

Evaluation par NIRS de la valeur nutritive des variétés de trèfle violet pour l'inscription au catalogue

C. Barotin¹, D. Leclercq², P. Barre¹, F. Descamps², L. Akele²

1 : INRAE, UR3F, 86600 Lusignan, France, charlene.barotin@inrae.fr

2 : GEVES, 86600 Lusignan, France, denis.leclercq@geves.fr

La boîte à outils du CTPS s'enrichit pour évaluer la valeur alimentaire des variétés de trèfle violet

Introduction

Afin d'accroître l'offre de protéines et la durabilité des agrosystèmes français, le projet CasDAR NuTrifolium (2019-2022) s'est donné pour mission d'étendre aux variétés de trèfle violet candidates à l'inscription au catalogue français, la connaissance des critères nutritifs nécessaires à établir l'équilibre énergie/protéines de la ration des ruminants, particulièrement utile dans le cas des prairies multi-espèces, et d'en améliorer la valeur alimentaire dans le cadre de programmes de sélection (Doré et Varoquaux, 2006, Leclercq et al., 2013).

Trois objectifs opérationnels ont été fixés, (i) développer une équation de prédiction par spectrophotométrie en proche infra-rouge (NIRS) de la teneur en protéines, en lignocellulose et en matières minérales en enrichissant l'équation développée pour la luzerne, ou en construisant une équation spécifique au trèfle violet (Guines et al., 2002), (ii) vérifier la pertinence du réseau d'essais de Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale du CTPS en précisant le protocole d'échantillonnage pour les lieux de collecte, le nombre de cycles d'étude et de coupes, la ploïdie des variétés, et (iii) définir les conditions d'intégration des teneurs en critères nutritifs pondérées par le rendement des coupes correspondantes, pour la description et l'inscription des variétés.

1. Matériel et méthodes

Un ensemble de 1455 échantillons provenant du réseau national d'essais CTPS coordonné par le GEVES a été obtenu en récoltant des parcelles de variétés de trèfle violet diploïdes et tétraploïdes fauchées 2 ou 3 fois par an entre les stades de bourgeonnement et début de floraison pendant trois ans. Les parcelles ont été semées en 2016 (60 échantillons récoltés en 2018), en 2018 (810 échantillons en 2019 et 2020) et en 2020 (585 échantillons en 2021). Les échantillons séchés sur site en étuve ventilée à 60°C pendant 48 heures minimum, ont été broyés à l'INRAE de Lusignan sur grille de 1 mm avant analyse spectrophotométrique sur MPA Brucker®. Un sous-ensemble d'environ 300 échantillons a également été analysé avec les méthodes de référence : méthode Dumas pour la teneur en matière azotée totale (MAT), technique de Van Soest et Wine (1967) pour la lignocellulose (Acid Detergent Fiber ou ADF), colorimétrie pour les sucres totaux (SST) et combustion pour les cendres brutes (CDR). La méthode de régression partielle des moindres carrés (PLS) a été utilisée pour développer des équations de calibration « luzerne + trèfle violet » et « trèfle violet spécifique » dont la qualité prédictive a été évaluée par validation externe.

La pertinence du réseau d'essais et des conditions d'échantillonnage mis en œuvre avec deux séries variétales différentes dans six et cinq lieux en 2019 et 2020 (semis 2018) et en 2021 (semis 2020) a reposé sur l'analyse de la variance avec R des données prédites (MAT, ADF, cendres, sucres totaux). Le modèle intègre les facteurs variété (v), lieu (l) et ordre de coupe (cp) auxquels s'ajoute le facteur année de récolte (a) en 2019/2020, et a permis d'analyser leur contribution directe et leurs interactions rapportées à l'erreur résiduelle totale. Une analyse graphique des moyennes variétales en MAT et ADF pondérées par le rendement des coupes a complété ce travail.

2. Résultats

Une équation NIRS pour prédire les teneurs en protéines, ADF et cendres a été développée spécifiquement pour le trèfle violet. En effet, cette équation est apparue non biaisée et plus précise que celle utilisée pour la luzerne. En outre, les teneurs en sucre total ont également été prédites (Tableau 1).

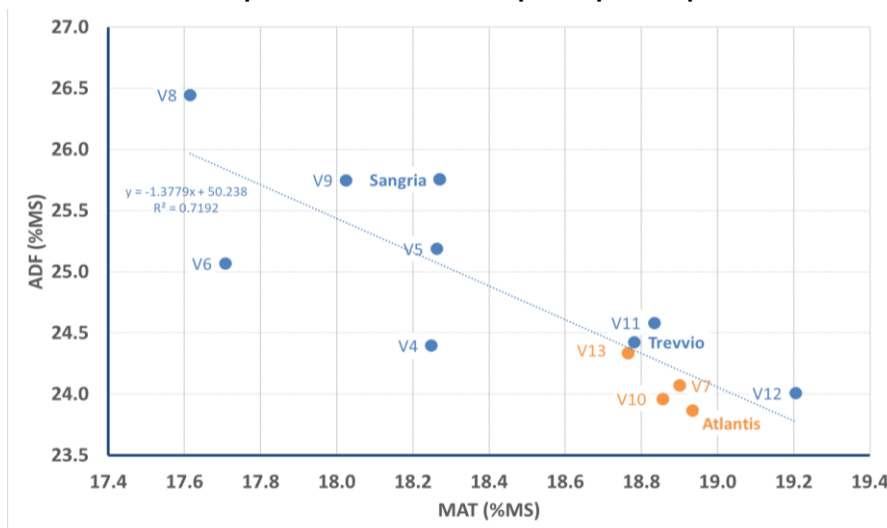
Tableau 1 : **Caractéristiques de l'équation Trèfle Violet 2021, obtenue à partir des spectres recueillis de 2018 à 2020 dans six lieux CTPS et les mesures de référence sur 253 échantillons.**

Composante	R ²	SECV	RPD	Min-Max	Gamme spectrale (cm ⁻¹)	Traitement
MAT	95,8	0,463	4,87	12-26	9404-6094 5454-4243	Dérivée première et normalisation vectorielle
ADF	94,4	0,954	4,22	12-36	7505-6094 4605-4243	Dérivée première et normalisation vectorielle
CDR	94,9	0,264	4,40	6,5-13	9404-4598	Dérivée première et normalisation vectorielle
SST	90,5	0,599	3,24	2-12	9404-6094 5454-4243	Normalisation vectorielle

Concernant le dispositif expérimental, les effets de la variété, du lieu, de la coupe et de leurs interactions sont apparus très significatifs, montrant la pertinence des mesures de valeur alimentaire réalisées dans un réseau d'échantillonnage multi local et multi coupe. *A contrario*, l'absence d'effet significatif de l'année de récolte testé en 2019 et 2020 dans la série variétale 2018, et de la ploïdie des variétés testées en 2018 dans la série 2016, permettrait de limiter l'échantillonnage à la 2^{ème} année d'essai avec une liste variétale unique.

Lorsque le rendement a été pris en compte pour corriger les teneurs en protéines brutes et en ADF, ces deux caractères pondérés sont apparus négativement corrélés (R² = 0,72) (Figure 2). Cette relation est intéressante pour la sélection de variétés à haute teneur en protéines et à faible teneur en ADF. Ceci est particulièrement pertinent pour les variétés diploïdes qui témoignent d'une certaine variabilité intraspécifique.

FIGURE 2 : **Teneurs en protéines et en ADF pondérées par le rendement des coupes, collectées en 2^{ème} année (2021) dans cinq lieux CTPS et trois coupes de printemps-été.**



Conclusion

La mise en place de règles d'inclusion de critères nutritionnels dans l'évaluation des variétés de trèfle violet pour l'inscription au catalogue français n'est pas encore finalisée. Il faudra tester de l'effet d'une pondération différente pour les critères nutritionnels inclus dans l'indice utilisé pour évaluer la VATE à l'inscription. Un compromis entre rendement et qualité du fourrage doit être recherché. L'étude de la relation entre rendement et teneur en protéines intégrant la notion d'efficacité d'utilisation de l'azote peut permettre d'optimiser ces règles.

Ce projet a été soutenu financièrement par le Ministère en charge de l'agriculture (CasDAR C2018-09,2019-2022). Les auteurs remercient chaleureusement les autres partenaires et membres du comité de pilotage, Marie-Christine Gras (RAGT), Julie Gombert (GEVES), Stéphane Charrier et Bernard Tharel (Barenbrug), Christophe Galbrun (DLF Seeds), Vincent Gensollen (CTPS), Frédéric Imbert et Jean-Baptiste Martinien (Dijon Céréales), Yannick Quitté (DSV France) et l'ensemble des équipes de recherche et d'expérimentation de Dijon Céréales à Aiserey (21), de la RAGT à Druelle (48), et d'INRAE au Rheu (35), Lusignan (86), Ploudaniel (29) et Theix (63) pour leur contribution à sa mise en oeuvre.

Références Bibliographiques

- Doré, C. et Varoquaux, F. 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editeur INRA collection Savoir Faire 840 p.
- Guines, F., Julier, B., Ecalle, C. and Huyghe, C. 2002. Genetic control of quality traits of lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 53(4) 401 – 407.
- Leclercq, D., Barre, P., Chataigner, F., Gensollen, V., Huyghe, C., Julier, B. et Lévêque, C. 2013. Evaluation de la valeur d'utilisation des variétés de graminées fourragères candidates à l'inscription au Catalogue officiel français. Poster. Séminaire CTPS mars 2013, Paris, France.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H.. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents, *J. of the A.O.A.C.*, vol. 50, 51-55.