



**ANALYSE ÉCONOMIQUE DES
MÉTHODES DE RAJEUNISSEMENT DES
PÂTURAGES D'AGROPYRE À CRÊTE DU
SUD-OUEST DE LA SASKATCHEWAN
- BULLETIN TECHNIQUE**



Photographie de la page couverture : cc by-nc 2.0 Al (www.flickr.com/people/wonderal/)

Photographie de la couverture dos : cc by-sa 2.0 Matt Lavin (www.flickr.com/people/plant_diversity/)

Analyse économique des méthodes de rajeunissement des pâturages d'agropyre à crête dans le sud-ouest de la Saskatchewan – Bulletin technique

Cette publication peut être citée comme suit :

Larson, Kathy, B. Houston, S. Kulshreshtha, A. Gabruch, K. LaForge, L. Lenton, E. Svendsen et M. Schellenberg. 2018. Analyse économique des méthodes de rajeunissement des pâturages d'agropyre à crête dans le sud-ouest de la Saskatchewan. Bulletin technique. Agriculture et Agroalimentaire Canada, 20 pages.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire (2018).

La version électronique est disponible à l'adresse www.publications.gc.ca.

No de catalogue A59-50/2018F-PDF

N° ISBN 978-0-660-24560-7

N° AAC 12745F

Also available in English under the title

Economic analysis of crested wheatgrass pasture rejuvenation methods in Southwest Saskatchewan – technical bulletin

Pour obtenir de plus amples renseignements, vous pouvez nous joindre à www.agr.gc.ca ou composer le numéro sans frais 1-855-773-0241.

Analyse économique des méthodes de rajeunissement des pâturages d'agropyre à crête dans le sud-ouest de la Saskatchewan

Kathy Larson^{a*}, Bill Houston^b, Suren Kulshreshtha^c, Amanda Gabruch^c, Kerry LaForge^b, Larry Lenton^b, Erl Svendsen^b et Mike Schellenberg^b

Aperçu

L'agropyre à crête (*Agropyron cristatum* (Linnaeus) Gaertner) est l'une des espèces de graminées cultivées les plus recommandées pour le sud-ouest de la Saskatchewan en raison de sa tolérance à la sécheresse et de sa capacité à supporter un pâturage intensif (Smoliak *et al.*, 1981). La productivité des cultures fourragères introduites peut cependant diminuer avec le temps, généralement à cause d'une disponibilité réduite des nutriments du sol lorsque le peuplement vieillit et que les pratiques de gestion du fourrage ne sont pas adéquates.

Étant donné que la productivité d'un peuplement d'agropyre à crête va en diminuant, le rajeunissement peut représenter une solution pour en améliorer le rendement et la qualité. Les efforts de rajeunissement doivent toutefois être accompagnés de bonnes pratiques de gestion pour que l'on puisse en tirer avantage (Springer, 1999).

Stratégies de rajeunissement

Les scientifiques du Centre de recherche et de développement de Swift Current d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) ont étudié un certain nombre de méthodes de rajeunissement visant à pallier la carence en éléments nutritifs (en particulier en azote) dans les pâturages, notamment les méthodes suivantes :

- Épandage à la volée d'engrais azoté
- Labourage et réensemencement des peuplements des pâturages
- Sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées

L'aspect agricole de ces méthodes a été évalué, mais leurs effets sur le portefeuille du producteur n'ont pas été adéquatement étudiés. Dans le présent bulletin, on a associé les résultats agricoles de chaque méthode au coût et au rendement estimés afin d'en évaluer la faisabilité économique.

^a Western Beef Development Centre; ^b Agriculture et Agroalimentaire Canada; ^c Université de Saskatchewan.
*Auteur ressource; adresse de correspondance : C. P. 1150, Humboldt (Saskatchewan) S0K 2A0; courriel : klarson.wbdc@pami.ca



Agropyre à crête (photo : cc by-nc-sa 4.0 Stefan Lefnaer)

Fertilisation azotée

L'azote est l'élément nutritif dont manquent le plus souvent les pâturages; c'est pourquoi l'épandage d'engrais azoté peut avoir un effet immédiat, mais de courte durée, sur la productivité des pâturages (Springer, 1999). Les avantages du rajeunissement au moyen d'engrais sont (1) la réduction du risque d'érosion lié au labourage et au réensemencement et (2) la possibilité de pâturage au cours de l'année même de l'épandage. La courte durée des effets signifie cependant qu'un épandage périodique sera nécessaire (Schellenberg *et al.*, 1998). Pour optimiser le rendement découlant de la fertilisation, les producteurs devront épandre 100 livres d'azote par acre (112 kilogrammes par hectare) tous les trois ans (note : le rendement subséquent en fourrage dépendra de l'humidité disponible dans le sol).

Labourage et réensemencement

Le labourage complet ou la culture et le réensemencement du peuplement de plantes fourragères sont la méthode traditionnelle pour rajeunir les pâturages. Le labourage visant à supprimer le fourrage existant a l'avantage de réduire la compétition à laquelle devront faire face les nouveaux semis, ce qui leur permettra d'utiliser plus de ressources et favorisera leur établissement. En outre, le labourage peut accélérer la décomposition des matières organiques du sol, ce qui accroît temporairement la disponibilité de l'azote (Springer, 1999).

Le labourage et le réensemencement des pâturages présentent plusieurs défis. Premièrement, deux ou trois passages au moyen d'équipement lourd sont souvent nécessaires, ce qui accroît de beaucoup le coût du rajeunissement. Deuxièmement, le peuplement initialement établi peut être pauvre, ce qui rend le réensemencement nécessaire. Troisièmement, il faut empêcher le pâturage pendant au moins un an pour permettre au nouveau fourrage de s'établir (Mahli *et al.*, 2004). Quatrièmement, le labourage crée un risque de germination des graines de mauvaises herbes, qui peut être exacerbé par l'augmentation de l'azote dans le sol (Smoliak *et al.*, 1981; Springer, 1999). Et cinquièmement, le risque le plus important associé au labourage est l'érosion du sol, surtout en terrain sablonneux ou vallonné. En dépit de ces défis, si l'objectif consiste à changer complètement le mélange de plantes fourragères, le labourage et le réensemencement peuvent être la stratégie de rajeunissement la plus appropriée.

Sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées

Il a été démontré que l'intégration de la luzerne dans le mélange de plantes fourragères améliorerait la productivité des anciens peuplements d'agropyre à crête. La luzerne produit dans ses racines des nodules contenant des bactéries fixatrices d'azotes. Une partie de l'azote fixé s'écoule dans le sol et est absorbé par les plantes adjacentes du peuplement (Springer, 1999). Une fois établie, la luzerne peut rester dans le peuplement durant plusieurs années et continuer à fixer l'azote, et ainsi fournir au problème de carence en éléments nutritifs une solution à plus long terme que l'épandage d'engrais.

Une recherche faite par les scientifiques d'AAC dans le sud-ouest de la Saskatchewan permet de croire que l'utilisation d'un herbicide vaporisé en bandes de 20 pouces (50 centimètres) alternées et l'ensemencement direct de luzerne dans les bandes traitées constitue une autre méthode pratique pour compléter le labourage (Schellenberg *et al.*, 1994). Le glyphosate, un herbicide non sélectif, peut adéquatement supprimer la végétation existante et faire en sorte que la luzerne directement semée ait un meilleur accès aux ressources et de meilleures chances d'établissement (Springer, 1999). Cette méthode laisse le sol largement non perturbé, ce qui en réduit considérablement le risque d'érosion et de perte d'humidité, et exige un moins grand nombre d'opérations que le labourage et le réensemencement complets d'un pâturage. De plus, l'épandage d'herbicide en bandes ne tuera pas complètement le peuplement d'agropyre à crête, et le pâturage restera possible durant l'établissement des nouveaux semis (Schellenberg et Waddington, 1997)

(voir la section Comment sursemer de la luzerne dans un peuplement d'agropyre à crête existant, à la page 3).

Si la largeur des bandes dépasse 20 pouces (50 centimètres), cela peut accroître le risque d'invasion par les mauvaises herbes. À l'inverse, des bandes plus étroites peuvent accroître la compétition des bandes adjacentes non traitées et réduire le succès d'établissement des semis. En définitive, les capacités de l'équipement et les objectifs du gestionnaire détermineront la largeur et le nombre de bandes; il faudra peser les avantages et les risques associés à des bandes plus larges ou plus étroites que celles qui sont recommandées (consulter l'ouvrage *Sod Seeding : Seeding forages into existing stands using minimal tillage* [Nazarko, 2008], qui figure dans la bibliographie, pour plus d'information sur les pratiques agricoles de sursemis).

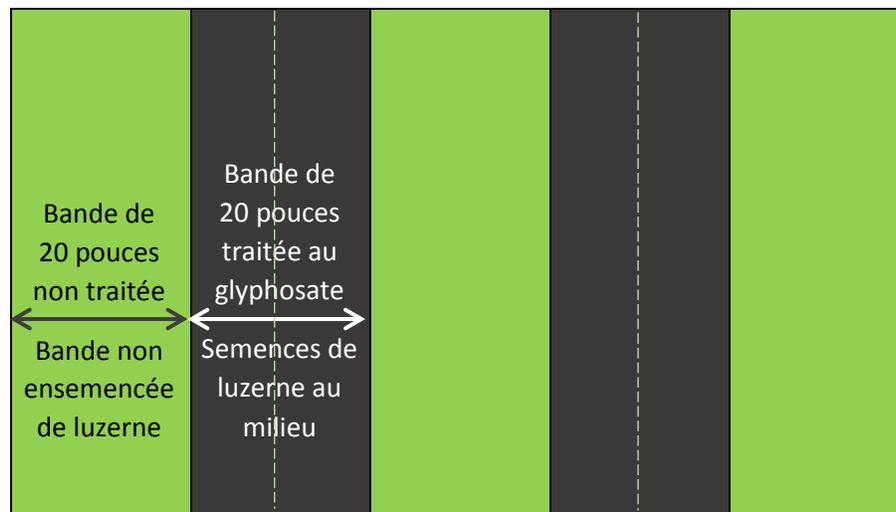
Le sursemis de la luzerne dans un peuplement d'agropyre à crête existant par ensemencement direct après une suppression chimique permet de surmonter bon nombre de désavantages de l'épandage d'engrais azoté (coût élevé, nouveau traitement tous les trois ans) et du labourage et réensemencement (coût des équipements, établissement [potentiellement] faible, perte du pâturage pendant un an, établissement [potentiel] de mauvaises herbes et érosion du sol). L'analyse suivante montre laquelle des trois stratégies est la plus appropriée du point de vue économique, et dans quelles circonstances.

Comment sursemer de la luzerne dans un peuplement d'agropyre à crête existant

Étape 1 : Au début du printemps, utiliser le pâturage en entier (100 % des cultures disponibles).

Étape 2 : Après le pâturage, épandre du glyphosate (2,5 litres par acre) en bandes de 20 pouces (50 centimètres) alternées traitées/non traitées (fermer les buses de pulvérisateurs voulues pour les bandes non traitées).

Étape 3 : Après environ deux semaines, semer la luzerne directement dans les bandes vaporisées à l'aide d'un semoir à ouvreurs étroits réglé pour ne pas labourer. Les rangées de luzerne doivent être espacées de 40 pouces (100 centimètres), chaque rangée ensemencée se trouvant au milieu d'une bande traitée. Interrompre l'écoulement du semoir pour éviter de semer de la luzerne dans les bandes non traitées.



La largeur de la bande est la clé pour l'établissement réussi de la luzerne dans un peuplement d'agropyre à crête existant de la zone de sol brun (Schellenberg *et al.*, 1994).

Analyse économique – Méthodologie

L'analyse économique a comparé la valeur actualisée nette correspondant à trois stratégies de rajeunissement à celle correspondant au fonctionnement normal (lorsqu'aucun rajeunissement n'est entrepris). On a calculé la valeur actualisée nette en soustrayant les frais encourus des retours perçus grâce à la méthode de rajeunissement. Une fois les coûts et les retours déterminés pour un scénario particulier, les retours nets sont ajustés à leur valeur actualisée nette. L'ajustement exige l'application d'un taux d'actualisation (taux d'intérêt) pour que l'on puisse comparer les futures sources de revenus aux coûts initiaux (investissement) en dollars d'aujourd'hui (valeur actualisée). Cet ajustement est utile lorsque les dépenses ont été faites au cours d'une même année, mais que les retours s'étalent sur plusieurs années (voir la section Calcul de la valeur actualisée nette, à la page 5).

Les coûts de rajeunissement ont été déterminés d'après les pratiques agricoles associées à chaque méthode. Les dépenses liées à l'entretien régulier des pâturages (p. ex. clôtures et sources d'eau) n'ont pas été incluses dans l'analyse, car ces coûts restent constants quel que soit le scénario et ils ne sont pas touchés par la méthode de rajeunissement.

Les retours nets selon un scénario témoin (fonctionnement normal) ont servi de point de comparaison aux trois stratégies de rajeunissement – fertilisation azotée, labourage et réensemencement, et sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées. Le pourcentage d'augmentation du rendement pour chaque méthode de rajeunissement a été appliqué au rendement moyen à long terme estimé pour 700 livres par acre (786 kilogrammes par hectare) d'agropyre à crête matureⁱⁱ. On a utilisé la valeur de 0,02 \$ par livre pour les plantes fourragères de tous les scénarios (voir encadré Comparaison entre le prix des cultures fourragères sur pied et les frais de paissance quotidiens, ci-dessous). Dans tous les scénarios, les revenus ont été fondés sur un pourcentage d'utilisation de 70 % (ou un report de 30 %) du rendement disponible afin de refléter les pratiques de gestion du pâturage recommandées (Smoliak *et al.*, 1981). La période utilisée dans le calcul de la valeur actualisée nette allait de six à quatorze ans, selon la méthode de rajeunissement. Les graminées ont un rendement élevé au cours des premières années après le traitement de rajeunissement, puis le rendement connaît une diminution marquée autour de la cinquième année pour atteindre un équilibre à long terme (Looman et Heinrichs, 1973; Tremblay et Kirychuk, 2008). On a appliqué un taux d'actualisation de 5 %.

Méthode témoin – fonctionnement normal

Cette méthode représente une stratégie de gestion minimale (c.-à-d. aucun rajeunissement, donc aucun coût de rajeunissement). Pour l'analyse, on a estimé qu'un peuplement d'agropyre à crête établi a un rendement moyen à long terme de 700 livres par acre (785 kilogrammes par hectare) (en pourcentage de la matière sèche). Sept années de retours sont représentées en valeurs actualisées (tableau 1) et servent de point de comparaison aux valeurs actualisées nettes pour les stratégies de rajeunissement.

ⁱⁱLe rendement initial de l'agropyre à crête est fondé sur le rendement moyen (712 lb par acre; médiane 630 lb par acre) de 47 rendements publiés pour des pâturages d'agropyre à crête mature (Looman et Heinrichs 1973; Power 1980; Lodge, Smoliak et Johnston 1981; Campbell *et al.*, 1986; Schellenberg, 1998).

Comparaison entre le prix des cultures fourragères sur pied et les frais de paissance quotidiens

Une valeur des plantes fourragères sur pied de 0,02 \$ par livre (0,04 \$ par kilogramme) correspond à des frais de paissance quotidiens de 0,70 \$ par vache. Le calcul est le suivant : si une vache pèse 1 400 livres (636 kilogrammes) et qu'elle consomme 2,5 % de son poids corporel en matières sèches (MS) chaque jour ($1\ 400 \times 0,025 = 35$ livres de MS [= 15,9 kilogrammes de MS]), alors la valeur quotidienne de la paissance est de 0,70 \$/vache/jour (35 livres \times 0,02 \$/livre).

Calcul de la valeur actualisée nette

La formule utilisée pour calculer la valeur actualisée nette (VAN) prend en compte l'investissement initial, les retours produits, le taux d'actualisation et le temps :

$$VAN = - C_0 + \frac{C_1}{(1+r)} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+r)^T}$$

Où :

$- C_0$ représente l'investissement initial

C représente les retours produits (flux de trésorerie) pour chaque année (de 1 à T)

r représente le taux d'actualisation

T représente le temps (en années)

Autre formule possible :

$$VAN = \sum \{ \text{flux de trésorerie} / (1+r)^t \} - \text{investissement initial}$$

Microsoft Excel

Microsoft Excel offre une fonction intégrée VAN qui simplifie le calcul de la valeur actualisée nette. La fonction estime que les retours sont régulièrement espacés dans le temps et surviennent à la fin de chaque période, tandis que l'investissement est fait une période avant le retour. Les données d'entrée servant à calculer la VAN sont le taux d'actualisation, l'investissement initial (valeur négative) et les retours annuels subséquents.

Tableau 1. Scénario témoin : coûts, retours et retours nets estimés

Retours	Coûts
$700 \text{ lb par acre} \times \text{utilisation à } 70 \%$ $= 490 \text{ lb par acre} \times 0,02 \text{ \$ par lb}$ $= 9,80 \text{ \$ par acre par année} \times 7 \text{ années}$ $= 68,60 \text{ \$ par acre}$	$0,00 \text{ \$ par acre (sans aucun rajeunissement)}$
<i>Après application d'un taux d'actualisation de 5 % :</i> $56,71 \text{ \$ par acre}$	
Valeur actualisée nette 56,71 \$ par acre	

Fertilisation azotée

La méthode de fertilisation suppose que l'on épand 100 livres d'azote par acre tous les trois ans (deux fois au cours d'une période de six ans). Jefferson (2010) a observé une augmentation du rendement de 439 % au cours de l'année de l'épandage. La recherche connexe a montré une diminution du rendement de 15 % au cours de la deuxième année après l'épandage d'azote et de 60 % au cours de la troisième année par rapport aux résultats de la première année (Schellenberg *et al.*, 1998) (tableau 2).

Tableau 2. Épandage azoté : coûts, retours et retours nets estimés

Retours	Coûts
$700 \text{ lb par acre} \times \text{augmentation du rendement de } 439 \%$ $\times \text{utilisation à } 70 \%$ $= 2 \text{ 151 lb par acre} \times 0,02 \text{ \$ par lb} \rightarrow 43,02 \text{ \$ au cours de l'année 1}$ $+ 1 \text{ 828 lb par acre}^\dagger \times 0,02 \text{ \$ par lb} \rightarrow 36,56 \text{ \$ au cours de l'année 2}$ $+ 860 \text{ lb par acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$ par lb} \rightarrow 17,20 \text{ \$ au cours de l'année 3}$ $+ 2 \text{ 151 lb par acre} \times 0,02 \text{ \$ par lb} \rightarrow 43,02 \text{ \$ au cours de l'année 4}$ $+ 1 \text{ 828 lb par acre}^\dagger \times 0,02 \text{ \$ par lb} \rightarrow 36,56 \text{ \$ au cours de l'année 5}$ $+ 860 \text{ lb par acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$ par lb} \rightarrow 17,20 \text{ \$ au cours de l'année 6}$ $= 193,56 \text{ \$ par acre durant une période de 6 ans}$	$0,60 \text{ \$ par lb d'azote} \times 100 \text{ lb épandues}$ $+ 7,95 \text{ \$ par acre pour un traitement à la volée}^*$ $= 67,95 \text{ \$ par acre au cours de l'année 1}$ $+ 67,95 \text{ \$ par acre au cours de l'année 4}$ $= 135,90 \text{ \$ par acre durant une période de 6 ans}$
<i>Après application d'un taux d'actualisation de 5 % :</i> $165,86 \text{ \$ par acre}$	<i>Après application d'un taux d'actualisation de 5 % :</i> $123,85 \text{ \$ par acre}$
Valeur actualisée nette : 42,01 \$ par acre	
[†] (diminution du rendement de 15 % par rapport à l'année 1) [‡] (diminution du rendement de 60 % par rapport à l'année 1) [*] Western Beef Development Centre, 2016.	

Labourage et réensemencement

Ce scénario suppose l'élimination totale du peuplement existant à l'aide de glyphosate et de culture, puis son remplacement par un mélange de semences d'agropyre à crête et de luzerne. À l'automne précédant l'ensemencement, on vaporise du glyphosate sur le peuplement, qui est ensuite labouré deux fois à la charrue à disques. Au printemps, le peuplement est cultivé, puis semé. Le taux d'ensemencement des pâturages recommandé dans la zone de sol brun est d'une livre (0,45 kilogramme) de luzerne et de trois livres (1,36 kilogramme) d'agropyre à crête par acre (ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, 2014). Les cultures de couverture ne sont pas recommandées dans la zone de sol brun, car l'humidité du sol et les éléments nutritifs disponibles y sont limités, ce qui entraîne un rendement de la plante fourragère nul au cours de l'année de l'établissement. Au cours de l'année 2, l'incidence sur le rendement augmente de 307 % par rapport au rendement initial (Schellenberg *et al.*, 1998). On tient pour acquise une diminution du rendement de 17 % par année qui se stabilisera à 700 livres par acre après sept années d'avantage (c.-à-d. au cours de l'année 8 dans le présent scénario) (tableau 3).

Tableau 3. Labourage et réensemencement : coûts, retours et retours nets estimés

Retours	Coûts
<p><i>Aucun retour au cours de l'année 1 (année d'établissement)</i></p> <p><i>700 lb par acre × augmentation du rendement de 307 % × utilisation à 70 %</i></p> <p><i>= 1 504 lb/acre × 0,02 \$/lb → 30,09 \$ au cours de l'année 2</i></p> <p><i>+ 1 248 lb/acre[†] × 0,02 \$/lb → 24,97 \$ au cours de l'année 3</i></p> <p><i>+ 1 036 lb/acre[†] × 0,02 \$/lb → 20,73 \$ au cours de l'année 4</i></p> <p><i>+ 860 lb/acre[†] × 0,02 \$/lb → 17,20 \$ au cours de l'année 5</i></p> <p><i>+ 714 lb/acre[†] × 0,02 \$/lb → 14,28 \$ au cours de l'année 6</i></p> <p><i>+ 593 lb/acre[†] × 0,02 \$/lb → 11,85 \$ au cours de l'année 7</i></p> <p><i>+ 492 lb/acre[†] × 0,02 \$/lb → 9,84 \$ au cours de l'année 8</i></p> <p><i>= 128,95 \$ par acre au cours d'une période de 7 ans</i></p>	<p><i>2,5 litres par acre × 3,40 \$ par litre de glyphosate*</i></p> <p><i>+ 5,00 \$ par acre pour la pulvérisation**</i></p> <p><i>+ 20,38 \$ par acre × 2 passages de la charrue à disques**</i></p> <p><i>+ 9,10 \$ par acre pour la culture avant les semences**</i></p> <p><i>+ 18,62 \$ par acre pour l'ensemencement**</i></p> <p><i>+ 20,75 \$ par acre pour les semences***</i></p> <p><i>= 102,73 \$ par acre encourus au cours de l'année 1</i></p>
<p><i>Après application d'un taux d'actualisation de 5 % :</i></p> <p><i>105,13 \$ par acre</i></p>	
<p>Valeur actualisée nette 2,40 \$ par acre</p>	
<p>[†] Le rendement diminue de 17 % chaque année pour atteindre ~ 490 lb (700 lb × utilisation à 70 %) par acre après 7 ans.</p> <p>* Western Beef Development Centre, 2016.</p> <p>** Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, 2016.</p> <p>*** 5,50 \$/lb × 3 lb d'agropyre à crête + 4,25 \$/lb × 1 lb de luzerne</p>	

Labourage et sursemis de luzerne

Ce scénario permet un pâturage intensif (100 % des cultures disponibles) au début du printemps, suivi d'un épandage de 2,5 litres de glyphosate en bandes de 20 pouces (50 centimètres) alternées pulvérisées/non pulvérisées. Après deux semaines, la luzerne est semée dans les bandes traitées au taux recommandé de 2,5 livres par acre (voir la section Comment sursemer de la luzerne dans un peuplement d'agropyre à crête existant, à la page 3). La recherche a démontré que l'incidence sur le rendement obtenu dans un peuplement de graminées variait selon les conditions d'humidité (Schellenberg, 1998; Schellenberg et Waddington, 1997)ⁱⁱⁱ.

En moyenne, on estime que le rendement augmente de 190 %, pour passer d'un rendement initial de 700 livres par acre à un rendement de 1 330 livres par acre. Ce scénario de rajeunissement a été analysé à deux différents taux de diminution du rendement : 10 % par année pour atteindre 700 livres par acre après 7 années d'avantage (c.-à-d. au cours de l'année 8 dans le présent scénario) et une diminution du rendement de 4,75 % par année pour atteindre 700 livres par acre après 14 ans d'avantage (c.-à-d. au cours de l'année 15 dans le présent scénario). Ces deux taux de diminution ont servi à refléter la façon dont les différentes pratiques de gestion des plantes fourragères peuvent influencer la productivité des peuplements (tableaux 4a et 4b).

ⁱⁱⁱ Pour tenir compte des différentes incidences sur le rendement, on a analysé les rendements à long terme (1976-2016) du foin en Saskatchewan afin de déterminer les probabilités d'incidence favorable et de faible incidence sur le rendement. Pour une période de 40 ans, dans 57 % des années le rendement a été supérieur à la moyenne et dans 43 % des années, le rendement avait été inférieur à la moyenne. Pour calculer l'incidence moyenne sur le rendement pour la stratégie de rajeunissement, on a appliqué une pondération de 57 % en cas d'incidence positive sur le rendement (rendement après traitement supérieur au rendement témoin); une pondération 43 % a été appliquée en cas de faible incidence sur le rendement (rendement après traitement inférieur au rendement témoin).

Tableau 4a. Luzerne semée dans un peuplement de graminées, scénario sur 7 années : coûts, retours et retours nets estimés

Retours	Coûts
$700 \text{ lb/acre} \times 0,02 \text{ \$/lb} \times \text{utilisation à } 100 \% \rightarrow 14,00 \text{ \$ au cours de l'année } 1$ $+ 700 \text{ lb/acre} \times \text{augmentation de } 190 \% \times \text{utilisation à } 70 \%$ $= 931 \text{ lb/acre} \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 18,62 \text{ \$ au cours de l'année } 2$ $+ 838 \text{ lb/acre}^\dagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 16,76 \text{ \$ au cours de l'année } 3$ $+ 754 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 15,08 \text{ au cours de l'année } 4$ $+ 678 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 13,57 \text{ \$ au cours de l'année } 5$ $+ 610 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 12,22 \text{ \$ au cours de l'année } 6$ $+ 550 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 11,00 \text{ \$ au cours de l'année } 7$ $+ 495 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 9,90 \text{ \$ au cours de l'année } 8$ $= 111,14 \text{ \$ par acre sur } 7 \text{ ans}$	$2,5 \text{ litres par acre} \times 3,40 \text{ \$ par litre de glyphosate} \times 0,5^{**}$ $+ 5,00 \text{ \$ par acre pour la pulvérisation}^{**}$ $+ 18,62 \text{ \$ par acre pour l'ensemencement}^{**}$ $+ 5,31 \text{ \$ par acre pour les semences}^{***}$ $= 33,18 \text{ \$ par acre au cours de l'année } 1 \text{ seulement}$
<p style="text-align: center;">Après application d'un taux d'actualisation de 5 % : 91,37 \$ par acre</p>	
Valeur actualisée nette 58,19 \$ par acre	
<p>† Le coût du glyphosate a été réduit de moitié pour refléter le fait que les buses sont fermées pour la vaporisation de la moitié des bandes de 20 pouces.</p> <p>‡ Le rendement diminue de 10 % chaque année pour atteindre ~ 490 lb (700 lb × utilisation à 70 %) sept ans après le rajeunissement.</p> <p>* Prix fondés sur les factures reçues par le Western Beef Development Centre en 2016; (2,5 × 3,40 \$) × 0,5 pour tenir compte de la vaporisation de seulement la moitié des bandes.</p> <p>** Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, 2016.</p> <p>*** D'après un prix de 4,25 \$ par lb de semences de luzernes × un taux d'ensemencement de 2,5 lb par acre × 0,5 pour prendre en compte le fait que seules les bandes de 20 pouces traitées sont ensencées.</p>	

Tableau 4b. Luzerne semée dans un peuplement de graminées, scénario de 14 ans : coûts, retours et retours nets estimés

Retours	Coûts
$700 \text{ lb/acre} \times 0,02 \text{ \$/lb} \times \text{utilisation à } 100 \% \rightarrow 14,00 \text{ \$}$ <i>au cours de l'année 1</i> $700 \text{ lb/acre} \times \text{augmentation de } 190 \% \times \text{utilisation à } 70 \%$ $= 931 \text{ lb/acre} \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 18,62 \text{ \$ au cours de l'année 2}$ $+ 886 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 17,74 \text{ \$ au cours de l'année 3}$ $+ 845 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 16,89 \text{ \$ au cours de l'année 4}$ $+ 805 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 16,09 \text{ \$ au cours de l'année 5}$ $+ 766 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 15,34 \text{ \$ au cours de l'année 6}$ $+ 730 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 14,60 \text{ \$ au cours de l'année 7}$ $+ 695 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 13,90 \text{ \$ au cours de l'année 8}$ $+ 662 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 13,24 \text{ \$ au cours de l'année 9}$ $+ 631 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 12,61 \text{ \$ au cours de l'année 10}$ $+ 600 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 12,01 \text{ \$ au cours de l'année 11}$ $+ 572 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 11,45 \text{ \$ au cours de l'année 12}$ $+ 545 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 10,90 \text{ \$ au cours de l'année 13}$ $+ 519 \text{ lb/acre}^\ddagger \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 10,38 \text{ \$ au cours de l'année 14}$ $+ 495 \text{ lb/acre} \times 0,02 \text{ \$/lb} \rightarrow 9,89 \text{ \$ au cours de l'année 15}$ $= 207,67 \text{ \$ par acre sur } 14 \text{ ans}$	$2,5 \text{ litres par acre} \times 3,40 \text{ \$ par litre de}$ $\text{glyphosate} \times 0,5^\dagger$ $+ 5,00 \text{ \$ par acre pour la pulvérisation}^{**}$ $+ 18,62 \text{ \$ par acre pour l'ensemencement}^{**}$ $+ 5,31 \text{ \$ par acre pour les semences}^{***}$ $= 33,18 \text{ \$ par acre au cours de l'année } 1$ <i>seulement</i>
<i>Après application d'un taux d'actualisation de 5 % :</i> <i>148,74 \\$ par acre</i>	
Valeur actualisée nette 115,55 \$ par acre	
<p>[†] Le coût du glyphosate a été réduit de moitié pour refléter le fait que les buses sont fermées pour la vaporisation de la moitié des bandes de 20 pouces.</p> <p>[‡] Le rendement diminue de 4,75 % chaque année pour atteindre ~ 490 lb (700 lb × utilisation à 70 %) 14 ans après le rajeunissement.</p> <p>* Prix fondés sur les factures reçues par le Western Beef Development Centre en 2016; (2,5 × 3,40 \$) × 0,5 pour tenir compte de la vaporisation de seulement la moitié des bandes.</p> <p>** Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, 2016.</p> <p>*** D'après un prix de 4,25 \$ par lb de semences de luzernes × un taux d'ensemencement de 2,5 lb par acre × 0,5 pour prendre en compte le fait que seule la moitié des bandes de 20 pouces est enssemencée.</p>	

Valeur actualisée nette

La variation de l'incidence sur le rendement selon la stratégie de rajeunissement et le nombre d'années supposé avant que le rendement du peuplement en revienne au rendement initial de 700 livres par acre a un effet important sur les retours nets calculés dans la présente analyse économique. Se reporter au tableau 5 et à l'illustration 1 pour des comparaisons entre les coûts, les retours et la valeur actualisée nette pour les cinq scénarios.

Rendement

C'est la fertilisation azotée qui a eu l'incidence sur le rendement la plus élevée (439 %), tandis que le sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées a eu l'incidence sur le rendement le plus faible (190 %).

Coût

L'épandage d'engrais avait le plus d'incidence positive sur le rendement, mais c'était aussi, à 135,90 \$ par acre (valeur actualisée 123,85 \$ par acre), la méthode la plus coûteuse. La méthode de rajeunissement la moins coûteuse était le sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées, au coût estimé de 33,18 \$ par acre.

Retours

Les retours actualisés les plus élevés (165,86 \$ par acre) étaient le résultat de la fertilisation azotée; cette méthode était suivie du sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées (moyenne des scénarios de sept [91,37 \$] et quatorze ans [148,74 \$] : 120,05 \$ par acre) et du labourage et réensemencement (105,13 \$ par acre). Dans tous les scénarios, on a estimé que la valeur des plantes fourragères était de 0,02 \$ par livre. Il faut cependant reconnaître que, la luzerne étant une source de protéines, elle peut améliorer la qualité du fourrage et potentiellement rehausser les gains pour les animaux en pâturage, ce qui augmente la valeur du fourrage.

Valeurs actualisées

Pour une valeur évaluée conservatrice de 0,02 \$ par livre de fourrage, la période d'avantage de 14 ans associée au scénario de sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées a la valeur actualisée nette la plus élevée (115,56 \$ par acre), suivi de la période d'avantage de 7 ans associée au scénario de sursemis de luzerne (58,19 \$ par acre). Le scénario témoin (56,71 \$ par acre) était associé à une valeur actualisée nette plus élevée que ceux de l'engrais azoté (42,01 \$ par acre) et du labourage et réensemencement (2,40 \$ par acre) (tableau 5).

Ratio avantages-coûts – Calcul du retour pour chaque dollar dépensé

Le ratio avantages-coûts se calcule en divisant les revenus totaux produits par la méthode de rajeunissement par le coût de celle-ci en dollars d'aujourd'hui (valeur actualisée). Selon la présente analyse, **le sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées est la méthode de rajeunissement de l'agropyre à crête la plus recommandable pour les producteurs du sud-ouest de la Saskatchewan**. Son ratio avantages-coûts est de 2,75 pour une durée de 7 ans, et il augmente à 4,48 si on étale les avantages pour le rendement sur 14 ans. Cela signifie que, pour chaque dollar investi, la méthode de rajeunissement peut permettre un retour de 2,75 \$ selon le scénario de sept ans, soit plus du double que dans le scénario de fertilisation azotée.

Tableau 5. Valeur actualisée des retours et des coûts, valeur actualisée nette et ratios avantages-coûts pour les scénarios de rajeunissement des pâturages[†]

Méthode de rajeunissement		Valeur actualisée des retours (\$/acre)	Valeur actualisée des coûts (\$/acre)	Valeur actualisée nette (\$/acre)	Ratio coûts-avantages [‡]
Scénario témoin		56,71	0	56,71	-
Fertilisation azotée		165,86	123,85	42,01	1,34
Labourage et réensemencement		105,13	102,73	2,40	1,02
Sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées	7 ans	91,37	33,18	58,19	2,75
	14 ans	148,74	33,18	115,55	4,48

[†]Les retours sont fondés sur une valeur estimée du fourrage de 0,02 \$ par livre.

[‡]Le ratio avantages-coûts pour le scénario témoin n'a pas été estimé, étant donné l'absence de coûts encourus (aucun rajeunissement).

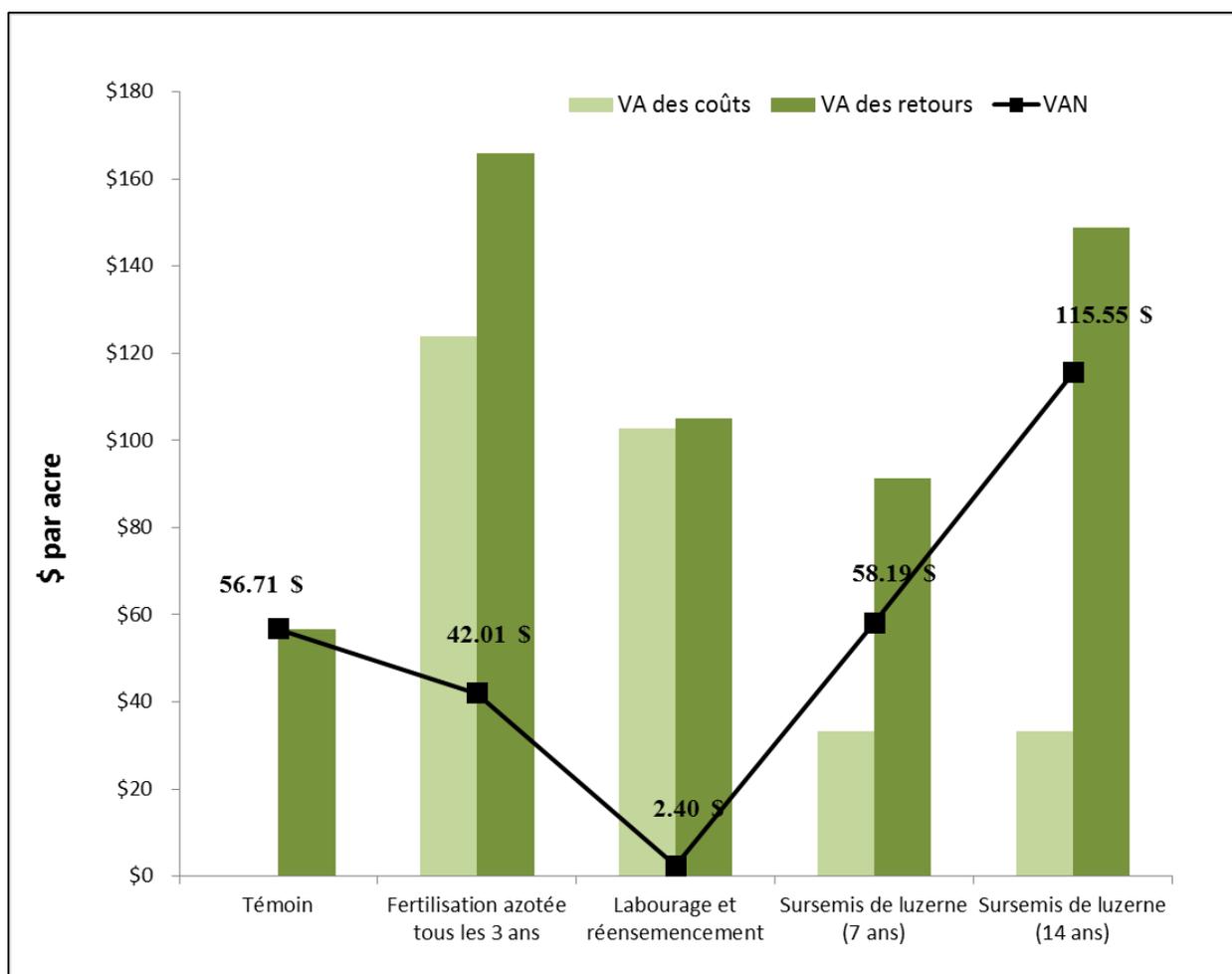


Illustration 1. Valeur actualisée des coûts et des retours et valeur actualisée nette (VAN) pour quatre scénarios de rajeunissement et un scénario témoin (aucun rajeunissement, fonctionnement normal), selon une valeur estimée du fourrage de 0,02 \$ par livre.

Analyse de sensibilité – Changement de valeur du fourrage

On a utilisé dans l'analyse une valeur estimée conservatrice du fourrage de 0,02 \$ par livre. La valeur du fourrage varie cependant dans le temps, et elle a un effet sur les retours nets de chaque méthode de rajeunissement. Le tableau 6 donne les valeurs actualisées nettes pour des valeurs de fourrages comprises entre 0,01 \$ et 0,045 \$ par livre, par incréments d'un demi-cent. Pour toutes les évaluations, le scénario du sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées (analyse sur une période de 14 ans) présente la valeur actualisée nette la plus élevée. Il est important de noter qu'à 0,02 \$ par livre, le scénario du sursemis de luzerne sur 7 ans avait une valeur actualisée nette plus élevée que le scénario sans rajeunissement (scénario témoin). Il faudrait que la valeur estimée du fourrage soit de 0,025 \$ par livre pour que l'épandage d'azote produise des retours nets plus élevés que dans le cas du scénario témoin, et qu'elle soit de 0,045 \$ par livre pour que le labourage et le réensemencement produisent ce même résultat.

Tableau 6. Effets du changement de valeur du fourrage sur la valeur actualisée nette (\$/acre) (la ligne encadrée est la valeur du fourrage et les résultats de la VAN dans la présente analyse)

Valeur du fourrage (\$/livre)	Témoin	100 livres d'azote par acre (traitement tous les 3 ans)	Labourage et réensemencement agropyre à crête + luzerne	Sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées	
				(7 ans)	(14 ans)
0,01 \$	28,35 \$	- 40,92 \$	- 50,17 \$	12,50 \$	41,19 \$
0,015 \$	42,53 \$	0,55 \$	- 23,89 \$	35,34 \$	78,37 \$
0,02 \$	56,71 \$	42,01 \$	2,40 \$	58,19 \$	115,55 \$
0,025 \$	70,88 \$	83,48 \$	28,68 \$	81,03 \$	152,74 \$
0,03 \$	85,06 \$	124,94 \$	54,96 \$	103,87 \$	189,92 \$
0,035 \$	99,24 \$	166,41 \$	81,24 \$	126,71 \$	227,11 \$
0,04 \$	113,41 \$	207,87 \$	107,52 \$	149,56 \$	264,29 \$
0,045 \$	127,59 \$	249,34 \$	133,80 \$	172,40 \$	301,47 \$

Une valeur estimée de 0,03 \$ par livre est-elle réaliste pour les pâturages?

À 0,03 \$ par livre de fourrage, le pâturage vaudrait 1,05 \$ par jour pour une vache avec son veau consommant 35 livres de fourrage par jour (35 livres × 0,03 \$ par livre). Cela correspond aux frais de paissance quotidiens moyens déclarés de 1,09 \$ pour une vache avec son veau en 2016 (Saskatchewan Forage Council, 2016); une valeur estimée de 0,03 \$ par livre pour les plantes fourragères sur pied est donc réaliste.

Conclusion

Des millions d'acres ont été ensemencés d'agropyre à crête dans le sud-ouest de la Saskatchewan depuis le milieu des années 1930. Avec le temps, le rendement de l'agropyre à crête diminue, puis atteint un plateau. La faisabilité économique de trois méthodes de rajeunissement (fertilisation azotée, labourage et réensemencement, et sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées) a été analysée.

L'analyse a montré que l'augmentation de l'incidence sur le rendement va de pair avec un accroissement des coûts. L'épandage d'engrais azoté a la plus grande incidence sur le rendement (439 % au cours de l'année 1), mais il exige un nouvel épandage tous les 3 ans, ce qui entraîne les coûts les plus élevés (123,85 \$ par acre). Le sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées a l'incidence sur le rendement le plus faible (190 %), mais aussi le coût le plus faible (33,18 \$ par acre). Le labourage et le réensemencement ont permis une augmentation du rendement de 307 %, au coût de 102,73 \$ par acre. Si on estime que la valeur du fourrage est de 0,02 \$ par livre, la méthode de rajeunissement par le sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées présente les retours nets (valeur actualisée) les plus élevés (on fait ici la moyenne des avantages des scénarios sur 7 ans et sur 14 ans : $[58,19 \$ + 115,55 \$]/2 =$ moyenne de 86,87 \$ par acre); elle est suivie par le scénario témoin (aucun rajeunissement), à 56,71 \$ par acre, par la fertilisation azotée (42,01 \$ par acre) et par le labourage et réensemencement (2,40 \$ par acre). **Selon le ratio avantages-coûts, le sursemis de luzerne dans un peuplement de graminées constitue dans l'ensemble la meilleure stratégie de rajeunissement pour les pâturages d'agropyre à crête.**

Même si les retours n'ont été fondés que sur une estimation des rendements, il ne faut pas oublier que des avantages additionnels peuvent découler de l'inclusion d'une légumineuse (comme la luzerne) dans le peuplement d'un pâturage. Il a été démontré que l'intégration d'une légumineuse améliorerait la productivité du peuplement et la qualité du fourrage. Et si la valeur du fourrage change, le classement des méthodes de rajeunissement par rapport aux retours nets changera aussi. Le rajeunissement d'un pâturage ne va pas sans risque; les producteurs doivent évaluer leur propre situation, qui est unique, pour déterminer la méthode appropriée dans leur cas. Quoi qu'il en soit, les probabilités de retours positifs sur un investissement seront plus élevées si le rajeunissement du pâturage est suivi d'une gestion attentive du fourrage.

Bibliographie

- Campbell, C.A., A.J. Leyshon, H. Ukrainetz, et R. P. Zentner. 1986. Time of application and source of nitrogen fertilizer on yield, quality, nitrogen recovery, and net returns for dryland forage grasses. *Can. J. Plant Sci.* 66:915-931.
- Jefferson, P.G. 2010. Fertilizing Forages. Presentation at Saskatchewan Ministry of Agriculture Workshop, Elbow (Saskatchewan). 3 mars 2010.
- Looman, J. et D.H. Heinrichs. 1973. Stability of Crested Wheatgrass Pastures Under Long-term Pasture Use. *Can. J. of Plant Sci.* 53:501-506.
- Malhi, S.S., K.S. Gill, D.H. McCartney, et R. Malmgren. 2004. Fertilizer management of forage crops in the Canadian Great Plains. *Recent Research Developments in Crop Science*, 1:237-271; Schellenberg, 1998; Springer, 1999.
- Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. 2014. *Forage Crop Production Guide*. 20 p. En ligne : <http://publications.gov.sk.ca/documents/20/84155-forage%20guide.pdf> (consulté le 6 octobre 2017).
- Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. 2016. 2016-17 *Saskatchewan Farm Machinery and Rental Rate Guide*, 50 p. En ligne : <http://publications.gov.sk.ca/documents/20/85808-Farm%20Machinery%20Custom%20Rate%20and%20Rental%20Guide.pdf> (consulté le 9 février 2017).
- Nazarko, O. 2008. Sod Seeding: Seeding forages into existing stands using minimal tillage. Agriculture, Alimentation et Initiatives rurales Manitoba; Agriculture et Agroalimentaire Canada; Conseil des plantes fourragères du Manitoba. 39 p.
- Power, J.F. 1980. Response of Semiarid Grassland Sites to Nitrogen Fertilization: I. Plant Growth and Water Use. *Amer. J. Soil Sci* 44:545-550.
- Saskatchewan Forage Council, 2016. September 2016 forage market price discovery – Saskatchewan. En ligne : http://www.saskforage.ca/images/pdfs/Market_Reports/2016ForageMarket.pdf (consulté le 8 février 2017).
- Schellenberg, M.P., et J. Waddington. 1997. Comparison of sodseeding versus slotseeding of alfalfa into established crested wheatgrass in southwestern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 77: 573-578; Waddington, n.d.; Schellenberg, Waddington et King, 1994; Schellenberg, 1998.
- Schellenberg, M.P., J. Waddington, et J.R. King. 1994. Sod-seeding alfalfa in spring into established crested wheatgrass in southwest Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 74: 293-301.
- Schellenberg, M.P., J. Waddington, T. Jorgenson, S. Stranger, et S. Springer. 1998. Pasture Renovation Systems: Pasture and Hayfield Rejuvenation. Rapport final, Entente Canada-Saskatchewan sur le plan vert en agriculture. 25 p.
- Smoliak, S., A. Johnston, et R.W. Lodge. 1981. Management of crested wheatgrass pastures. Agriculture Canada, publication 1473/E. En ligne : http://publications.gc.ca/collections/collection_2015/aac-aafc/A53-1473-1981-eng.pdf (consulté le 6 septembre 2017).
- Springer, B. 1999. Rejuvenation of tame forages: Southern Saskatchewan. Agriculture, Alimentation et Initiatives rurales Manitoba.
- Tremblay, M., et B. Kyrychuk. 2008. Initial stocking rate recommendations for seeded pastures in Saskatchewan. Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. 4 p. En ligne : www.saskforage.ca/images/pdfs/Publications/Initial%20Stockin%20Rate%20Guide%20for%20Seeded%20Pasture.pdf (consulté le 6 septembre 2017).
- Western Beef Development Centre. 2016. Factures pour intrants agricoles et services agricoles personnalisés.



**Analyse économique des méthodes de
rajeunissement des pâturages d'agropyre à crête
dans le sud-ouest de la Saskatchewan –
Bulletin technique**