). *Récolte et conservation de l'herbe : comment ça marche?* Récupéré sur http://www.afpf-asso.fr/files/fichiers/Recolte_conservation_herbe.pdf
- Berther, V., Jeangros, B., Meisser, M., & Scehovic, J. (s.d.). *Herbages, plantes herbacées dicotylédones.* (S. f. Changins, Éd.) Nyon, Suisse: AMTRA.
- Centre wallon de recherches agronomiques. (2010). *La gestion des milieux de haute valeur écologique : une diversification pour les exploitations agricoles.* Gembloux.
- CRA-W. (2015, septembre 7). *CRA-W.* Récupéré sur CRA-W: <http://www.cra.wallonie.be/fr/cra-w>
- CRA-W. (2016, avril 29). *Organigramme du CRA-W.* Récupéré sur CRA-W: <http://www.cra.wallonie.be/fr/son-organigramme>
- Crémer, S. (2012, février 22). *La conservation des stocks fourragers.* Récupéré sur Fourrages-Mieux: http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/Conservation_des_fourrages_Cremer_2012.pdf
- Crémer, S. (2013). *La gestion des prairies.* Fourrages-Mieux. Récupéré sur Fourrages-Mieux.
- Crémer, S., & Knoden, D. (2012). *Influence du stade de développement des plantes sur la qualité des fourrages récoltés.* Récupéré sur Fourrages Mieux asbl: http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/12_03_06_FT_Stade_de_fauche.pdf
- Dawirs, M. (2015). *Les aides aux agriculteurs.* Haute Ecole de la Province de Liège, 12, 14, 15.
- Decruyenaere, V., Agneessens, R., Toussaint, B., Anceau, C., Goffaux, M.-J., & Oger, R. (2011). *Qualité du fourrage en Région Wallonne.* Gembloux, Belgique: REQUASUD asbl. Récupéré sur Requasud: <http://www.requasud.be/img/page/publication/BrochurefourragesVF.pdf>
- Decruyenaere, V., Houba, Q., Stilmant, D., Philippe, A., & Bindelle, J. (2009). *Ingestibilité et valeur alimentaire des foins issus de prairies à haute valeur biologique.* Récupéré sur <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/95078/1/Decruyenaere%202009%20ingestibilite%20et%20valeur%20alimentaire%20foin%20haute%20valeur%20biologique.pdf>
- Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M.-M., Jussiau, R., Lisberney, M.-J., Mangeol, B., . . . Tarrit, A. (2004). *Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, Tome 1, 2ème édition.* Dijon, France: Educagri, 236.
- Dulphy, J.-P., & Faverdin, P. (1987, janvier 1). *L'ingestion alimentaire chez les ruminants : modalités et.* Récupéré sur archives ouvertes.fr: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00898577/document>

- Fédération Wallonie-Bruxelles. (s.d.). *Le réseau Natura2000*. Récupéré sur La biodiversité en Wallonie:<http://biodiversite.wallonie.be/fr/sites-infos-et-cartographie.html?IDC=834>
- Fourrages-Mieux asbl. (2016 a). *Document interne*.
- Fourrages-Mieux asbl. (2016 b). *Qu'est-ce que la prairie ?* Récupéré sur Fourrages-Mieux:
<http://www.fourragesmieux.be/prairie.html>
- Fourrages-Mieux asbl. (2016 c). *Qui sommes-nous?* Récupéré sur Fourrages Mieux:
<http://www.fourragesmieux.be/presentation.html>
- Hubert, F., & Pierre, P. (2003). *Guide pour un diagnostic prairial. Deux outils en un*. Chambre d'agriculture, agridea.
- Laboratoire de Biochimie du Bâtiment de Haute Belgique, CRA-W. (2016). Détermination de la digestibilité par voie enzymatique.
- Minet, O., Ferber, F., Jacob, L., Lecler, B., Agneessens, R., Cugnon, T., . . . Baeten, V. (2016). *La spectrométrie proche infrarouge. Une technologie rapide, précise et écologique pour déterminer la composition et la qualité des produits agricoles et alimentaires*. Gembloux, Belgique: ASBL Requasud.
- Natagriwal asbl . (s.d. b). *Conditionnalité et verdissement*. Récupéré sur Natagriwal:
<https://www.natagriwal.be/fr/conditionnalite-et-verdissement/en-quelques-mots>
- Natagriwal asbl . (s.d. c). *Cumuls avec les autres aides*. Récupéré sur Natagriwal:
<https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/cumuls-avec-les-autres-aides>
- Natagriwal asbl. (2014 a). *Avis d'expert pour la MAE "prairie de haute valeur biologique"*. Etalle.
- Natagriwal asbl. (2014 b, Novembre 18). *Guide de gestion Natura 2000. Les unités de gestion en zones agricoles et forestières*. Récupéré sur Natagriwal:
https://www.natagriwal.be/sites/default/files/kcfinder/files/Folder_brochure/Guide_UG_LR_web.pdf
- Natagriwal asbl. (2015). *Les méthodes agroenvironnementales et climatiques, prairie de haute valeur biologique*. Récupéré sur Natagriwal:
<https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/liste-des-mae/fiches/details/332>
- Natagriwal asbl. (2016 a). *Liste des MAEC*. Récupéré sur Natagriwal:
<https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/liste-des-mae/fiches>
- Natagriwal asbl. (2016 b). *Document interne, avis d'expert*.
- Natagriwal asbl. (2016 c). *En quelques mots*. Récupéré sur Natagriwal:
<https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/en-quelques-mots>
- Natagriwal asbl. (2016 d). *Historique*. Récupéré sur Natagriwal:
<https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/historique>

- Natagriwal asbl. (2016 e, Mars). *Les méthodes agroenvironnementales et climatiques du PwDR [2014 – 2020]*. Récupéré sur Natagriwal: https://www.natagriwal.be/sites/default/files/kcfinder/files/Autres_doc/Tableau-MAEC-2014-2020-FR-DEF.pdf
- Natagriwal asbl. (s.d. a). *Compensations (Natura2000)*. Récupéré sur Natagriwal: <https://www.natagriwal.be/fr/natura-2000/compensations>
- Natagriwal asbl. (s.d. d). *En quelques mots (Natura 2000)*. Récupéré sur Natagriwal: <https://www.natagriwal.be/fr/natura-2000/en-quelques-mots-1>
- Natagriwal asbl. (s.d. e). *Mesures de gestion*. Récupéré sur Natagriwal: <https://www.natagriwal.be/fr/natura-2000/mesures-de-gestion>
- Requasud asbl. (2013). *Base de données centralisée*. Récupéré sur Requasud.be: <http://www.requasud.be/fr/332/base-de-donnees>
- Rouxhet, S., Halford, M., Goret, T., Walot, T., Le Roi, A., Thirion, M., & Mulders, C. (2008). Vade-mecum relatif à l'avis technique dans le cadre du programme agro-environnemental, méthode 8 : prairie de haute valeur biologique. Région Wallonne, Belgique.
- Service public de Wallonie. (2015, septembre 28). *Portail de l'agriculture Wallonne*. Récupéré sur SPW: http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/pr_sentation_pwdr_2014-2020_28_sept_2015_v2_.pdf
- statbel. (2016). *Exploitations agricoles et horticoles*. Récupéré sur Economie statistics Belgium: <http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/chiffres/economie/agriculture/exploitations/#.WOeQudLyIM8>
- Van Gelderen, C., Turlot, A., Rondia, P., & Demeter, S. (2011). *Rencontres... au coeur des prairies de haute valeur biologique*. Récupéré sur AgriNature: <http://www.agrinature.be/pdf/rencontres.pdf>

Images :

- le 4ème singe. (2014, juillet 4). *Le Plantain*. Récupéré sur le 4ème singe: <http://4emesinge.com/le-plantain-cette-mauvaise-herbe-est-lune-des-plantes-medicinales-les-plus-utiles-de-la-planete>
- Martin-Faber, R. (2016, mai 15). *Crételle des prés*. Récupéré sur Phytotheque Herbarium: <https://phytotheque.wordpress.com/2016/05/15/cretelle-des-pres-cynosurus-cristatus-l/>
- Wikipédia. (2015, juillet 12). *Centauree jacée*. Récupéré sur Wikipédia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Centauree_jac%C3%A9e
- Wikipédia. (2016 a, octobre 25). *Agrostis commun*. Récupéré sur Wikipédia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Agrostis_commun

- Wikipédia. (2016 b, août 31). *festuca rubra*. Récupéré sur wikipedia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Festuca_rubra
- Wikipédia. (2016 c, août 19). *Filipendula ulmaria*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Filipendula_ulmaria
- Wikipédia. (2016 d, août 31). *Flouve odorante*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Flouve_odorante
- Wikipédia. (2016 e, octobre 25). *Houlque laineuse*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Houlque_laineuse
- Wikipédia. (2016 f, octobre 20). *Lotier corniculé*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Lotier_cornicul%C3%A9
- Wikipédia. (2016 g, octobre 28). *Marguerite commune*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Marguerite_commune
- Wikipédia. (2016 h, décembre 31). *Pimprenelle*. Récupéré sur Wikipédia:
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Pimprenelle>
- Wikipédia. (2016 i, octobre 13). *Renouée bistrote*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Renou%C3%A9e_bistrote
- Wikipédia. (2016 j, octobre 20). *Trèfle blanc*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%A8fle_blanc
- Wikipédia. (2016 k, septembre 24). *Trèfle des prés*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%A8fle_des_pr%C3%A9s
- Wikipédia. (2016 l, avril 13). *Trèfle douteux*. Récupéré sur Wikipédia:
https://fr.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%A8fle_douteux

Annexes

Annexe 1

Données pédologiques de la parcelle 1



Vue aérienne de la parcelle 1 avec représentation des données pédologiques de celle-ci. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes séries de sols de la parcelle 1 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Série	Occupation	Texture	Charge	Drainage
	%	Nature	%	Nature
<i>Elpy</i>	73,99	sols sur matériaux argileux légers	< 5%	sols fortement ou très fortement gleyifiés
<i>EDpy</i>	14,38	sols sur matériaux argileux légers	< 5%	sols faiblement ou modérément gleyifiés
<i>OT</i>	8,31	sols fortement remaniés		
<i>Ulp</i>	2,9	sols sur matériaux argileux lourds	< 5%	sols fortement ou très fortement gleyifiés



Vue aérienne de la parcelle 1 reprenant les différentes zones de prélèvements lors de l'analyse de sol. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes zones de prélèvements de la parcelle 1 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Zone	GeoID	Occupation %	Texture	Drainage
A (parcelle entière)	1164e36m85ff-A	100		
B	1164e36m85ff-B	73,99	Argile légère	Pauvre à très pauvre
C	164e36m85ff-C	14,38	Argile légère	Excessif à imparfait

Cahier des charges spécifique à la parcelle 1

Une fauche est possible à partir du 15 juillet en conservant au moins 10 % de la surface de la parcelle en zones refuges (non fauchées).

Les zones refuges ne resteront pas plus de 2 années consécutives à la même place, de manière à faucher toutes les parties de chaque parcelle au moins 3 fois sur les 5 années de l'engagement.

Il faut profiter des années assez sèches pour faucher les parties les plus humides. Aucune zone ne peut rester plus de 2 années consécutives sans être fauchée, y compris les zones à reine-des-prés, à orties et à laïches.

La zone refuge sera laissée de préférence dans la partie la plus maigre et la plus fleurie de la parcelle.

La fauche du regain est possible en septembre mais il faut conserver toute la zone refuge laissée lors de la première coupe.

(Natagriwal asbl, 2016 b)

Annexe 2

Données pédologiques de la parcelle 2



Vue aérienne de la parcelle 2 avec représentation des données pédologiques de celle-ci. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes séries de sols de la parcelle 2 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Série	Occupation %	Texture Nature	Charge %	Drainage Nature
<i>Ulp</i>	30,09	sols sur matériaux argileux lourds	< 5%	sols fortement ou très fortement gleyifiés
<i>Elpy</i>	20,86	sols sur matériaux argileux légers	< 5%	sols fortement ou très fortement gleyifiés
<i>UFp</i>	17,63	sols sur matériaux argileux lourds	< 5%	sols fortement ou très fortement gleyifiés à horizon réduit
<i>OT</i>	16,41	sols fortement remaniés		
<i>EDpy</i>	14,84	sols sur matériaux argileux légers	< 5%	sols faiblement ou modérément gleyifiés



Vue aérienne de la parcelle 2 reprenant les différentes zones de prélèvements lors de l'analyse de sol. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes zones de prélèvements de la parcelle 2 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Zone	GeoID	Occupation	Texture	Drainage
		%		
A (parcelle totale)	1164e36no5cd-A	100		
B	1164e36no5cd-B	47,72	Argile lourde	Pauvre à très pauvre
C	1164e36no5cd-C	20,86	Argile légère	Pauvre à très pauvre
D	1164e36no5cd-D	14,84	Argile légère	Excassif à imparfait

Cahier des charges spécifique à la parcelle 2

La fauche est autorisée à partir du 1^{er} juillet en conservant au minimum 10 % de la surface de la parcelle en zone refuge.

La zone refuge sera laissée sous forme d'une bande en bordure de la parcelle et ne sera pas laissée plus de 2 années consécutives à la même place.

L'exploitation du regain est possible par :

- la fauche en septembre, en conservant toute la zone refuge laissée lors de la première coupe ;
- le pâturage pendant 2 mois maximum entre le 1^{er} septembre et le 31 octobre avec une charge maximale de 0,25 UGB/ha/an soit, par exemple, 5 UGB pendant 1 mois.

Il faut profiter des années suffisamment sèches pour faucher le maximum dans la zone la plus humide, idéalement 1 ou 2 fois sur les 5 années de l'engagement.

(Natagriwal asbl, 2016 b)

Annexe 3

Données pédologiques de la parcelle 3



Vue aérienne de la parcelle 3 avec représentation des données pédologiques de celle-ci. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes séries de sols de la parcelle 3 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Série	Occupation %	Texture Nature	Charge %	Drainage Nature
A-Glp	71,95	complexe de sols limoneux et limono-caillouteux	15-50%	sols fortement ou très fortement gleyifiés
GDp	26,56	sols sur matériaux limono-caillouteux	15-50%	sols faiblement ou modérément gleyifiés
NC	1,34	sols fortement remaniés		



Vue aérienne de la parcelle 3 reprenant les différentes zones de prélèvements lors de l'analyse de sol. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes zones de prélèvements de la parcelle 3 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Zone	GeoID	Occupation	Drainage
		%	
A (parcelle entière)	1164e37o03k2-A	100	
B	1164e37o03k2-B	71,95	Pauvre à très pauvre
C	1164e37o03k2-C	26,56	Excessif à imparfait

Cahier des charges spécifique à la parcelle 3

La fauche est autorisée dès le 1 juillet avec le maintien de 10% minimum de zones non fauchées.

Entre le 15 août et le 31 octobre, le regain peut soit :

- être fauché en maintenant toujours 10 % non fauché (à un autre endroit éventuellement) ;
- être pâturé avec une charge de 7 UGB pendant 3 semaines maximum ou une charge équivalente (ex. : 14 UGB pendant 10 jours).

Annexe 4

Données pédologiques de la parcelle 4



Vue aérienne de la parcelle 4 avec représentation des données pédologiques de celle-ci. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes séries de sols de la parcelle 4 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Série	Occupation	Texture	Charge		Drainage
	%	Nature	Nature	%	Nature
Gdbf2	48,57	sols limono-caillouteux	schisteuse	15-50%	sols modérément gleyifiés
Gbbf4	39,14	sols limono-caillouteux	schisteuse	15-50%	sols non gleyifiés
F2_3Edxy	8,42	sols argileux légers		< 5%	sols modérément gleyifiés
Gbbf2	3,16	sols limono-caillouteux	schisteuse	15-50%	sols non gleyifiés



Vue aérienne de la parcelle 4 reprenant les différentes zones de prélèvements lors de l'analyse de sol. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes zones de prélèvements de la parcelle 4 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Zone	GeoID	Occu- pation	Texture	Drainage	Charge		Substrat	
		%			Nature	Abon- dance	Nature	Profon- deur
A (parcelle entière)	1164eb1pf21v-A	100				27,47%		
B	1164eb1pf21v-B	51,73		Excessif à imparfait	Schiste ou schisto- phyllade	15-50%		> 40 cm
C	1164eb1pf21v-C	39,85					< 40 cm	
D	1164eb1pf21v-D	8,42	Argile légère			< 5%	Schiste ou schisto- gréseux	> 40 cm

Cahier des charges spécifique à la parcelle 4

La fauche est autorisée après le 15 juillet en maintenant 10% de bandes refuges non fauchées.

La localisation des bandes refuges sera donnée chaque année par le conservateur de la réserve (Robert Vanhamme). Celles-ci doivent être respectées scrupuleusement.

Le pâturage n'est pas autorisé sur la parcelle car la parcelle est trop maigre.

Il faut remplir le carnet d'exploitation en notant la date de fauche annuelle. Celle-ci doit également être communiquée au conservateur de la réserve (Robert Vanhamme) avec le nombre exact de boules de foin.

Annexe 5

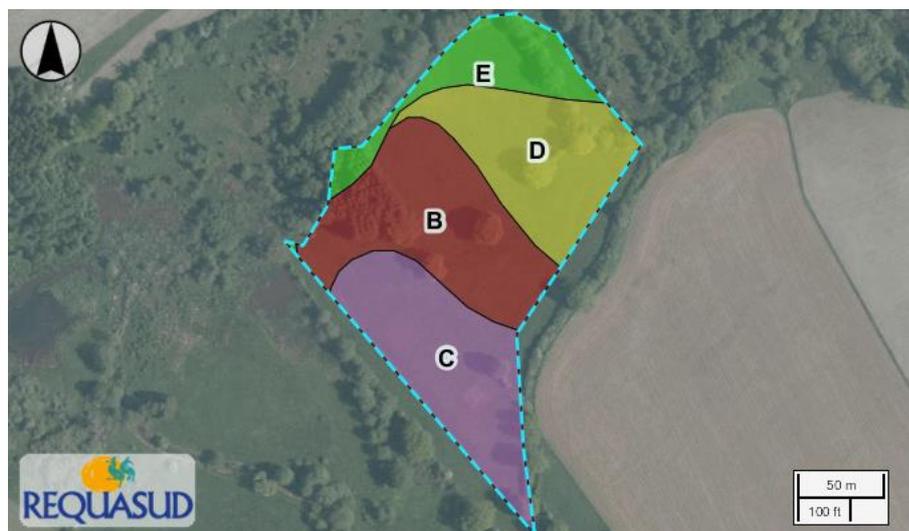
Données pédologiques de la parcelle 5



Vue aérienne de la parcelle 5 avec représentation des données pédologiques de celle-ci. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes séries de sols de la parcelle 5 et leurs caractéristiques. (Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Série	Occupation %	Texture Nature	Charge		Drainage Nature
			Nature	%	
fGDb2	31,85	sols limoneux peu caillouteux		5-15%	sols faiblement ou modérément gleyifiés
Gbbfi2	28,48	sols limono-caillouteux	schisto-phyladeuse	15-50%	sols non gleyifiés
GDb0_1	25,63	sols limoneux peu caillouteux		5-15%	sols faiblement ou modérément gleyifiés
S	14,04			< 5%	



Vue aérienne de la parcelle 5 reprenant les différentes zones de prélèvements lors de l'analyse de sol.
(Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Tableau reprenant les différentes zones de prélèvements de la parcelle 5 et leurs caractéristiques.
(Fourrages-Mieux asbl, 2016 a)

Zone	GeoID	Occupation	Drainage	Charge		Substrat	
				Nature	Abondance	Nature	Profondeur
A (parcelle entière)	1164fb2uc7q4 -A	100			14,29%		
B	1164fb2uc7q4 -B	31,85	Excessif à imparfait		5-15%	Schiste ou schisto-gréseux	> 40 cm
C	1164fb2uc7q4 -C	28,48	Excessif à imparfait	Schiste ou schisto - phyllade	15-50%		> 40 cm
D	1164fb2uc7q4 -D	25,63	Excessif à imparfait		5-15%		> 40 cm
E	1164fb2uc7q4 -E	14,04	Pauvre à très pauvre		< 5%		

Cahier des charges spécifique à la parcelle 5

La fauche est autorisée dès le 1er juillet avec maintien de 10% min de bande refuge.

Un pâturage de regain peut être effectué entre le 15 août et le 30 novembre avec une charge de 10 UGB pendant un mois ou une charge équivalente.

Annexe 6

Feuille de calcul des valeurs alimentaires.

1:DATE=92					
2:MSET=85					
3:MSR=DM*MSET/100					
4:MODcs=0.685*CASEDMORT*(100-CT)/10-7.40*CT+283					
5:IF (DATE>165) DATE=165					
6:IF (DATE<104.5) PBD=8.68 * MPT + 0.4 * CT - 40					
7:IF (DATE>104.5) PBD=8.68 * MPT + 0.4 * CT - 40 -0.1 * (DATE -105)					
8:Qcs=MODcs/PBD					
9:IF (Qcs < 7) EMcs = 3.4 * MODcs +1.4 * PBD					
10:IF (Qcs > 7) EMcs = 3.6 * MODcs					
11:ENA=100-MPT-CEL-CT-3.5					
12:EB=57.7*MPT+87.4*3.5+50*CEL+40.6*ENA					
13:VEMcs=EMcs*(0.2738 + 0.142 * EMcs/EB)					
14:VEVcs=EMcs*(.3358*(EMcs/EB)^2+.6508*EMcs/EB+.005)/(1.524*EMcs/EB+.467)					
15:BRE=50.3 - 1.10 * MPT + 0.131 * DATE					
16:RRE = 24.2 - 0.73 * MPT + 0.020 *DATE					
17:PDVBE=100*(BRE-RRE)/BRE					
18:DVBE=MPT*10*(1.11*BRE/100)*(PDVBE/100)					
19:FOS=MODcs-35-MPT*10*BRE/100					
20:DVME=FOS*0.150*0.75*0.85					
21:VRAS=5*CT					
22:IF (VRAS>60) VRAS=60					
23:ODS=10*(100-(MODcs/10)-(VRAS/10))					
24:DVMFE=0.075*ODS					
25:DVE=DVBE+DVME-DVMFE					
26:MREN=MPT*10*(1-1.11*(BRE/100))					
27:MREE=FOS*0.150					
28:OEB=MREN-MREE					