

Calculer la valeur alimentaire « en vert » des mélanges céréales - protéagineux récoltés immatures

A. Féraud¹, G. Maxin^{2,3}

1 : ARVALIS-Institut du végétal, Station expérimentale de La Jaillière, F-44370 La-Chapelle-Saint-Sauveur ;
a.ferard@arvalisinstitutduvegetal.fr

2 : INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

3 : Clermont Université, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand

Le calcul de la valeur alimentaire des mélanges céréales - protéagineux récoltés immatures (MCPI) nécessite de connaître la part de chacune des familles botaniques et de réaliser des analyses de composition chimique sur chacune d'elles, ce qui est très rarement disponible. A défaut, la valeur alimentaire des MCPI provenant des exploitations agricoles est calculée généralement en prenant les équations INRA de l'une ou l'autre des familles botaniques et appliquées aux données de composition chimique du mélange. En fonction de la méthodologie choisie par le laboratoire, il est donc possible d'obtenir des valeurs différentes pour un même mélange, rendant difficile l'interprétation des résultats d'analyses de MCPI dans la pratique.

A partir d'un travail analytique basé sur les valeurs alimentaires des *Tables INRA 2007* (BAUMONT *et al.*, 2007) pour les espèces de céréales et protéagineux, des équations génériques (GramiLeg) ont pu être ajustées pour permettre une estimation des valeurs alimentaires de MCPI à partir de la composition chimique sans nécessiter la détermination de la composition botanique.

1. Matériel et méthodes

Les valeurs de composition chimique en vert à différents stades de récolte « immatures » du blé, de l'avoine, du pois, de la vesce et de la féverole (INRA, 2007) ont été utilisées pour recalculer leurs valeurs nutritives en utilisant les équations disponibles dans les *Tables d'alimentation INRA 2007*, basées sur les critères de teneurs en matières minérales (MM), MAT, cellulose brute (CB) et matières sèches (MS). Les valeurs UF, UE et PDI ainsi obtenues sur les 16 aliments ont été utilisées pour constituer une base de données (BDD) de 1 375 MCPI « fictifs » à 2, 3 ou 4 espèces en réalisant des combinaisons (mélanges) comportant systématiquement au moins une espèce de graminée et de légumineuse. Les valeurs de composition chimique et de valeurs nutritives des mélanges obtenues ont été calculées à partir de la proportion de chacun des fourrages en pourcentage de la MS totale et de leurs valeurs intrinsèques en faisant l'hypothèse d'additivité de ces valeurs. Les MCPI créés ont une part de légumineuses de $56 \pm 19\%$, une teneur en MAT de $14,5 \pm 2,1\%$ et de CB de $27,7 \pm 2,6\%$.

L'analyse statistique ANOVA, conduite pour expliquer les valeurs UF, UE et PDI de ces 1 375 mélanges à partir de leurs teneurs en MM, CB et MAT, a permis d'obtenir des équations de prédiction GramiLeg qui ne dépendent plus de la part de graminées et légumineuses. Pour valider l'approche analytique, les équations INRA 2007 Graminées, INRA 2007 Légumineuses et GramiLeg ont été appliquées sur les valeurs de composition chimique de 47 MCPI provenant d'essais en station expérimentales et dont la proportion de légumineuses est connue (13 % MAT en moyenne). Sur cette BDD, les valeurs UF, UE et PDI obtenues par les 3 jeux d'équations (Graminées, Légumineuses et GramiLeg) ont ensuite été comparées.

2. Résultats

Les équations GramiLeg de prédiction de valeur alimentaire des MCPI sont reportées dans le Tableau 1. A partir de la BDD des 47 MCPI réels, les valeurs alimentaires obtenues par les équations INRA 2007 pour graminées et légumineuses et les équations GramiLeg sont indiquées dans le Tableau 2 et la Figure 1.

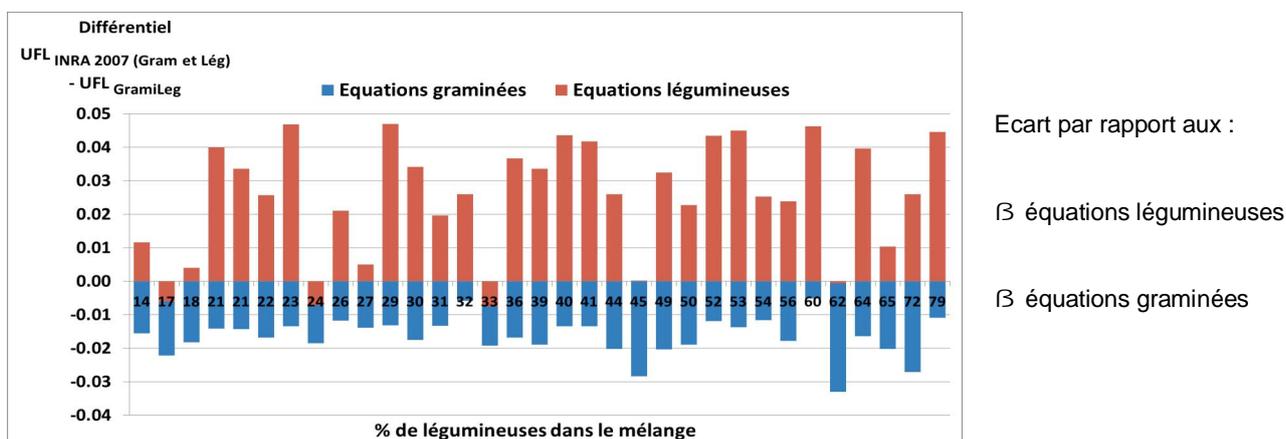
TABLEAU 1 – Equations de prédiction GramiLeg de la valeur énergétique (UF), azotée (PDI) et encombrement (UE) « en vert » des MCPI en fonction de leur composition chimique.

	Coefficient équation				Qualité prédiction		
	origine	CBo (/kg MO)	MATo (/kg MO)	MS (%)	R ²	RMSE	Moyenne
UFL (/kg MS)	1,233	-0,0014	-0,0001		98,0%	0,01	0,81
UFV (/kg MS)	1,233	-0,0016	-0,0001		97,4%	0,01	0,74
UEL (/kg MS)	1,133	0,0004	-0,0008	-0,0048	97,8%	0,00	1,01
UEB (/kg MS)	1,218	0,0007	-0,0015	-0,0080	96,4%	0,01	1,03
PDIN (g/kg MS)	5,931	-0,0088	0,5578		99,8%	0,7	93
PDIE (g/kg MS)	87,478	-0,0740	0,1133		98,8%	0,4	83

TABEAU 2 – Valeur alimentaire des MCPI de la BDD de validation en fonction des équations de calculs utilisées et de la part de légumineuses dans le mélange. N_[0;30] = 17 ; N_[30;60] = 23 ; N_[60;100] = 7.

	UFL/kgMS			UEL/kgMS			PDIN (g/kgMS)			PDIE (g/kgMS)		
	[0;30]	[30;60]	[60;100]	[0;30]	[30;60]	[60;100]	[0;30]	[30;60]	[60;100]	[0;30]	[30;60]	[60;100]
Equations graminées	0,76	0,72	0,75	1,02	1,02	0,99	74	86	96	76	77	81
Equations légumineuses	0,79	0,77	0,80	1,00	1,01	0,97	73	87	95	78	79	83
Equations « GramiLeg »	0,78	0,74	0,77	1,01	1,02	0,98	75	87	96	78	78	82

FIGURE 1 – Ecart d’UFL des MCPI de la BDD de validation calculés avec les équations INRA 2007 (Graminées et légumineuses) par rapport aux équations GramiLeg (= base 0).



Discussion, conclusion

Les équations GramiLeg proposées permettent d'utiliser les recommandations INRA 2007 tout en s'affranchissant de la pondération graminées / légumineuses qui rend cette méthodologie peu applicable dans la pratique pour le cas des mélanges d'espèces. L'application des équations GramiLeg permet d'obtenir des valeurs logiquement comprises entre celles qui auraient été obtenues avec les équations des graminées ou légumineuses. Sur un même mélange, la prédiction de la valeur énergétique peut ainsi différer de près de 0,06 UFL suite à l'utilisation des équations INRA 2007 pour graminées ou légumineuses. L'élaboration d'un référentiel exhaustif construit à partir d'essais en stations expérimentales (COUTARD et FORTIN, 2014) est difficile du fait de la grande diversité des espèces, stades de récolte et itinéraires culturaux des MCPI. Appliquée sur la BDD de 47 MCPI de cette étude, l'équation de prédiction directe de la valeur énergétique d'un MCPI proposé par CABON et GARREAU (2007) ($UFL = 1,212 - 0,0178 \text{ CB } \% + 0,0056 \text{ MAT } \%$) à partir d'essais *in sacco* indique une valeur de 0,74 UFL/kg MS soit 0,02 UFL/kgMS de moins qu'avec l'équation GramiLeg.

Par construction, les équations GramiLeg prédisent la valeur alimentaire du fourrage vert à la récolte en faisant l'hypothèse d'additivité des valeurs alimentaires des espèces constituant le mélange. L'acquisition de nouvelles références sur la valeur des MCPI ensilés est donc nécessaire pour prendre en compte les effets de la conservation et des synergies potentielles entre les espèces fourragères sur la digestibilité des MCPI. Des résultats *in vivo* de digestibilité sur 7 MCPI ont révélé une valeur UFL moyenne de 0,75 UFL/kgMS (Maxin, communication personnelle) et de 0,77 UFL/kgMS avec la prédiction GramiLeg avec cependant une très faible capacité de prédiction ($R^2 < 10\%$).

Les équations GramiLeg permettent d'obtenir des valeurs très proches des référentiels INRA actuels et présentent l'avantage d'être applicables directement sur des mélanges d'espèces de graminées et protéagineux récoltés immatures. Dans l'attente de mesures de digestibilité *in vivo* de MCPI, l'utilisation des équations GramiLeg permet de simplifier et d'harmoniser les pratiques de calcul de valeur UF, UE et PDI des MCPI récoltés dans les exploitations agricoles.

Références bibliographiques

- BAUMONT R., DULPHY J.P., SAUVANT D., MESCHY F., AUFRERE J., PEYRAUD J.L., (2007). Chapitre 8. Valeur nutritive des fourrages et des matières premières : tables et prévision. In Alimentation des bovins, ovins et caprins, Tables INRA 2007, Editions Quae, pp. 149-179.
- CABON. G., GARREAU R., 2007. Mélange de céréales et de légumineuses au stade immature : relation entre la composition chimique et la dégradation dans le rumen en 48 heures. Application à la prédiction de la valeur énergétique. *Renc. Rech. Ruminants* 14, p.257.
- COUTARD J.P., FORTIN J., 2014. Les associations céréales protéagineux récoltées immatures : assemblages, valeurs nutritives et valorisation par les vaches allaitantes. *Renc. Rech. Ruminants* 21, p. 93-96.