

Facteurs de variation de la valeur alimentaire

des foins de demi-montagne : analyse des données de digestibilité

et d'ingestibilité mesurées pendant 32 années à l'INRA de Marcenat

B. Deroche^{1,2}, P. Pradel³, R. Baumont¹

1 : Université Clermont Auvergne, INRA, Vetagro Sup, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France ; bertrand.deroche@inra.fr

2 : IDENA, F-44880 Sautron, France

3 : INRA, UE 1414 Herbipôle, F-63122, Saint-Genès-Champanelle, France

Introduction

En zone de montagne, le foin est le principal mode de conservation de l'herbe (DEVUN et LEGARTO, 2011). La qualité (valeur alimentaire) de ces foins, principalement récoltés sur des prairies permanentes, détermine donc largement les performances hivernales des animaux (BAUMONT *et al.*, 2012). En pratique, la prévision de la digestibilité et de l'ingestibilité repose sur la détermination de la composition chimique du foin mesurée au laboratoire. Les équations de prévision actuellement disponibles présentent des erreurs de prévision de l'ordre de $\pm 5\%$ pour la digestibilité et de $\pm 10\%$ pour l'ingestibilité (BAUMONT *et al.*, 2018), qui se répercutent sur le rationnement des animaux. L'objectif de ce travail était de quantifier les principaux facteurs de variation de la **digestibilité (dMO)** et de l'**ingestibilité (MSVI)** mesurées à l'INRA de Marcenat pendant 32 ans et de tester la possibilité d'établir de nouvelles équations de prévision.

Matériels et méthodes

Entre 1979 et 2010, les foins récoltés sur 48 parcelles situées entre 900 et 1 200 m d'altitude et distantes de 0 à 10 km du site expérimental de Marcenat (Massif central, France : 45° 18' 17.63"N ; 2° 50' 16.074"E) ont fait l'objet de mesure de dMO et de MSVI sur ovins selon le protocole défini par DEMARQUILLY *et al.* (1995). Au total, nous avons exploité les résultats obtenus pour 354 foins récoltés au 1^{er} cycle de végétation. La composition chimique (MAT, CB, MM), la somme des températures (ST) entre 0 et 18°C depuis le 1^{er} février jusqu'au jour de fauche (en °C), le temps de séchage (TS) au sol (en nombre de jours), le type de prairie (prairie permanente / prairie temporaire), le mode de séchage (au sol / en grange après un séchage partiel au sol), la pluie sur le fourrage (présence / absence) ont également été enregistrés. Les données ont été analysées par **Analyse en Composantes Principales (ACP)** (Xlstat 2018) avec la dMO, la MSVI, les MAT, la CB, les MM, la ST et le TS en variables actives et le type de prairie, le mode de séchage et la pluie sur le fourrage en variables illustratives. Pour établir les équations de prévision, des **régressions linéaires de type Stepwise** ont été réalisées (SAS 5.1) sur 70 % des 354 données (calibration), puis validées sur les 30 % restant. Seules les variables avec une p-value inférieure à 0,05 ont été conservées.

Résultats - discussion

Le 1^{er} axe de l'ACP est défini par la dMO, la MSVI et les teneurs en MAT et MM qui sont très proches et opposées à la CB et à la somme des températures, alors que l'axe 2 est principalement défini par le temps de séchage (Figure 1). L'analyse des variables illustratives (Figure 2) montre que le séchage en grange est associé à des foins avec une dMO et une MSVI élevées. La présence de pluie sur le fourrage est liée aux fortes valeurs de temps de séchage et correspond globalement à des faibles valeurs alimentaires et un fort taux de CB.

Les critères chimiques qui entrent significativement dans les équations de prévision sont la CB et la MAT pour la prévision de la dMO, comme dans BAUMONT *et al.* (2018), mais seulement la CB pour la prévision de la MSVI (Tableau 1). La somme des températures et le temps de séchage entrent également significativement dans les modèles de prévision et permettent d'améliorer le R² et ainsi la part de variabilité expliquée de 15 points pour la dMO et de 4,4 points pour la MSVI. Ces variables expliquent donc une part de variabilité que les composantes chimiques n'expliquent pas, en cohérence avec leur plus forte représentation sur l'axe 2 de l'ACP.

Sur le jeu de données de validation (n = 101), l'écart type résiduel (ETR) des prévisions est augmenté pour la dMO (de 2,83 à 3,49 %) et ne varie presque pas pour la MSVI (de 6,46 à 6,33 g/kg PV^{0,75}). Sur ces mêmes

données, l'utilisation des équations actuellement proposées par BAUMONT *et al.* (2018) conduit à un ETR élevé pour la dMO (4,02 %), mais plus faible pour la MSVI (5,22 g/kg PV^{0,75}) que ceux obtenus avec les équations du Tableau 1. Notons que les données de MSVI n'ont pas pu être corrigées des variations de la capacité d'ingestion des animaux (HASSOUN *et al.*, 2018), ni de l'effet de la photopériode (DULPHY *et al.*, 1999), ce qui devrait permettre d'améliorer la qualité de sa prévision.

FIGURE 1 : Cercle des corrélations des variables quantitatives.

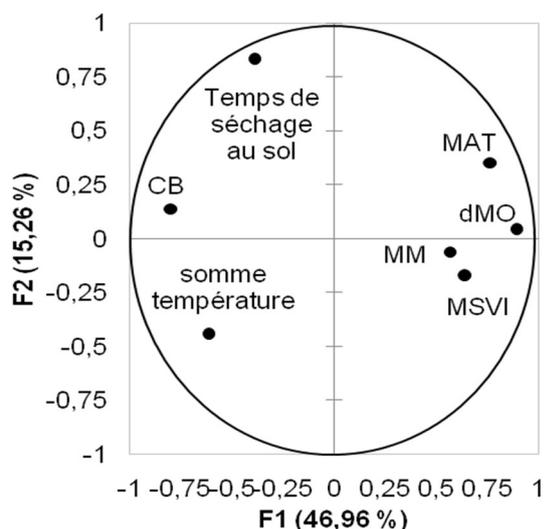


FIGURE 2 : Projection des variables qualitatives dans l'ACP.

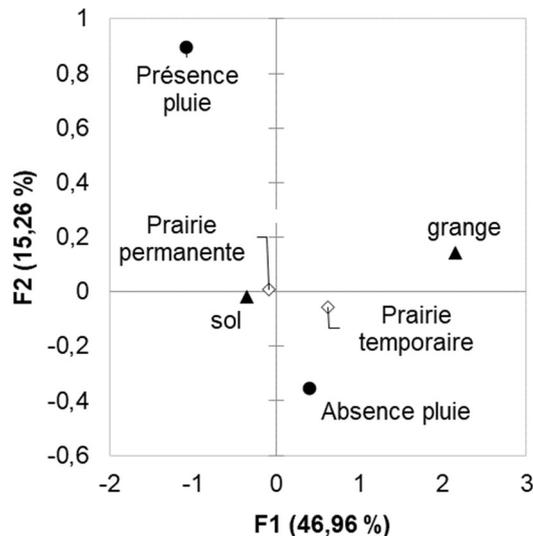


TABLEAU 1 : Equations de prévision de la dMO (%) et de la MSVI (g/kg PV^{0,75}).

	Equation	N calibration	R ² ajusté	ETR	N validation	ETR
dMO (%)	79,7 + 0,062 x MAT _o - 0,049 x CB _o - 0,0082 x ST - 0,435 x TS	240	0,705	2,83	101	3,49
MSVI (g/kg PV ^{0,75})	91,1 - 0,101 x CB _s - 0,0071 x ST - 0,526 x TS	240	0,323	6,46	101	6,33

MAT_o et CB_o : exprimés en g/kg MO ; CB_s : exprimé en g/kg MS

Conclusion

Ces premiers résultats montrent l'intérêt d'incorporer des variables traduisant les conditions agro-climatiques (somme de températures et temps de séchage au sol) en plus des composantes chimiques pour prévoir la valeur alimentaire des foin. Il serait également intéressant de pouvoir tester d'autres composantes chimiques (digestibilité à la pepsine cellulase, glucides solubles ...) et variables quantitatives (fertilisation N, P et K totaux, rendement par hectare ...), mais ces données n'étaient pas disponibles sur ce jeu de données.

Références bibliographiques

- BAUMONT R., PICARD F., DELMAS B., VIOLLEAU S., ZAPATA J., CHABALIER C., TORRENT A., PIQUET M., LOUAULT F., ANDUEZA D., FARRUGGIA A., (2012) : "Production et valeur nutritive des prairies permanentes en zone de fromages AOP du Massif central". *Fourrages*, 209, 23-32.
- BAUMONT R., SAUVANT D., MAXIN G., CHAPOUTOT P., TRAN G., BOUDON A., LEMOSQUET S., NOZIERE P. (2018) : "Calcul de la valeur alimentaire des aliments pour les ruminants : tables et équations de prévision". In : *INRA, 2018. Alimentation des ruminants*, Editions QUAE, Versailles, France, pp. 487-520.
- DEMARQUILLY C., CHENOST M., GIGER S., (1995) : "Pertes fécales et digestibilité des aliments des rations". In : *Nutrition des ruminants domestiques, ingestion et digestion*. Editions INRA, Paris, France, pp. 601-647.
- DEVUN J., LEGARTO J. (2011) : "Fourrages conservés et modes de récolte : la situation selon les systèmes d'élevage en France". *Fourrages*, 206, 91-105.
- DULPHY J.P., BAUMONT R., L'HOTELIER L., DEMARQUILLY C., JAILLER M., JAMOT J., DETOUR A., (1999) : "Amélioration de la mesure et de la prévision de l'ingestibilité des fourrages chez le mouton par la prise en compte des variations de la capacité d'ingestion à l'aide d'un fourrage témoin". *Annales de Zootechnie*, 48, 469-476.
- HASSOUN P., BERTHELOT V., BOCQUIER F. (2018) : "Ovins en lactation, en croissance et à l'engrais". In : *INRA, 2018. Alimentation des ruminants*, Editions QUAE, Versailles, France, pp. 378-398.