

Fourrages d'urgence : Revue des options pour répondre à un problème d'approvisionnement

Philippe Seguin, Ph.D.

Département de Sciences Végétales, Campus Macdonald, Université McGill, 21111 Chemin Lakeshore, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC H9X3V9.

Courriel : philippe.seguin@mcgill.ca

Introduction

Les plantes fourragères pérennes sont à la base de l'alimentation des ruminants, cependant certaines conditions environnementales et/ou des problèmes de gestion peuvent occasionner des situations imprévues où une source de fourrages est requise de façon urgente pour l'année en cours. Ces situations d'urgence peuvent être occasionnées principalement par une mauvaise survie à l'hiver de prairies, mais aussi à cause du mauvais établissement d'un nouveau semis. Dans ces cas, dépendamment du moment et de l'ampleur du problème, le/la producteur(trice) pourrait potentiellement faire face à un déficit de fourrages pour son troupeau. Dans ce cas il/elle pourrait avoir besoin de recourir à une ou des sources de fourrages d'urgence. Dans une première étape un recensement de la survie des prairies et luzernières doit être effectué au printemps (Péloquin, 2005). Il est généralement établi que, pour une luzernière ou une prairie à base de luzerne, une densité de moins de 30 à 160 plants par m² ou 400-500 tiges par m² dépendamment de l'âge de la prairie et de la proportion de luzerne pourrait produire des rendements fourragers insuffisants (Undersander et coll., 1998; Péloquin, 2005).

Dans le cas où un problème d'approvisionnement en fourrage se présente, de multiples possibilités et espèces sont disponibles, toutes présentant des avantages et désavantages. Outre les options telles la rénovation de la prairie ou luzernière affectée par semis-direct ou vasage, ou le maintien d'une prairie avec une bonne densité de graminées qui serait fertilisée avec de l'azote, l'utilisation d'une source de fourrages d'urgence est souvent préférable, en particulier dans les situations où les populations de plantes sont très faibles. Dans ces cas les options en terme de fourrages d'urgence peuvent être regroupées en 4 grands groupes : i) le ressemis de plantes fourragères (ex., luzerne, trèfle rouge, raygrass), ii) le semis de céréales (ex., avoine, orge), iii) le semis de légumineuses à grains et oléagineuses (ex., soya, pois) et iv) le semis de graminées annuelles de saison chaude (ex., millet perlé, sorgho, herbe du Soudan, maïs). L'option à privilégier doit prendre en compte les besoins en fourrage, la date de semis, l'entreposage disponible, les plans à long terme, ainsi que le potentiel de rendements, la qualité, et le coût des cultures d'urgence disponibles.

Ressemis de plantes fourragères

Bien que cette option ne soit pas normalement considérée comme étant une source de fourrages d'urgence, un semis de plantes fourragères sans plante-abri peut permettre de récolter une à trois coupes lors de l'année d'implantation. Il est cependant essentiel de bien contrôler les mauvaises herbes et de ne pas ressemer de la luzerne dans un champ qui avait une forte proportion de luzerne, dû à la possibilité d'affecter négativement les rendements à long terme à cause du phénomène d'autotoxicité de la luzerne (Seguin, 2003). Cette option est aussi seulement envisageable si le semis est fait tôt en saison. Des essais réalisés dans différentes régions au Québec ont démontré que parmi les espèces traditionnelles de légumineuses pérennes, seuls la luzerne et le trèfle rouge vont produire suffisamment lors de

l'année d'implantation; les rendements demeurant faibles, étant de 3 t MS par hectare lorsque 2 coupes sont prélevées (août et octobre) (Drapeau et Seguin, 2009; Graphe 1). Certaines espèces annuelles de légumineuses peuvent aussi être considérées, le trèfle d'Alexandrie ayant démontré un certain potentiel au Québec. Cette espèce a une croissance rapide et peut produire de 3.5 à 5 t MS par hectare avec 2 ou 3 coupes. Elle peut aussi être utilisée comme plante-abri pour l'établissement de trèfle ou de luzerne, mais peu de données sont disponibles sur les rendements que cette option produit ou sur son impact sur l'établissement des espèces pérennes associées.

Parmi les graminées, seuls le dactyle et le raygrass annuel produisent suffisamment; le festulolium pourrait aussi avoir un certain potentiel cependant il y a peu de données sur son potentiel de rendement l'année du semis. Lorsque comparé à 7 autres espèces (alpiste roseau, brome des prés, brome inerme, fétuque élevée, fléole des prés, pâturin des prés, et vulpin des prés), le dactyle est l'espèce qui a le plus grand potentiel de rendement produisant en moyenne 5 t MS par hectare avec 2 coupes et une fertilisation azotée de 25 kg N par hectare au semis suivi de 50 kg N par hectare suite à la première coupe (Drapeau et Seguin, 2009; Graphe 2). Le raygrass annuel utilisé seul ou comme plante-abri avec des espèces pérennes peut aussi produire des rendements intéressants. Les rendements de raygrass en semis pur dans les essais du réseau d'essais de plantes fourragères du Québec ont produit de 3 à 6.5 t MS par hectare (2 à 4 coupes) dépendant du site, avec une fertilisation azotée de 25 kg N par hectare au semis suivi de 45 kg N par hectare suite à chaque coupe subséquente (CRAAQ, 2012; Données non-publiées). Il existe 2 types de raygrass, l'Italien et le Westerwolds, le type Italien produisant généralement de meilleurs rendements et un fourrage de meilleure qualité (Kunelius, 1991). Le type Italien peut aussi être utilisé comme plante-abri mais le type Westerwolds qui est un type plus érigé pourrait être moins compétitif (Schneider et Undersander, 2008). De façon générale, les rendements produits par les espèces de ce groupe (légumineuses et graminées) sont souvent inférieur au potentiel de rendement de d'autres options.

Semis de céréales

Le semis de céréales telles l'avoine et l'orge, avec ou sans pois, est une option souvent considérée lorsque le semis s'effectue tôt au printemps et lorsque le besoin de fourrage est urgent, en particulier dans les régions périphériques. Une récolte pourrait être possible 6 à 8 semaines après le semis. L'avoine et l'orge peuvent être semés à un taux de 75 à 110 kg par hectare et produire des rendements de 3.5 à 8.5 t MS par hectare, dépendamment du stade de récolte et des espèces utilisées (Johnston et coll., 1998). L'ajout de pois à un taux de semis de 50 kg par hectare ou plus, a souvent peu d'impact sur les rendements (Graphe 3), mais a un impact sur la qualité du fourrage récolté (Graphe 4). L'ajout de pois augmente cependant les coûts puisque leur semence est généralement plus dispendieuse que celle des céréales. Le taux de semis des pois peut devoir varier puisque la grosseur des grains peut être très variable, une population de 40 plants par m² peut être ciblée (Undersander, 2010; données non-publiées).

Le stade de maturité auquel les céréales ou les mélanges céréales-pois sont récoltés a un effet très important sur les rendements et la qualité du fourrage (Johnston et coll., 1998). Les rendements peuvent être 2 fois plus importants lorsque que la récolte s'effectue au stade montaison comparé à une récolte au stade pâteux-mou (Johnston et coll., 1998; Mustafa et Seguin, 2004; Graphe 3). Si la récolte s'effectue à un stade précoce une deuxième coupe est possible, cependant les deux coupes ne produiront pas nécessairement des rendements totaux plus élevés. Une récolte plus hâtive produit cependant un fourrage de meilleure qualité. L'ajout

de pois peut augmenter la concentration en protéine brute du fourrage de 2-3% et réduire celle en fibre NDF de 3-5% (Johnston et coll., 1998; Graphe 4).

Semis de légumineuses à grains et oléagineuses

La principale espèce dans ce groupe est le soya. Des cultivars conventionnels de type grain peuvent être utilisés mais l'utilisation de cultivars fourrager peut parfois produire des rendements supérieurs (Sheaffer et coll., 2001). Si des cultivars de type grain sont utilisés il faut choisir des cultivars plus tardifs qu'utilisé habituellement dans la région concernée afin de maximiser la croissance et ainsi les rendements (Beaulieu et coll., 2014). En effet les rendements et la qualité vont être optimisés lorsque les plants sont récoltés au stade R6-7, c'est-à-dire quand les feuilles du bas commencent à jaunir. Une récolte à un stade plus tardif peut mener à des pertes de rendements et aussi à la présence de niveaux de gras trop élevés (>4%) ce qui pourrait affecter négativement le métabolisme et la santé des ruminants. Le semis s'effectue à un taux de 80 à 100 kg par hectare avec des rangs espacés de 18 cm. Des études réalisées dans différentes régions du Québec ont démontré : que des rendements de 5.5 t MS par hectare peuvent être obtenus lorsque récolté au stade R6-7, que le fourrage obtenu est de très bonne qualité, et qu'il s'ensile bien (Mustafa et coll. 2007; Beaulieu et coll., 2014). La qualité de l'ensilage obtenu est comparable à celle d'un ensilage typique de luzerne, cependant il contient une plus forte portion de protéine dégradable et d'azote non-protéique, ce qui pourrait résulter en une sous-utilisation et une perte de l'azote contenu dans l'ensilage.

Bien que l'utilisation des pois se fasse surtout en mélange avec des céréales, il est aussi possible de les utiliser en semis pur (semis à un taux de 100 à 120 kg/ha). Des études réalisées en Montérégie ont rapporté des rendements en fourrages de pois de 4.5 t MS par hectare (Mustafa et Seguin, 2004). Le fourrage produit est de haute qualité avec un potentiel de produire 1350 kg de lait par tonne de fourrage. Cependant l'ensilage de pois contient une proportion de protéine dégradable et d'azote non-protéique encore plus élevées que celles du soya (Mustafa et Seguin 2003). D'autres espèces dans cette catégorie, telle la fèverole, ont aussi été évalué mais leur potentiel de rendement est inférieur et leur semence peut-être difficile à obtenir (Mustafa et Seguin, 2003 : Données non-publiées).

Semis de graminées annuelles de saison chaude

Souvent l'utilisation de fourrages d'urgence implique que le semis de ces cultures doit être fait tard au printemps souvent en juin et même peut-être au début juillet si une coupe de la luzernière ou prairie à être détruite a été récolté avant sa destruction. Dans ces cas il est possible que le semis de cultures d'urgence s'effectue à un moment où des déficits hydriques soit présents. Les graminées annuelles de saison chaude sont alors une option intéressante car elles sont souvent plus tolérantes à la sécheresse que les autres options présentées précédemment. De plus la plupart de ces espèces requièrent une température du sol supérieure à 12 °C lors du semis pour assurer une bonne émergence.

Les principales espèces dans ce groupe sont le millet perlé, le millet japonais, le sorgho, l'herbe du Soudan, les hybrides sorgho-Soudan. Ces espèces ont été l'objet de plusieurs recherches au Québec au cours des 5 dernières années. Dans le cas du millet et du sorgho différents types sont disponibles incluant des variétés BMR à plus haute digestibilité, des types fourrager, ainsi que des types sucrés ayant une très haute teneur en sucres. Ces espèces ont l'avantage de produire des rendements souvent supérieurs aux autres alternatives, de plus leur fourrage peut être, dans certains cas, de grande qualité (Peterson et coll., 2004a). Plusieurs de ces espèces

et types offrent une flexibilité en terme d'utilisation maintenant une bonne qualité lorsque récoltées à divers stade de croissance (ex. Seguin, 2014; Données non-publiées; Graphe 5). Il est aussi possible de les utiliser en semis pur mais également comme plante-abri pour le rétablissement de luzerne. L'herbe du Soudan, le millet, et les hybrides sorgho-Soudan de type fourrager sont souvent soumis à une régie à 2 coupes, ce qui a l'avantage de fournir du fourrage plus tôt dans la saison. Il est aussi possible de régir certains types avec une seule coupe, en particulier les types sucrés puisque les teneurs en sucres sont maximisées à un stade de développement plus tardif (Leblanc et coll., 2012). Ces espèces peuvent produire des rendements de 5 à 13 t MS par hectare, mais des rendements encore plus élevés ont été observé dans le cadre de projets de recherche (Bouchard et coll., 2011; Leblanc et coll., 2012; Seguin, 2014, Données non-publiées; Seguin et Baurhoo, 2015, Données non-publiées; RPBQ, 2015, Données non-publiées; Graphes 6 et 7). Il est important de noter que le sorgho, l'herbe de Soudan, et les hybrides sorgho-Soudan contiennent de l'acide prussique dont les teneurs augmentent lorsque les plants sont exposés au gel. Habituellement l'acide prussique est dégradé durant le processus d'ensilage; il recommandé d'attendre 3 semaines avant de nourrir des plants ensilés qui ont été exposé à un gel avant leur récolte (Rhykerd et Johnson, 2007). De plus il y peu d'herbicides présentement homologués pour utilisation avec les plupart de ces espèces, le contrôle des mauvaises peut donc être difficile et affecter les rendements.

Le maïs est aussi une espèce appartenant à ce groupe qui, dans certains cas, pourrait être une option à considérer. En effet dépendamment de la région et de la date de semis, le maïs ensilage demeure souvent l'espèce avec le plus grand potentiel de rendement (Peterson et coll., 2004a et 2004b). Il peut être nécessaire de prendre un hybride avec une maturité plus faible pour une région donnée si le semis est tardif. Cependant si la date de semis est vraiment tardive il est possible que les plants n'atteignent pas le stade optimal de récolte et que celle-ci ne puisse se faire que suite à un gel pour pouvoir atteindre un taux d'humidité de 65%. Dans ces cas la qualité pourrait également être déficiente tout dépendant du stade de développement à la récolte (Darby et Lauer, 2002).

Comparaison des différentes options

Très peu d'études jusqu'à présent ont comparé directement entre elles les différentes options ici-présentées, et aucune ne semble avoir été réalisée au Québec. Une étude réalisée dans le Midwest Américain, comparant la plupart des options pouvant être considérée comme source d'urgence de fourrage, a démontré que le maïs offre le meilleur potentiel de rendement (Peterson et coll., 2004a et 2004b; Graphe 8). Le maïs, dépendamment du stade auquel il est récolté, et malgré une qualité souvent inférieure à d'autres options, peut souvent maximiser les rendements potentiel de lait par tonne et par hectare tel que défini par un modèle (Milk2000) qui tient en compte les rendements et la qualité fourragère (Peterson et coll., 2004a). Selon cette même étude, dans les cas où l'utilisation du maïs est impossible (ex. régions périphériques ou semis trop tardif), d'autres espèces de graminées tropicales annuelles, telles le sorgho représentent de bonnes options. Finalement, le soya, malgré des rendements inférieurs, produit de bons résultats en termes de rendements potentiels de lait par tonne et par hectare, cependant tel que mentionné précédemment, la présence de gras dans les grains pourrait affecter négativement la santé des ruminants. Il est essentiel de réaliser une étude similaire sous les conditions québécoises afin d'identifier les meilleures options pour les producteurs locaux.

Au point de vue des coûts des différentes options, encore peu d'études ont comparé toutes les options disponibles. Une analyse réalisée en Ontario suggère que l'herbe du Soudan est l'option qui offre le meilleur coût par tonne de fourrage produite (S. Banks, cité par Martel, 2013). Une analyse sommaire des coûts de semences et de fertilisants azotés en relation avec

les rendements potentiels des principales options ici présentées suggère que les graminées annuelles de saison chaude (ex. l'herbe du Soudan et le millet perlé sucré), l'avoine fourragère et les pois sont les plus économiques (Graphe 9).

Conclusions

L'option préférable parmi toutes celles disponibles dépend d'un très grand nombre de facteurs et pas une seule solution ne conviendra à tous. Cependant lorsqu'une situation d'urgence se présente il semble que les graminées annuelles de saison chaude peuvent être une option intéressante dû à leur capacité à être semées tard au printemps et à produire des rendements potentiellement élevés d'un fourrage de bonne qualité, et ce à un coût compétitif. Cependant, il semble essentiel d'évaluer à court terme les principales options disponibles dans les différentes régions du Québec afin de limiter le questionnement sur les options à privilégier. En particulier il est essentiel d'évaluer le potentiel des différentes options pour les situations où le semis doit être effectué tardivement. En effet, la majorité des études évaluant les différentes options effectuent leurs semis au début du mois de mai, ce qui ne représente pas nécessairement la réalité de la plupart des situations d'urgence, de plus un semis plus tardif peut grandement affecter le potentiel de plusieurs options.

Remerciements

Je tiens à remercier Shyam Baurhoo, Ph.D. (Bélisle Solution Nutrition), Arif Mustafa , Ph.D. (Département de Sciences Animales, Université McGill), Julie Lajeunesse, M.Sc. (AAC), et Brigitte Lapierre, agr. (COOP Fédérée) pour leur collaboration et commentaires au sujet du présent document.

Références

Beaulieu CC, Roy C, Ross S. 2014. Expérimentation de la production de soya fourrager en zone agricole nordique (1800 à 2200 UTM). Journée d'information Scientifique Grandes Cultures 2014.

http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/Cote_Roy_resume_PPT.pdf

Bouchard A, Vanasse A, Seguin P, Bélanger G. 2011. Yield and composition of sweet pearl millet as affected by row spacing and seeding rate. Agronomy Journal. 103:995-1001. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/103/4/995?search-result=1>

Darby HM, Lauer JG. 2002. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality and preservation. Agronomy Journal. 94:559-566.

<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/94/3/559?search-result=1>

Johnston J, Wheeler B, McKinlay J. 1998. Production de fourrage à partir de céréales de printemps et de mélanges céréales-pois. Agdex 120.

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/98-042.htm>

Kunelius T. 1991. Annual ryegrasses in Atlantic Canada. Agriculture Canada Publication 1859/E. http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/agr/A53-1859-1991-eng.pdf

Leblanc V, Vanasse A, Seguin P, Bélanger G. 2012. Sweet pearl millet yields and nutritive value as influenced by fertilization and harvest dates. *Agronomy Journal*. 104:542-549. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/104/2/542?search-result=1>

Martel H. 2013. Survie des prairies à l'hiver.

http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Estrié/J_info_documents/Surviedesprairieslhiver.pdf

Mustafa AF, García JCF, Seguin P, Marois-Mainguy O. 2007. Chemical composition, ensiling characteristics and ruminal degradability of forage soybean cultivars. *Canadian Journal of Animal Science*. 87:623–629. <http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/CJAS06030>

Mustafa AF, Seguin P. 2003. Characteristics and in situ degradability of whole crop faba bean, pea, and soybean silages. *Canadian Journal of Animal Science*. 83:793-799. <http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/A03-065>

Mustafa AF, Seguin P. 2004. Chemical composition and in vitro digestibility of whole-crop pea and pea-cereal mixture silages grown in south-western Quebec. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 190:416-421.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-037X.2004.00123.x/abstract>

Peloquin JF. 2005. Guide pratique de gestion des prairies: Survivre à l'hiver. ISBN 2-9805356-1-3

Peterson P, Undersander D, Bertram M, Holman P, Holen D, Crary V, Endres M, Sheaffer C. 2004a. Emergency forage options for July planting.

<http://www.extension.umn.edu/agriculture/forages/establishment/prevented-plant-cover-crop-and-forage-options/docs/2004-emergency-forage-options-for-july.pdf>

Peterson P, Undersander D, Endres M, Holen D, Silveira K, Bertram M, Holman P, Swanson D, Halgerson J, Larson J, Crary V, Sheaffer C. 2004b. How emergency forage crops grew in 2003. <http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/EmergencyForages/2003EmergencyForageCrops.pdf>

Rhykerd C.L., Johnson K.D. 2007. Minimizing the prussic acid poisoning hazard in forages. AY-196. Purdue University Cooperative Extension Service.

<https://www.agry.purdue.edu/ext/forages/publications/ay196.htm>

Schneider N, Undersander D. 2008. Italian ryegrass as a companion for alfalfa seeding. University of Wisconsin Extension Service.

http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/Italian_Ryegrass_with_Alfalfa.pdf

Seguin P. 2003. L'autotoxicité de la luzerne: Un facteur à considérer. *Info-Fourrage*. (1):4-5. <http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/documents/2003-no1.pdf>

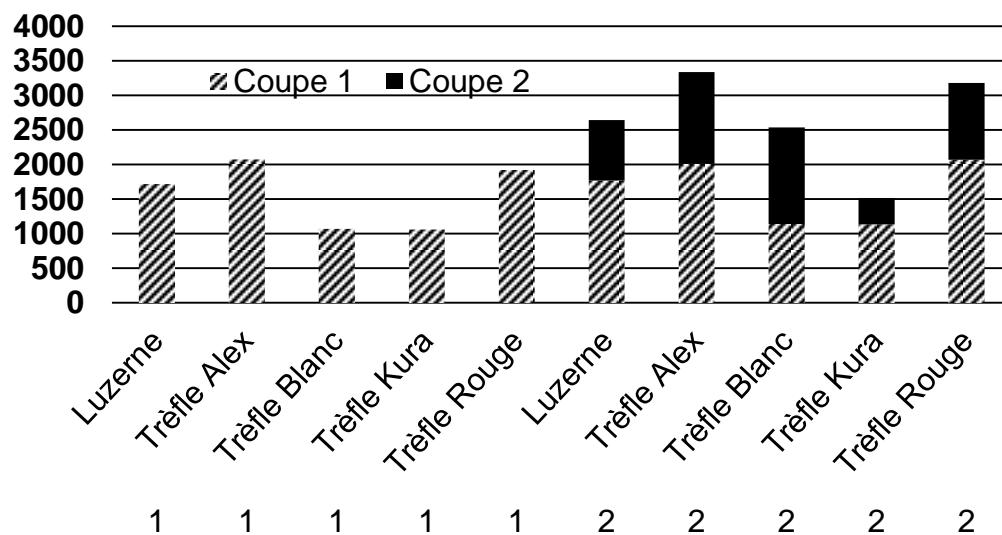
Sheaffer CC, Orf JH, Devine TE, Jewett JG. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agronomy Journal*. 93:99-106.

<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/93/1/99?search-result=1>

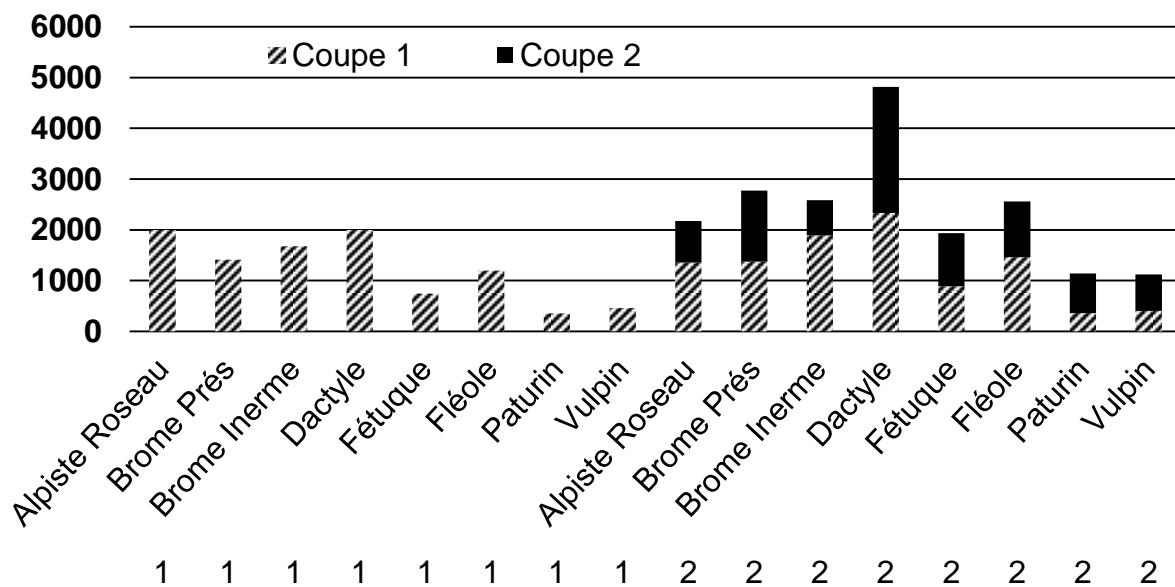
Undersander D, Grau C, Cosgrove D, Doll J, Martin N. 1998. Alfalfa stand assessment: Is this stand good enough to keep?. A3620. University of Wisconsin Extension Service. <http://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A3620.pdf>

Mise en garde

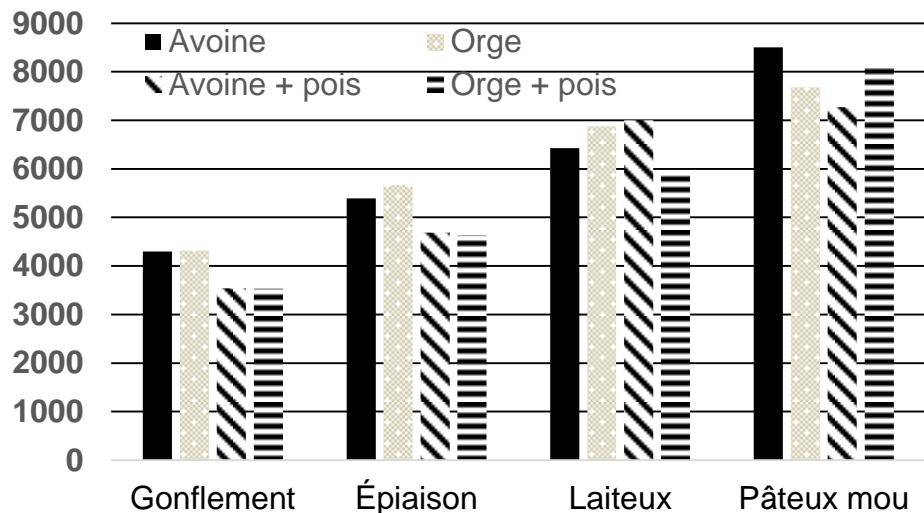
Ce document ne formule en aucun cas des recommandations et vise plutôt à présenter certaines options disponibles à partir d'une revue de littérature sur le sujet traité.



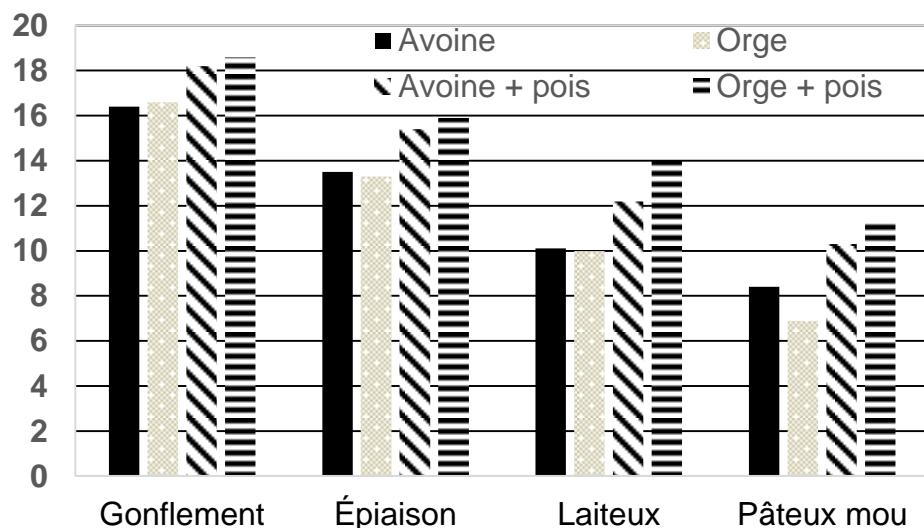
Graphe 1. Rendements (kg MS/ha) de différentes espèces de légumineuses fourragères lors de l'année de semis, avec une régie à 1 ou 2 coupes. Moyenne des résultats d'une expérience réalisée à 5 années/sites au Québec (Normandin et Sainte-Anne-de-Bellevue) (Adapté à partir de : Drapeau et Seguin, 2009).



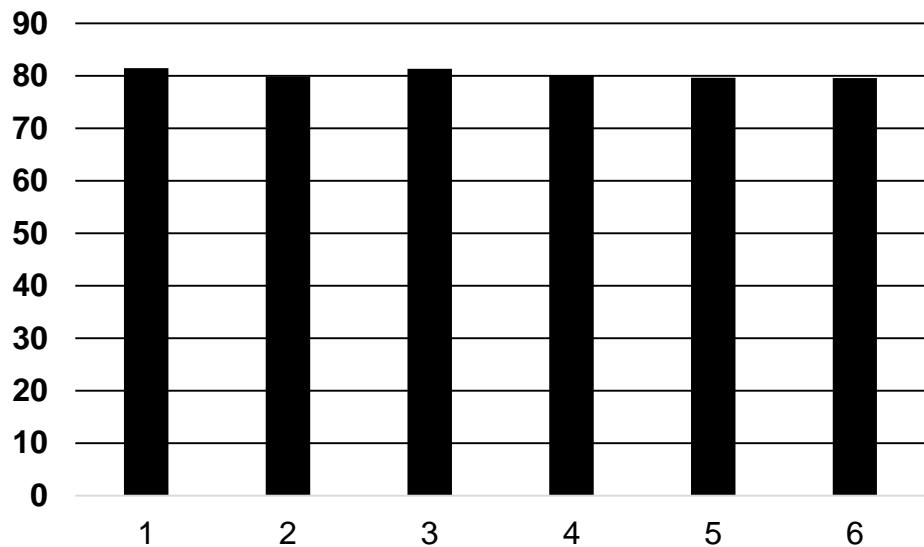
Graphe 2. Rendements (kg MS/ha) de différentes espèces de graminées fourragères lors de l'année de semis, avec une régie à 1 ou 2 coupes. Moyenne des résultats d'une expérience réalisée à 4 années/sites au Québec (Normandin) (Adapté à partir de : Drapeau et Seguin, 2009).



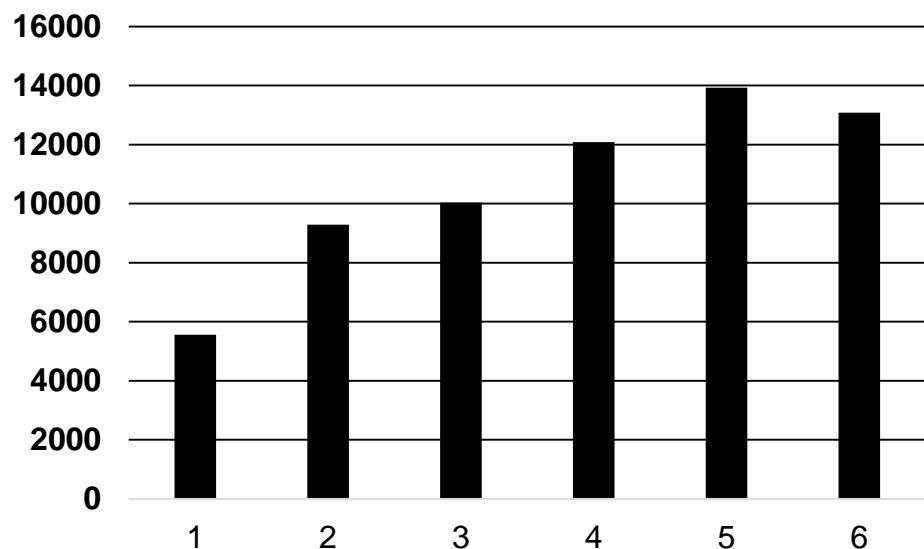
Graphe 3. Rendements (kg MS/ha) de différentes espèces de céréales fourragères ou mélanges céréales-pois récoltés à différents stade de maturité des céréales. Moyenne des résultats d'une expérience réalisée au cours de 2 années à un site dans le nord de l'Ontario (New Liskeard) (Adapté à partir de : Johnston et coll., 1998).



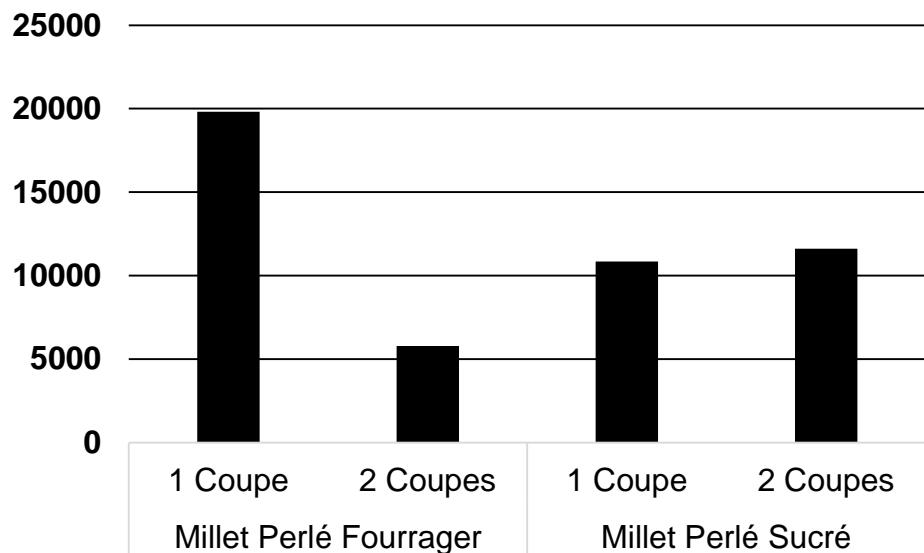
Graphe 4. Concentration en protéine brute (%) du fourrage de différentes espèces de céréales fourragères ou mélanges céréales-pois récoltés à différents stade de maturité des céréales. Moyenne des résultats d'une expérience réalisée au cours de 2 années à un site dans le nord de l'Ontario (New Liskeard) (Adapté à partir de : Johnston et coll., 1998).



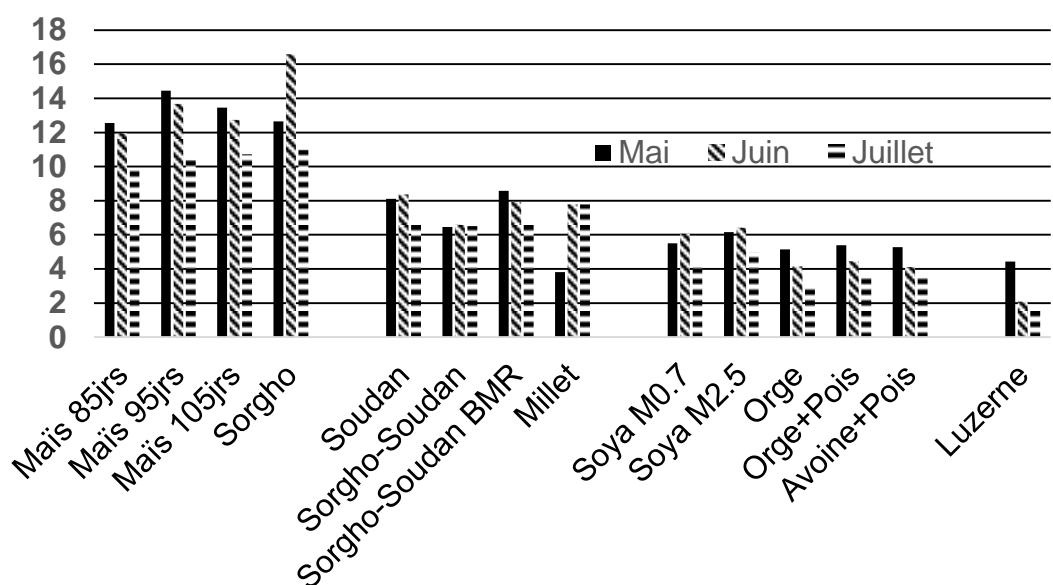
Graphe 5. Digestibilité *in vitro* (% IVTD) de fourrage de sorgho sucré BMR récolté à 6 dates de la mi-août au début octobre (1= 22 aout; 2= 5 septembre; 3= 20 septembre; 4= 3 octobre; 5= 16 octobre; 6= 4 novembre). Essai réalisé à Sainte-Anne-de-Bellevue (Seguin, 2014; Données non-publiées).



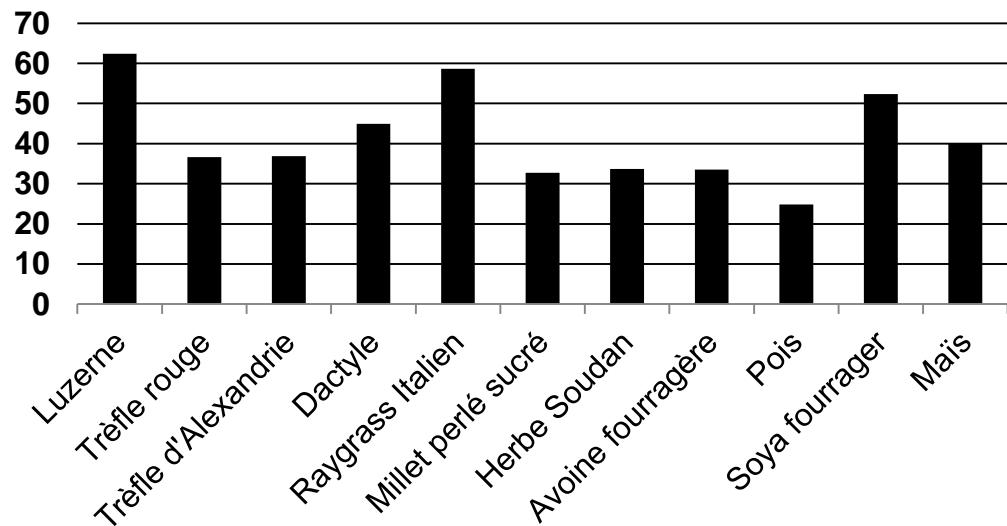
Graphe 6. Rendements (kg MS/ha) de sorgho sucré BMR récolté à 6 dates de la mi-août au début octobre (1= 22 aout; 2= 5 septembre; 3= 20 septembre; 4= 3 octobre; 5= 16 octobre; 6= 4 novembre). Essai réalisé à Sainte-Anne-de-Bellevue (Seguin, 2014; Données non-publiées).



Graphe 7. Rendements (kg MS/ha) de millets soumis à une ou deux coupes. Essai réalisé à Sainte-Anne-de-Bellevue (Seguin, 2014; Données non-publiées).



Graphe 8. Rendements (t MS/ha) de différentes cultures pouvant être utilisées comme source de fourrages dans une situation d'urgence. Moyenne des résultats d'une expérience réalisée à 5 sites dans le Midwest Américain (Minnesota et Wisconsin). Les espèces ont été semées à 3 dates (début mai, début juin, et début juillet). L'herbe de Soudan, les hybrides sorgho-Soudan, le millet, et la luzerne ont été récoltées 2 fois au cours de la saison. (Les chiffres suivant les traitements de maïs et de soya indiquent leur maturité) (Source : Peterson et coll., 2004).



Graphe 9. Coût de différentes espèces fourragères utilisées en situation d'urgence (\$ par tonne de MS de fourrage). Seuls les semences et l'azote ont été considérés comme intrants dans ces calculs (prix de diverses sources en automne 2015) et les rendements utilisés sont des valeurs moyennes observées principalement dans des essais régionaux.