

ESTIMATION DE LA VALEUR NUTRITIVE DE FOURRAGE DE LUZERNE ET DE GRAMINÉES AVANT LA RÉCOLTE EN UTILISANT DES MESURES AU CHAMP

Philippe Seguin, Shane Wood, Gaëtan F. Tremblay, Gilles Bélanger,
Julie Lajeunesse, Huguette Martel, Robert Berthiaume et Annie Claessens

Projet : IA113110

Durée : 04/2014 – 03/2017

FAITS SAILLANTS

L'objectif principal du projet était de déterminer si les équations de prédiction PEAQ (« Predictive Equations of Alfalfa Quality ») développées aux États-Unis peuvent être utilisées pour prédire au champ la valeur nutritive de mélanges luzerne-graminées au Québec. Ces équations utilisent des mesures simples qui peuvent être rapidement déterminées en champ par un producteur agricole ou un conseiller/agronome pour prédire des variables importantes telle la concentration en fibres insolubles au détergent neutre (NDF) et ainsi permettre la récolte des fourrages à un stade optimal. Dans un premier temps, nous cherchions à déterminer si des équations développées dans l'état de New York pour la première coupe pouvaient être utilisées au Québec et, dans un deuxième temps, nous cherchions à développer des équations spécifiques pour le Québec afin de déterminer la valeur nutritive des fourrages pour les deux premières coupes et pour un nombre plus élevé de variables de valeur nutritive. Nos résultats démontrent que les équations développées pour la première coupe dans l'état de New York ont le potentiel d'être utilisées au Québec pour prédire certaines variables incluant les concentrations en NDF et en fibres insolubles au détergent acide (ADF). Les équations développées au Québec permettent de prédire la valeur nutritive pour la première coupe, mais aussi pour la deuxième. Si les résultats sont excellents pour certaines variables comme les concentrations en NDF et ADF, ceci n'est pas le cas pour d'autres incluant la concentration en protéines brutes (PB). Nos équations ont finalement été validées en utilisant des échantillons prélevés sur des fermes commerciales dans 12 régions du Québec. Cette validation a démontré que les équations que nous avons développées peuvent être utilisées à travers la province de Québec pour prédire la concentration en NDF et la « Relative feed value » (RFV) si la proportion de luzerne ou de graminées est déterminée avec précision.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Les objectifs du projet sont de : 1) déterminer si des équations de prédiction développées dans l'état de New York peuvent être utilisées pour prédire au champ la valeur nutritive de mélanges luzerne-graminées au Québec, 2) développer des équations spécifiques pour le Québec pour déterminer la valeur nutritive pour les deux premières coupes, et 3) confirmer si les équations développées peuvent être utilisées avec des échantillons et des données prélevés sur des fermes commerciales par un grand nombre d'utilisateurs. Afin d'accomplir nos objectifs, des parcelles avec différentes proportions de luzerne-graminées ont été établies en 2014 à trois sites expérimentaux (Sainte-Anne-de-Bellevue, Lévis, et Normandin) et furent échantillonnées en 2015 et 2016. Des échantillons et données furent aussi récoltés sur des fermes commerciales dans 12 régions administratives du Québec. La valeur nutritive de tous les échantillons fut déterminée en laboratoire et des régressions furent utilisées pour déterminer le potentiel des équations développées dans l'état de

New York ainsi que pour développer de nouvelles équations de prédictions utilisant de 2 à 4 mesures prises au champ, incluant par exemple la hauteur de la tige de luzerne la plus mature (AMAXHT), la hauteur de la tige de graminée la plus mature (GMAXHT), la proportion de graminées (GFRAC), la proportion de luzerne (AFRAC), et l'accumulation de degrés jours (GDD0 et GDD5). Finalement, des régressions ont aussi été utilisées pour valider le potentiel d'utilisation des équations développées sur des fermes commerciales à travers la province de Québec.

RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

Objectif 1 : Les résultats obtenus confirment le potentiel des équations de prédiction développées dans l'état de New York pour certains attributs de valeur nutritive de mélanges luzerne-graminées avant la première récolte en utilisant des mesures faites au champ. Des équations existantes développées pour prédire les valeurs aNDFom (fibres insolubles au détergent neutre après ajout d'amylase et dont le résidu de fibres est corrigé pour sa teneur en cendres), ADFom (fibres insolubles au détergent acide et dont le résidu de fibres est corrigé pour sa teneur en cendres), la RFV, et la Relative Feed Quality (RFQ) de mélanges luzerne-graminées à la première coupe démontrent un certain potentiel. Cependant, les équations existantes ne peuvent pas être utilisées pour prédire les valeurs de digestibilité *in vitro* du NDF (NDFd). Les différentes équations considérant 2 à 4 mesures faites au champ varient en termes de précision, biais et corrélation avec les valeurs déterminées en laboratoire. Par exemple, l'équation présentée dans la figure 1 prédit avec précision une large gamme de valeurs de aNDFom, mais son R^2 est plus faible (0,75) que celui de l'équation présentée dans la figure 2 qui a un R^2 de 0,81, mais qui a un biais pour des valeurs élevées d'aNDFom. La différence entre les 2 équations consiste principalement à inclure le nombre de degrés-jours accumulés en date de l'observation alors que les deux équations requièrent la mesure de la hauteur maximale de la plus haute tige de luzerne et la proportion de graminées. Donc, si la deuxième équation donne de meilleures prédictions, la première est plus simple à utiliser et à un biais plus faible. Pour certains attributs, toutes les équations ont certaines limitations malgré un $R^2 > 0,75$, ayant par exemple un biais pour des valeurs élevées, c'est en particulier le cas pour les équations pour la RFV et la RFQ. Certaines des équations de prédiction les plus prometteuses incluent par exemple :

aNDFom = $87,1 + (3,2 \times \text{AMAXHT}) + (313 \times \text{GFRAC})$ ($R^2 = 0,75$); **ADFom** = $5,30 + (8,66 \times \text{GFRAC}) + (0,0161 \times \text{GDD0}) + (0,176 \times \text{AMAXHT})$ ($R^2 = 0,81$); **RFV** = $354 - (110 \times \text{GFRAC}) - (0,133 \times \text{GDD0}) - (1,09 \times \text{AMAXHT})$ ($R^2 = 0,78$); et **RFQ** = $420 - (91,8 \times \text{GFRAC}) - (0,209 \times \text{GDD0}) - (1,19 \times \text{AMAXHT})$ ($R^2 = 0,80$).

Figure 1. aNDFom prédit en utilisant une équation développée dans l'état de NY ($\text{aNDFom} = 87,1 + (3,2 \times \text{AMAXHT}) + (313 \times \text{GFRAC})$) pour la coupe 1 comparé aux valeurs aNDFom déterminées en laboratoire

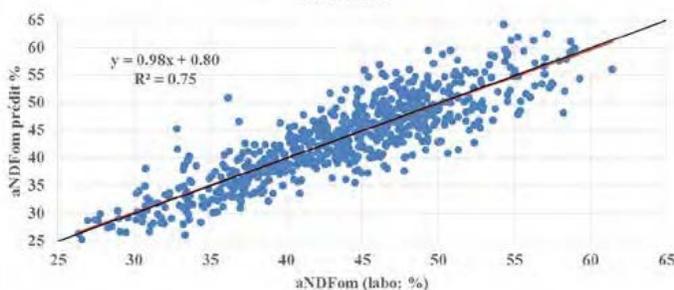


Figure 2. aNDFom prédit en utilisant une équation développée dans l'état de NY ($\text{NDFom} = 91,2 + (2,1 \times \text{AMAXHT}) + (290 \times \text{GFRAC}) + (0,28 \times \text{GDD5})$) pour la coupe 1 comparé aux valeurs aNDFom déterminées en laboratoire

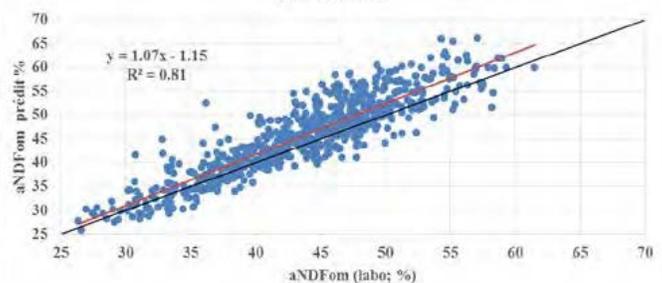


Figure 3. aNDFom prédit en utilisant une équation développée au Québec ($aNDFom = 356,3 + (1,79 \times AMAXHT) + (0,93 \times GMAXHT) - (202,78 \times AFRAC)$) pour les coupes 1 et 2 comparé aux valeurs aNDFom déterminés en laboratoire

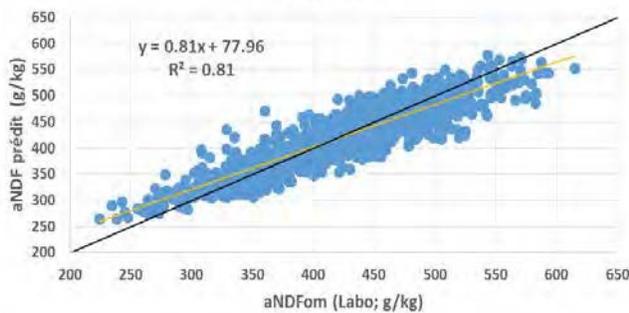
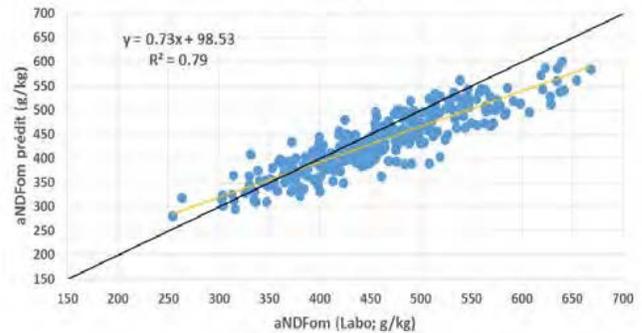


Figure 4. aNDFom prédit en utilisant une équation développée au Québec ($aNDFom = 356,3 + (1,79 \times AMAXHT) + (0,93 \times GMAXHT) - (202,78 \times AFRAC)$) avec des échantillons prélevés sur des fermes commerciales comparé aux valeurs déterminés en laboratoire



Objectif 2 : Les équations développées dans l'état de New York l'ont été pour prédire la valeur nutritive de la première coupe. Nous avons développé avec succès des équations qui permettent de prédire plusieurs variables caractérisant la valeur nutritive de mélanges luzerne-graminées pour les deux premières coupes. Par exemple, nous avons développé des équations pour prédire avec un bon degré de précision les valeurs de aNDFom (Figure 3), ADFom, IVTD, NDFd, RFV et RFQ. Cependant, les résultats ont été moins concluants pour d'autres attributs, incluant la teneur en PB et le rendement fourrager. Les équations que nous avons développées considèrent 2 à 4 variables mesurées au champ et elles varient en termes de précision, biais et corrélation avec les valeurs déterminées en laboratoire. Les équations de prédiction les plus prometteuses incluent :

aNDFom = $356,3 + (1,79 \times AMAXHT) + (0,93 \times GMAXHT) - (202,78 \times AFRAC)$ ($R^2 = 0,81$);
ADFom = $159,2 + (1,29 \times AMAXHT) + (0,83 \times GMAXHT)$ ($R^2 = 0,77$); **IVTD** = $1\ 018 - (7,15 \times AMAXSTG) - (1,96 \times AMAXHT)$ ($R^2 = 0,77$); **NDFdom** = $1\ 069 - (0,37 \times GDD0) - (276,05 \times AFRAC)$ ($R^2 = 0,80$); **RFV** = $164,50 - (1,17 \times AMAXHT) + (89,87 \times AFRAC)$ ($R^2 = 0,76$); et **RFQ** = $280,18 - (1,00 \times GMAXHT) - (0,17 \times GDD5)$ ($R^2 = 0,77$).

Objectif 3 : Les équations précédentes développées au Québec ont été validées en utilisant des échantillons prélevés sur des fermes commerciales dans 12 régions de la province de Québec. Les résultats des régressions démontrent que les équations développées ont un R^2 entre 0,51 et 0,66 lorsqu'utilisées sur des fermes commerciales avec de nombreux utilisateurs ayant des expériences variées pour relever les données requises. Cependant, les résultats sont nettement meilleurs lorsqu'une variable, la proportion de luzerne ou de graminées, est déterminée avec exactitude au lieu d'être estimée visuellement. Dans ce cas, le R^2 pour les régressions entre les valeurs prédites et les valeurs mesurées atteint jusqu'à 0,79 pour l'aNDFom et la RFV; un biais existe cependant, surtout pour des valeurs plus élevées (Figure 4).

Conclusion : Les équations développées dans l'état de New York pourraient être utilisées au Québec pour prédire les teneurs en aNDFom et ADFom en première coupe. Nous avons par contre développé des équations de prédiction des teneurs en aNDFom et ADFom en première et deuxième coupe qui ont de très bonnes statistiques de prédiction (R^2 jusqu'à 0,83 et 0,80, respectivement). Le choix des équations à utiliser dépend de l'emphase mise sur la facilité d'utilisation (peu de variables, faciles à déterminer en champ) ou la précision des prédictions (plus de variables à déterminer en champs). La principale limitation de notre approche et des équations évaluées ou développées réside dans le fait que la qualité des résultats prédits dépend de la qualité des mesures faites au champ par les utilisateurs. La

plupart des équations donnant les meilleures prédictions requièrent une détermination de la proportion de graminées ou de luzerne dans le mélange fourrager. Il est cependant parfois difficile de déterminer visuellement avec précision cette variable pour certains utilisateurs ayant peu d'expérience. Il serait donc souhaitable d'effectuer une séparation à la main des échantillons afin de déterminer cette variable essentielle avec plus de précision.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

Notre projet a développé et identifié des équations qui permettent de prédire la valeur nutritive de mélanges de luzerne-graminées en utilisant des mesures simples effectuées en champs. Les équations développées permettront aux utilisateurs de prédire rapidement la valeur nutritive des fourrages et ainsi déterminer le meilleur moment de récolte. Un fourrage récolté au moment idéal permet d'augmenter les performances (ex. production de lait, gain moyen quotidien, reproduction) et de diminuer la dépendance envers les concentrés. Dans le cas de la production laitière, les calculs effectués par les experts de Valacta ont permis de démontrer que le coût des concentrés par hectolitre de lait produit passe de 12,51 \$/hL à 9,81 \$/hL lorsque la teneur en NDF des fourrages passe de 53 %, le niveau moyen des fourrages récoltés au Québec en 2012, à 48 %. A l'échelle de la ferme moyenne au Québec, ceci représente une différence de plus de 16 000 \$ par an dans les dépenses liées à l'alimentation. Cette diminution de la dépendance des producteurs envers les concentrés, dont les prix sont déterminés à la bourse de Chicago, permettrait une plus grande compétitivité des entreprises agricoles québécoises. Afin que les producteurs québécois puissent profiter des équations développées, il est essentiel de continuer à vulgariser et familiariser les conseillers agricoles et agronomes avec le potentiel de notre approche, mais aussi ses limitations.

POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Philippe Seguin, Ph. D.

Téléphone : 514 398-7855

Télécopieur : 514 398-7897

Courriel : philippe.seguin@mcgill.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.