

Colloque sur les plantes fourragères

Mélanges fourragers adaptés au pâturage

Gilles Bélanger, D.Sc., agronomie et physiologie des cultures fourragères¹

Gaëtan Tremblay, Ph.D., valeur nutritive des aliments du ruminant¹

Yousef Papadopoulos, Ph.D., amélioration génétique des plantes fourragères²

John Duynisveld, M.Sc., alimentation des bovins de boucherie²

Julie Lajeunesse, M.Sc., agronomie des cultures fourragères¹

Carole Lafrenière, Ph.D., agronomie des cultures fourragères³

Sherry Fillmore, spécialiste en statistiques²

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec

²Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Kentville

³Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Unité de recherche et de développement en agroalimentaire de l'Abitibi-Témiscamingue (URDAAT)

FAITS SAILLANTS

La proportion de légumineuse dans les mélanges binaires ou complexes a diminué rapidement aux cours des premières années suivant le semis dans les trois expériences menées à trois sites dans l'Est du Canada. Maintenir une proportion adéquate (30-40%) de légumineuses dans des prairies pâturées demeure un enjeu important.

Mélanges binaires d'une légumineuse et d'une graminée

Sous pâturage en rotation ou sous coupes fréquentes, la fléole des prés, la fétuque élevée, la fétuque des prés, le brome des prés, le dactyle pelotonné et le pâturin des prés en mélange binaire avec chacune des trois légumineuses (luzerne, lotier corniculé ou trèfle blanc) ont bien persisté aux cours des cinq années suivant le semis à trois sites (Normandin, QC; Lévis, QC; Nappan, N.-É.). Parmi ces six graminées, le brome des prés a particulièrement bien performé en mélange avec la luzerne ou le lotier corniculé. Le trèfle blanc n'a pas bien performé, peu importe la graminée associée.

Mélanges complexes d'une légumineuse et de plusieurs graminées

Des animaux pâturant un mélange complexe à base de lotier corniculé à Nappan (N.-É.) ont eu des gains de poids par hectare nettement supérieurs (+40%) et des gains de poids journaliers légèrement supérieurs à ceux pâturant un mélange complexe à base de luzerne, peu importe les graminées associées. Les pâturages à base de fléole des prés et fétuque des prés ont permis un gain de poids journalier plus élevé que ceux à base de fétuque élevée et brome des prés. Le choix de la légumineuse et des graminées dans un mélange complexe d'une légumineuse et de trois ou quatre graminées affecte donc la performance des animaux au pâturage.

Mélanges complexes d'une légumineuse et de plusieurs graminées avec fertilisation azotée

Le mélange complexe à base de fétuque élevée et de brome des prés a donné de meilleurs rendements fourragers que le mélange à base de fléole des prés et de fétuque des prés à New Liskeard, mais des rendements similaires à Normandin et Nappan. La performance de mélanges complexes peut donc varier en fonction des conditions pédoclimatiques.

La fertilisation azotée de mélanges complexes incluant une légumineuse et quatre graminées n'a pas augmenté le rendement à trois sites (New Liskeard, ON; Normandin, QC; Nappan, N.-É.) au cours de l'année suivant le semis mais l'a augmenté au cours des deuxième et troisième années suivant le semis. L'absence d'une réponse à la fertilisation azotée la première année de production est attribuée à la présence significative de légumineuse ($\approx 40\%$). Lors des deuxième et troisième années suivant le semis, les deux légumineuses ont contribué à moins de 30% au rendement. Une fertilisation azotée devient donc requise lorsque la légumineuse contribue à moins de 40% au rendement.

La fertilisation azotée a augmenté la teneur en azote du fourrage, a diminué la teneur en sucres non-structuraux, et a eu peu d'effet sur la teneur en fibre NDF, la digestibilité de la matière sèche, et la digestibilité du NDF.

INTRODUCTION

Les mélanges fourragers procurent de nombreux bénéfices par rapport aux monocultures de graminées ou de légumineuses. Les mélanges légumineuses-graminées donnent généralement des rendements fourragers stables et plus élevés que les monocultures de graminées ou de légumineuses (Sleugh et coll. 2000; Bélanger et coll. 2014). Les mélanges légumineuses-graminées permettent également de réduire la présence de mauvaises herbes (Tracy et Sanderson 2004; Picasso et coll.

2008; Frankow-Lindberg et coll. 2009; Sanderson et coll. 2012; Finn et coll. 2013; Bélanger et coll. 2014) et d'améliorer la valeur nutritive du fourrage. Ajouter une légumineuse aux graminées permet d'augmenter la teneur en protéines du fourrage (Barnett et Posler 1983), alors que d'ajouter une graminée à la luzerne permet d'augmenter la teneur en sucres non-structuraux, ce qui peut potentiellement améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'azote par les ruminants (Bélanger et coll. 2014). Même si la production fourragère au Québec se fait principalement avec des mélanges d'espèces fourragères, il existe relativement peu d'informations récentes sur les mélanges les plus performants, particulièrement sous pâturage.

Depuis 2010, nous avons réalisé trois expériences pour évaluer la performance de plusieurs mélanges binaires composés d'une légumineuse et d'une graminée, et la performance de mélanges complexes composés d'une légumineuse et de plusieurs graminées sous des conditions de pâturage en rotation ou de coupes fréquentes pour simuler le pâturage. Nous présentons ici les principaux résultats à partir de l'analyse et de l'interprétation des données réalisées à ce jour.

EXPÉRIENCE 1 - MÉLANGES BINAIRES D'UNE LÉGUMINEUSE ET D'UNE GRAMINÉE

POURQUOI. Le brome des prés, le dactyle pelotonné, la fétuque des prés, la fétuque élevée, la fléole des prés et le pâturin des prés sont des espèces de graminées bien adaptées au climat frais de l'Est du Canada. Le lotier corniculé, la luzerne et le trèfle blanc sont des légumineuses pérennes recommandées dans l'Est du Canada, mais leur performance et leur valeur nutritive, lorsque cultivées en association avec des graminées et sous un système de pâturage, ne sont pas bien documentées. Peu d'information existe dans l'Est du Canada sur les espèces à utiliser dans les mélanges binaires légumineuse-graminée et sur la valeur nutritive de ces mélanges. Notre objectif était d'identifier quels mélanges binaires d'une légumineuse et d'une graminée offrent des rendements élevés et une bonne valeur nutritive lorsqu'exploitées sous des coupes fréquentes ou sous pâturage.

COMMENT. L'expérience a été menée en pâturage simulé par des coupes fréquentes à une hauteur de 7 cm à deux sites (Lévis et Normandin, QC) ou en pâturage avec du bétail à Nappan (N.-É.). Les parcelles étaient coupées ou pâturées lorsque la fléole des prés atteignait environ 25 cm. Dix-huit associations binaires d'une des six espèces de graminées (brome des prés cv. Fleet, dactyle pelotonné cv. Killarney, fétuque des prés cv. Pradel, fétuque élevée cv. Courtenay, fléole des prés cv. Express et pâturin des prés cv. Troy) ont été ensemencées en 2010 soit avec du lotier corniculé (cv. AC Langille), de la luzerne de type pâturage (cv. CRS1001) ou du trèfle blanc (cv. Milkanova). Pour les cinq ans suivant le semis, le rendement en matière sèche, la contribution au rendement des espèces semées, et plusieurs attributs de valeur nutritive ont été mesurés à chaque coupe ou chaque pâturage. Également, le potentiel de production de lait par hectare a été estimé à l'aide du logiciel MILK2013 (Undersander et coll. 2013) afin d'intégrer le rendement et la valeur nutritive du fourrage sous un seul indicateur.

RÉSULTATS PRINCIPAUX. Les six graminées fourragères en mélange avec la luzerne, le lotier ou le trèfle blanc ont bien persisté. Le trèfle blanc en mélange binaire avec une graminée n'a pas bien performé (Tableau 1), un résultat qui confirme ceux obtenus dans deux études réalisées dans l'Est du Canada (McKenzie et coll. 2005; Drapeau and Bélanger 2009). Les mélanges à base de brome des prés ont globalement été les plus performants en termes de rendement fourrager. Le brome des prés avec la luzerne ou le lotier était parmi les meilleurs mélanges légumineuse-graminée pour la production estimée de lait par hectare (Tableau 1). La production estimée de lait la plus élevée a été obtenue avec le mélange de lotier et de brome des prés suivi des mélanges luzerne-fléole des prés et luzerne-brome des prés.

Tableau 1. Production estimée de lait à l'hectare de 18 mélanges légumineuse-graminée à trois sites de l'Est du Canada. Moyenne des cinq années suivant le semis (2011-2015)¹.

| Légumineuse | Graminée | Production estimée de lait (tonne/ha) | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| | | Lévis | Normandin | Nappan | Moyenne |
| Trèfle blanc | Fléole des prés | <u>7,26</u> | <u>6,79</u> | 11,15 | <u>8,52</u> |
| Trèfle blanc | Pâturin des prés | <u>6,70</u> | <u>6,55</u> | 10,57 | <u>8,12</u> |
| Trèfle blanc | Fétuque élevée | <u>7,09</u> | <u>6,35</u> | 12,20 | <u>8,79</u> |
| | Dactyle | | | | |
| Trèfle blanc | pelotonné | <u>7,67</u> | <u>6,19</u> | <u>9,94</u> | <u>8,12</u> |
| Trèfle blanc | Fétuque des prés | <u>6,79</u> | <u>5,95</u> | <u>10,10</u> | <u>7,91</u> |
| Trèfle blanc | Brome des prés | <u>8,23</u> | 7,07 | 11,83 | 9,28 |
| Lotier corniculé | Fléole des prés | 11,87 | 9,28 | <u>10,22</u> | 10,30 |
| Lotier corniculé | Pâturin des prés | 9,94 | 8,84 | 10,90 | 10,05 |
| Lotier corniculé | Fétuque élevée | 9,72 | 8,02 | 10,97 | 9,76 |
| | Dactyle | | | | |
| Lotier corniculé | pelotonné | 11,15 | 8,41 | 10,99 | 10,35 |
| Lotier corniculé | Fétuque des prés | 10,39 | 7,59 | <u>9,25</u> | 9,22 |
| Lotier corniculé | Brome des prés | 12,72 | 9,66 | 10,90 | 11,23 |
| Luzerne | Fléole des prés | 10,87 | 7,61 | 12,75 | 10,56 |
| Luzerne | Pâturin des prés | 9,50 | 7,24 | 11,39 | 9,51 |
| Luzerne | Fétuque élevée | 8,85 | <u>6,37</u> | 11,34 | <u>9,01</u> |
| | Dactyle | | | | |
| Luzerne | pelotonné | 9,14 | <u>6,22</u> | 10,70 | <u>8,85</u> |
| Luzerne | Fétuque des prés | <u>8,62</u> | <u>6,16</u> | 10,72 | <u>8,65</u> |
| Luzerne | Brome des prés | 11,17 | 7,95 | 11,55 | 10,39 |
| Moyenne | | 9,32 | 7,35 | 10,97 | 9,37 |
| Plus petite différence significative, PPDS (5%) | | | | | |
| | Limite supérieure ² | 9,87 | 7,70 | 11,69 | 9,72 |
| | Limite inférieure | 8,76 | 7,00 | 10,25 | 9,02 |

¹Tiré et adapté de Bélanger et coll. (2018).

²Les valeurs des mélanges qui sont supérieures à la moyenne des mélanges plus la moitié de la PPDS sont en caractères gras alors que celles inférieures à la moyenne des mélanges moins la moitié de la PPDS sont soulignées.

EXPÉRIENCE 2 - MÉLANGES COMPLEXES D'UNE LÉGUMINEUSE ET DE PLUSIEURS GRAMINÉES

POURQUOI. L'utilisation de mélanges complexes avec plus de trois espèces fourragères peuvent augmenter le rendement sous pâturage (Papadopoulos et coll. 2012). Entre autres, les mélanges complexes ayant au moins trois espèces de graminée fourragère, dont la fléole des prés et le pâturin des prés, ont bien performé dans des essais réalisés en Nouvelle-Écosse. La diversité des espèces est reconnue comme étant un facteur important de la productivité des pâturages (Tilman et coll. 2001). Peu d'information existe dans l'Est du Canada sur les espèces à utiliser dans les mélanges complexes et sur la valeur nutritive de ces mélanges. Notre objectif était d'identifier quels mélanges complexes d'une légumineuse et de trois ou quatre graminées offrent des rendements élevés et une bonne valeur nutritive lorsqu'exploités sous des coupes fréquentes ou sous pâturage.

COMMENT. Dans cette deuxième expérience aussi menée à trois sites dans l'Est du Canada, on a comparé huit mélanges complexes formés d'une légumineuse (luzerne de type pâturage cv. CRS1001, ou lotier corniculé cv. AC Langille) et de trois ou quatre graminées :

- 1 : fléole des prés cv. Express, fétuque des prés cv. Pradel, pâturin des prés cv. Troy
- 2 : fléole des prés, fétuque des prés, alpiste roseau cv. Venture, pâturin des prés
- 3 : fétuque élevée cv. Courtenay, brome des prés cv. Fleet, dactyle pelotonné cv. Killarney, pâturin des prés
- 4 : fétuque élevée, brome des prés, alpiste roseau, pâturin des prés

Les parcelles étaient coupées à Lévis (QC) et Normandin (QC) et pâturées à Nappan (N.-É.) lorsque la fléole des prés atteignait environ 25 cm. À Nappan, les parcelles étaient pâturées avec les animaux pendant une à deux journées.

RÉSULTATS PRINCIPAUX. À tous les sites, soit avec un pâturage simulé par des coupes fréquentes à Lévis et Normandin (QC) ou avec un pâturage du bétail à Nappan (N.-É.), la proportion de légumineuse a diminué au cours des cinq années suivant le semis. Les animaux au pâturage à Nappan ont eu 40% de plus de gain de poids par unité de surface avec le mélange à base de lotier qu'avec le mélange à base de luzerne (Figure 1); ceci en dépit de rendements et de teneurs en unités nutritives totales (UNT) et protéines brutes plus élevés avec le mélange à base de luzerne comparativement à celui à base de lotier. Les mélanges contenant de la fléole des prés a permis d'obtenir des gains journaliers plus grands que ceux à base de fétuque élevée.

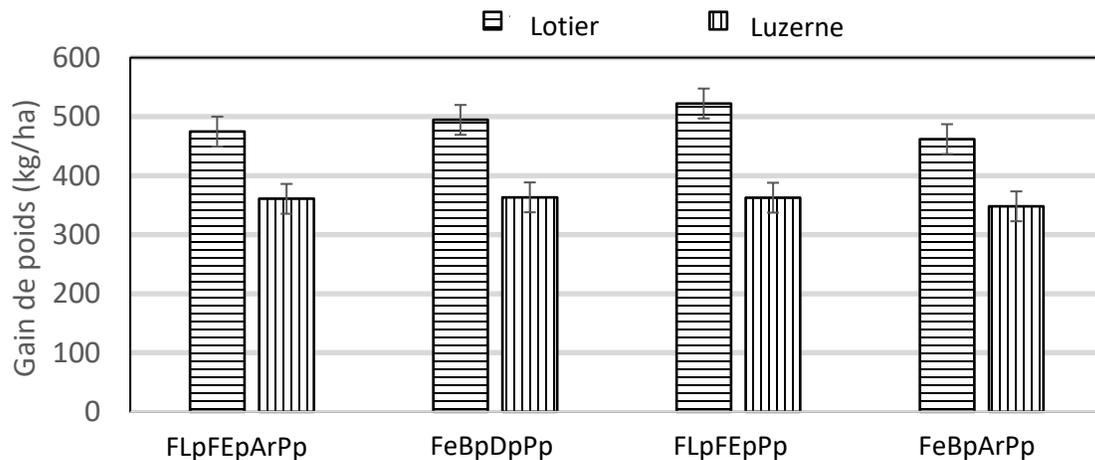


Figure 1: Gain de poids à l'hectare obtenu avec huit mélanges complexes, formés d'une légumineuse et de trois ou quatre graminées, pâturés à Nappan (N.-É.). Moyenne des cinq années suivant le semis (2011-2015). FLp: Fléole des prés, FEp: Fétuque des prés, Pp: Pâturin des prés, Fe: Fétuque élevée, Ar: Alpiste roseau, Bp: Brome des prés, Dp; dactyle pelotonné.

EXPÉRIENCE 3 - MÉLANGES COMPLEXES D'UNE LÉGUMINEUSE ET DE PLUSIEURS GRAMINÉES AVEC FERTILISATION AZOTÉE

POURQUOI. Très peu d'études ont porté sur les besoins en fertilisation azotée de mélanges complexes incluant au moins une légumineuse. Dans une étude réalisée en Suisse, des mélanges graminées-légumineuses fertilisés avec 50 kg N/ha ont donné des rendements comparables à des monocultures de graminées fertilisées avec 450 kg N/ha lorsque la proportion de légumineuse était maintenue entre 50 et 70% (Nyfeler et coll. 2009). Les recommandations pour la fertilisation azotée des mélanges légumineuse-graminée varient dans l'Est du Canada. Au Québec, une dose annuelle de 75 à 160 kg N/ha est recommandée lorsqu'il y a moins de 40% de légumineuse alors que 0 à 75 kg N/ha sont recommandés lorsqu'il y a plus de 40% de légumineuse dans le fourrage. Au Canada Atlantique, la dose d'azote recommandée varie de 60 à 100 kg N/ha avec une proportion grandissante de graminées. Même si la proportion de légumineuse représente plus de 70%, une fertilisation azotée est recommandée. En Ontario, aucune fertilisation azotée n'est recommandée si la proportion de légumineuse est supérieure à 50%.

Dans l'expérience 2, deux combinaisons de graminées ont donné les meilleurs résultats en termes de rendement fourragers et de gains de poids animal. Une des deux combinaisons incluait la fléole des prés et la fétuque des prés, alors que la deuxième combinaison incluait la fétuque élevée et le brome des prés. La fléole des prés et la fétuque des prés ne sont pas tolérantes aux coupes fréquentes (Kunelius et coll. 2003; Drapeau et Bélanger 2009). La fléole des prés a un potentiel de regain limité mais elle est très bien adaptée aux conditions de l'Est du Canada. La fétuque des prés est peu utilisée dans l'Est du Canada mais elle l'est davantage dans les pays scandinaves où elle est surtout cultivée en mélange avec la fléole des prés. La fétuque élevée et le brome des prés sont des espèces relativement nouvelles dans l'Est du Canada. Elles ont un potentiel de regain excellent et une bonne tolérance aux coupes fréquentes. La luzerne a un excellent potentiel de rendement mais elle est sensible aux stress abiotiques, particulièrement ceux associés à l'hiver. Comparativement à la luzerne, le lotier corniculé a un potentiel de rendement plus faible mais il a une plus grande tolérance aux mauvaises conditions de croissance. Notre objectif global était d'identifier des mélanges complexes persistants ayant de bons rendements, une valeur nutritive élevée et de faibles besoins en azote.

COMMENT. Cette expérience visait les mélanges complexes construits pour avoir des espèces représentant deux grands groupes fonctionnels (légumineuses et graminées). Les graminées avaient soit un mauvais regain et/ou une mauvaise tolérance aux coupes fréquentes (fléole des prés cv. Express et fétuque des prés cv. Pradel) ou soit un regain rapide et une bonne tolérance aux coupes fréquentes (fétuque élevée cv. Courtenay et brome des prés cv. Fleet). Le pâturin des prés cv. Troy et l'alpiste roseau cv. Venture étaient inclus dans les deux combinaisons. Les légumineuses avaient soit un faible potentiel de rendement et une bonne tolérance aux mauvaises conditions de croissance (lotier corniculé cv. AC Langille) ou soit un potentiel élevé de rendement et une faible tolérance aux conditions difficiles de croissance (luzerne de type pâturage cv. CRS1001). Ces mélanges complexes ont été étudiés sous trois doses de fertilisation azotée (0, 60, et 120 kg N/ha) en faisant l'hypothèse que la présence d'une légumineuse réduit les besoins en fertilisation azotée. Les parcelles étaient pâturées lorsque la fléole des prés ou le couvert végétal atteignait environ 25 cm.

RÉSULTATS PRINCIPAUX. L'espèce de légumineuse, soit la luzerne ou le lotier corniculé, n'a pas eu d'effet sur le rendement fourrager annuel à aucun des trois sites et aux trois années suivant le semis (Tableau 2). La proportion de légumineuse en deuxième et troisième années de production était toutefois moins de 30% au trois sites. Cette faible proportion reflète le défi de maintenir des légumineuses fourragères sous les conditions de pâturage dans l'Est du Canada.

Tableau 2. Effets principaux de la légumineuse, du mélange de graminées et de la fertilisation azotée sur le rendement fourrager annuel (tonne/ha) au cours de trois années suivant le semis à trois sites de l'Est du Canada.

| Site | Année | Légumineuse | | | Mélange de graminées | | | Dose de N (kg/ha) | | | |
|--------------|-------|-------------|--------|-----------------|-------------------------|-----------------------|--------|-------------------|------|------|--------|
| | | Luzerne | Lotier | P | FLpFEpArPp ¹ | FeBpArPp ¹ | P | 0 | 60 | 120 | P |
| Nappan | 1 | 7,6 | 7,1 | ns ² | 7,7 | 7,0 | 0,061 | 6,9 | 7,7 | 7,3 | ns |
| | 2 | 9,5 | 9,3 | ns | 9,5 | 9,3 | ns | 8,6 | 10,2 | 9,4 | 0,058 |
| | 3 | 5,4 | 5,2 | ns | 5,2 | 5,3 | ns | 4,8 | 5,6 | 5,4 | ns |
| Normandin | 1 | 5,0 | 5,2 | ns | 5,2 | 4,9 | ns | 5,1 | 5,0 | 5,0 | ns |
| | 2 | 2,7 | 2,5 | ns | 2,4 | 2,7 | ns | 2,5 | 2,6 | 2,7 | ns |
| | 3 | 3,4 | 3,2 | ns | 3,4 | 3,3 | ns | 2,7 | 3,4 | 3,9 | 0,027 |
| New Liskeard | 1 | 8,3 | 8,6 | ns | 7,8 | 9,1 | <0,001 | 8,4 | 8,5 | 8,5 | ns |
| | 2 | 10,0 | 10,1 | ns | 9,9 | 10,2 | ns | 9,4 | 10,5 | 10,3 | 0,002 |
| | 3 | 7,8 | 7,4 | ns | 6,6 | 8,6 | <0,001 | 6,8 | 7,5 | 8,6 | <0,001 |

¹FLp: Fléole des prés, FEp: Fétuque des prés, Pp: Pâturin des prés, Fe: Fétuque élevée, Ar: Alpiste roseau, Bp: Brome des prés.

²ns, non significatif à $P \leq 0,05$.

Le mélange complexe à base de fétuque élevée et de brome des prés a donné de meilleurs rendements fourragers annuels que le mélange à base de fléole des prés et de fétuque des prés à New Liskeard (ON), mais des rendements similaires à Normandin (QC) et Nappan (N.-É.) (Tableau 2). Le mélange à base de fléole des prés et de fétuque des prés avait généralement des teneurs plus faibles en NDF, et plus élevées en N, que le mélange à base de fétuque élevée et de brome des prés en deuxième et troisièmes années de production. L'alpiste roseau et le pâturin des prés, deux espèces qu'on retrouvait dans tous les mélanges, ont peu contribué au rendement, même en troisième année de production (0-12%).

La fertilisation azotée de mélanges complexes incluant une légumineuse et quatre graminées n'a pas augmenté le rendement aux trois sites au cours de la première année de production mais l'a augmenté au cours des deuxième et troisième années de production (Tableau 2). L'absence d'une réponse à la fertilisation azotée la première année de production est attribuée à la présence significative de légumineuses ($\approx 40\%$). Lors des deuxième et troisième années de production, les deux légumineuses ont contribué moins de 30% du rendement fourrager. Nous en concluons qu'une fertilisation azotée devient requise lorsque les légumineuses contribuent à moins de 40% au rendement fourrager. Les besoins en fertilisation azotée des mélanges légumineuses-graminées s'accroissent avec l'âge de la prairie, et ce, au fur et à mesure que la proportion de légumineuses diminue en bas de 40%.

La fertilisation azotée a augmenté la teneur en N du fourrage, a diminué la teneur en sucres non-structuraux, et a eu peu d'effet sur la teneur en fibre NDF, la digestibilité de la matière sèche, et la digestibilité du NDF.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée en grande partie par Agriculture et Agroalimentaire Canada, en plus de contributions additionnelles du *Beef Cattle Research Council*, une division du *Canadian Cattlemen's Association*, et ce, sous l'Initiative des grappes agro-scientifiques. Les auteurs remercient Andrée-Dominique Baillargeon, Geneviève Bégin, Camille Lambert-Beudet, Lucie Lévesque, Danielle Mongrain, Jean-Noël Bouchard, Matthew Crouse et Carla MacKay pour leur soutien technique.

BIBLIOGRAPHIE

- Barnett, F.L., et Posler, G.L. 1983. Performance of cool-season perennial grasses in pure stands and in mixtures with legumes. *Agron. J.* 75:582–586.
- Bélanger, G., Castonguay, Y., et Lajeunesse, J. 2014. Benefits of mixing timothy with alfalfa for forage yield, nutritive value, and weed suppression in northern environments. *Can. J. Plant Sci.* 94:51–60.
- Bélanger, G., Tremblay, G.F., Papadopoulos, Y., Duynisveld, J., Lajeunesse, J., Lafrenière, C., et Fillmore, S.A.E. 2018. Yield and nutritive value of binary legume-grass mixtures under grazing or frequent cutting. *Can. J. Plant Sci.* (sous presse). <https://doi.org/10.1139/CJPS-2017-0183>
- Drapeau, R., et Bélanger, G. 2009. Comparison of meadow fescue and meadow brome grass in monoculture and in association with white clover. *Can. J. Plant Sci.* 89:1059–1063.
- Finn, J.A., Kirwan, L., Connolly, J., Sebastià, M.T., Helgadóttir, Á., et 27 co-auteurs. 2013. Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-yr continental-scale field experiments. *J. Appl. Ecol.* 50:365–375.
- Frankow-Lindberg, B.E., Brophy, C., Collins, R.P., et Connolly, J. 2009. Biodiversity effects on yield and unsown species invasion in a temperate forage ecosystem. *Ann. Bot.* 103:913–921.
- Kunelius, H.T., Dürr, G.H., McRae, K.B., Fillmore, S.A.E., Bélanger, G., et Papadopoulos, Y.A. 2003. Yield, herbage composition, and tillering of timothy cultivars under grazing. *Can. J. Plant Sci.* 83:57–63.
- McKenzie, D.B., Papadopoulos, Y.A., McRae, K.B., et Butt, E. 2005. Compositional changes over four years for binary mixtures of grass species grown with white clover. *Can. J. Plant Sci.* 85:351–360.
- Nyfeler, D., Huguenin-Elie, O., Suter, M., Frossard, E., Connolly, J., et Lüscher, A. 2009. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *J. Appl. Ecol.* 46:683–691.
- Papadopoulos, Y.A., McElroy, M.S., Fillmore, S.A.E., Mcrae, K.B., Duynisveld, J.L., et Fredeen, A.H. 2012. Sward complexity and grass species composition affects the performance of grass-clover pasture mixtures. *Can. J. Plant Sci.* 92:1159–1205.
- Picasso, V.D., Brummer, E.C., Liebman, M., Dixon, P.M., et Wilsey, B.J. 2008. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. *Crop Sci.* 48:331–342.
- Sleugh, B., Moore, K.J., George, J.R., et Brummer, E.C. 2000. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agron. J.* 92:24–29.
- Tracy, B.F., et Sanderson, M.A. 2004. Forage productivity, species evenness and weed invasion in pasture communities. *Agric. Ecosyst. Environ.* 102:175–183.
- Sanderson, M.A., Brink, G., Ruth, L., et Stout, R. 2012. Grass-legume mixtures suppress weeds during establishment better than monocultures. *Agron. J.* 104:36–42.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., et Lehman, C. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294:843–845.
- Undersander, D., Combs, D., Shaver, R., et Hoffman, P. 2013. University of Wisconsin alfalfa/grass evaluation system – MILK 2013. UW Extension.

Forage Symposium

Forage Mixtures Adapted to Grazing

Gilles Bélanger, D.Sc., Agronomy and Forage Crop Physiology¹

Gaëtan Tremblay, Ph.D., Nutritive Value of Ruminant Feeds¹

Yousef Papadopoulos, Ph.D., Forage Genetic Improvement²

John Duynisveld, M.Sc., Beef Cattle Nutrition²

Julie Lajeunesse, M.Sc., Forage Crop Agronomy¹

Carole Lafrenière, Ph.D., Forage Crop Agronomy³

Sherry Fillmore, Specialist in Statistics²

¹Agriculture and Agri-Food Canada, Quebec Research and Development Centre

²Agriculture and Agri-Food Canada, Kentville Research and Development Centre

³Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Unité de recherche et de développement en agroalimentaire de l'Abitibi-Témiscamingue (URDAAT)

HIGHLIGHTS

The proportion of legumes in binary or complex mixtures decreased rapidly during the first few years after seeding in three trials carried out in eastern Canada. Maintaining an adequate proportion (30–40%) of legumes in grazed grasslands remains a key challenge.

Binary mixtures of a legume and a grass species

Under rotational grazing or frequent cutting, timothy, tall fescue, meadow fescue, meadow brome grass, orchardgrass and Kentucky bluegrass grown in binary mixtures with one of three different legumes (alfalfa, birdsfoot trefoil or white clover) persisted well during the five-year period after seeding at three sites (Normandin, QC; Lévis, QC; Nappan, NS). Among these six grass species, meadow brome grass performed particularly well in a mixture with alfalfa or birdsfoot trefoil. White clover did not perform well, regardless of the grass species associated with it.

Complex mixtures of a legume and several grass species

Livestock grazing on a complex birdsfoot trefoil-based mixture at Nappan (NS) showed weight gains per hectare that were markedly higher (+40%) and daily weight gains that were slightly higher than those grazing on a complex alfalfa-based mixture, regardless of the associated grass species. Grazing on timothy- and meadow fescue-based mixtures permitted a daily weight gain higher than for mixtures with tall fescue and meadow brome grass. The legume and grass species chosen for a complex mixture consisting of a legume and three or four grass species therefore affect the performance of grazing animals.

Complex mixtures of a legume and several grass species with nitrogen fertilization

The tall fescue- and meadow brome grass-based complex mixture gave better forage yields than the timothy- and meadow fescue-based mixture at New Liskeard, but yields were similar at Normandin and Nappan. The performance of complex mixtures can therefore vary depending on soil and climate conditions.

Nitrogen fertilization of complex mixtures including a legume and four grass species did not increase the yield at three sites (New Liskeard, ON; Normandin, QC; Nappan, NS) during the year after seeding, but it increased yield during the second and third years after seeding. The absence of a response to nitrogen fertilization in the first year after seeding was attributed to the significant presence of the legume species ($\approx 40\%$). During the second and third years post-seeding, the two legume species contributed less than 30% of the yield. Nitrogen fertilization is therefore required when the legume contributes less than 40% of the yield.

Nitrogen fertilization increased the forage nitrogen concentration, reduced the non-structural sugar concentration and had little effect on the NDF (fibre) concentration, dry matter digestibility, or NDF digestibility.

INTRODUCTION

Forage mixtures offer many benefits compared with grass or legume monocultures. Legume-grass mixtures generally give stable forage yields that are higher than those of monocultures (Sleugh et al. 2000; Bélanger et al. 2014). Legume-grass mixtures also help to reduce weed abundance (Tracy and Sanderson 2004; Picasso et al. 2008; Frankow-Lindberg et al. 2009; Sanderson et al. 2012; Finn et al. 2013; Bélanger et al. 2014) and to increase the nutritive value of the forage. Growing a legume with grasses makes it possible to increase the protein concentration of the

forage (Barnett and Posler 1983), whereas adding a grass to alfalfa helps to increase the non-structural sugar concentration, which can potentially increase nitrogen use efficiency by ruminants (Bélanger et al. 2014). Although forage production in Quebec is based mainly on mixtures of forage species, there is little recent information on the top performing mixtures, particularly under a grazing regime.

Since 2010, we have carried out three experiments to evaluate the performance of several binary mixtures composed of a legume and a grass species, and the performance of complex mixtures composed of a legume and several grass species under rotational grazing or grazing simulated by frequent cutting. Here we present the main results of the data analysis and interpretation carried out to date.

EXPERIMENT 1 – BINARY MIXTURES OF A LEGUME AND A GRASS SPECIES

WHY. Meadow brome grass, orchardgrass, meadow fescue, tall fescue, timothy and Kentucky bluegrass are grass species that are well adapted to the cool climate of eastern Canada. Birdsfoot trefoil, alfalfa and white clover are perennial legumes that are recommended in eastern Canada, but there are few reports in the literature on their performance and nutritive value when grown in association with grasses under a grazing system. Little information exists in eastern Canada on the species that can be used in legume-grass mixtures or on the nutritive value of these mixtures. Our goal was to determine which legume-grass binary mixtures offer high yields and good nutritive value when managed under frequent cutting or grazing.

HOW. The experiment was carried out under grazing simulated by frequent cutting at a height of 7 cm at two sites (Lévis and Normandin, QC) and cattle grazing at Nappan (NS). Plots were cut or grazed when the timothy reached a height of about 25 cm. Eighteen binary mixtures including one of six grass species (meadow brome grass cv. Fleet, orchardgrass cv. Killarney, meadow fescue cv. Pradel, tall fescue cv. Courtenay, timothy cv. Express and Kentucky bluegrass cv. Troy) and either birdsfoot trefoil (cv. AC Langille), grazing-type alfalfa (cv. CRS1001) or white clover (cv. Milkanova) were seeded in 2010. Over the five years following seeding, the dry matter (DM) yield, yield contribution of the sown species, and several nutritive attributes were measured at each cutting or each grazing. In addition, potential milk production per hectare was estimated using the software MILK2013 (Undersander et al. 2013) in order to integrate forage yield and nutritive value in a single indicator.

MAIN RESULTS. The six grass species mixed with alfalfa, trefoil or white clover persisted well. White clover grown in a binary mixture with a grass species did not perform well (Table 1), which is consistent with the findings of two studies conducted in eastern Canada (McKenzie et al. 2005; Drapeau and Bélanger 2009). The meadow brome grass-based mixtures showed the best performance overall in terms of forage yield. Meadow brome grass with alfalfa or trefoil was one of the best legume-grass mixtures in terms of estimated milk production per hectare (Table 1). The highest estimated milk production was obtained with the trefoil-meadow brome grass mixture, followed by the alfalfa-timothy and alfalfa-meadow brome grass mixtures.

Table 1. Estimated milk production per hectare of 18 legume-grass mixtures at three sites in eastern Canada. Average for the five post-seeding years (2011–2015)¹.

| Legume | Grass | Estimated milk production (tonne/ha) | | | |
|--|--------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| | | Lévis | Normandin | Nappan | Mean |
| White clover | Timothy | <u>7.26</u> | <u>6.79</u> | 11.15 | <u>8.52</u> |
| White clover | Kentucky bluegrass | <u>6.70</u> | <u>6.55</u> | 10.57 | <u>8.12</u> |
| White clover | Tall fescue | <u>7.09</u> | <u>6.35</u> | 12.20 | <u>8.79</u> |
| White clover | Orchardgrass | <u>7.67</u> | <u>6.19</u> | <u>9.94</u> | <u>8.12</u> |
| White clover | Meadow fescue | <u>6.79</u> | <u>5.95</u> | <u>10.10</u> | <u>7.91</u> |
| White clover | Meadow bromegrass | <u>8.23</u> | 7.07 | 11.83 | 9.28 |
| Birdsfoot trefoil | Timothy | 11.87 | 9.28 | <u>10.22</u> | 10.30 |
| Birdsfoot trefoil | Kentucky bluegrass | 9.94 | 8.84 | 10.90 | 10.05 |
| Birdsfoot trefoil | Tall fescue | 9.72 | 8.02 | 10.97 | 9.76 |
| Birdsfoot trefoil | Orchardgrass | 11.15 | 8.41 | 10.99 | 10.35 |
| Birdsfoot trefoil | Meadow fescue | 10.39 | 7.59 | <u>9.25</u> | 9.22 |
| Birdsfoot trefoil | Meadow bromegrass | 12.72 | 9.66 | 10.90 | 11.23 |
| Alfalfa | Timothy | 10.87 | 7.61 | 12.75 | 10.56 |
| Alfalfa | Kentucky bluegrass | 9.50 | 7.24 | 11.39 | 9.51 |
| Alfalfa | Tall fescue | 8.85 | <u>6.37</u> | 11.34 | <u>9.01</u> |
| Alfalfa | Orchardgrass | 9.14 | <u>6.22</u> | 10.70 | <u>8.85</u> |
| Alfalfa | Meadow fescue | <u>8.62</u> | <u>6.16</u> | 10.72 | <u>8.65</u> |
| Alfalfa | Meadow bromegrass | 11.17 | 7.95 | 11.55 | 10.39 |
| Mean | | 9.32 | 7.35 | 10.97 | 9.37 |
| Least significant difference, LSD (5%) | | | | | |
| | Upper limit ² | 9.87 | 7.70 | 11.69 | 9.72 |
| | Lower limit | 8.76 | 7.00 | 10.25 | 9.02 |

¹Extracted and adapted from Bélanger et al. (2018).

²Mixtures with values higher than the mean of the mixtures plus half of the LSD are shown in bold, whereas those with values lower than the mean of the mixtures minus half of the LSD are underlined.

EXPERIMENT 2 – COMPLEX MIXTURES OF A LEGUME AND SEVERAL GRASS SPECIES

WHY. The use of complex mixtures with more than three forage species can increase the pasture yield (Papadopoulos et al. 2012). Among others, complex mixtures with at least three forage grass species, including timothy and Kentucky bluegrass, performed well in the trials conducted in Nova Scotia. Species diversity is recognized as an important factor in pasture productivity (Tilman et al. 2001). Little information is available in eastern Canada regarding the species to include in complex mixtures or the nutritive value of these mixtures. Our goal was to identify which complex mixtures of a legume and three or four grass species offered high yields and good nutritive value when managed with frequent cutting or grazing.

HOW. In this second experiment likewise carried out at three sites in eastern Canada, we compared eight complex mixtures composed of a legume (grazing alfalfa cv. CRS1001 or birdsfoot trefoil cv. AC Langille) and three or four grass species:

- 1: timothy cv. Express, meadow fescue cv. Pradel, Kentucky bluegrass cv. Troy
- 2: timothy, meadow fescue, reed canarygrass cv. Venture, Kentucky bluegrass
- 3: tall fescue cv. Courtenay, meadow brome grass cv. Fleet, orchardgrass cv. Killarney, Kentucky bluegrass
- 4: tall fescue, meadow brome grass, reed canarygrass, Kentucky bluegrass

Plots were cut at Lévis (QC) and Normandin (QC), and grazed at Nappan (NS) when the timothy reached a height of about 25 cm. At Nappan, livestock were allowed to graze the plots for one to two days.

MAIN RESULTS. At all the sites, that is, grazing simulated by frequent cutting at Lévis and Normandin (QC) and cattle grazing at Nappan (NS), the proportion of legumes decreased over the five years after seeding. Livestock that grazed at Nappan showed 40% greater weight gain per unit area with the trefoil-based mixture as compared to the alfalfa-based mixture (Figure 1), despite the higher yields and total digestible nutrients (TDN) and crude protein concentrations of the alfalfa-based mixture relative to the trefoil-based mixture. Mixtures containing timothy gave higher daily gains than tall fescue-based mixtures.

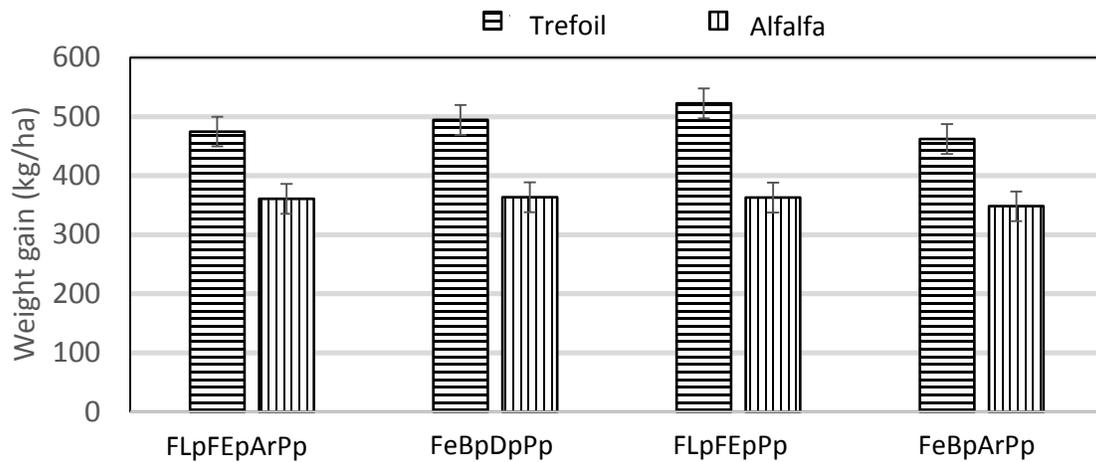


Figure 1: Weight gain per hectare of livestock that grazed at Nappan (NS) in relation to eight complex mixtures of a legume species and three or four grass species. Average for the five post-seeding years (2011–2015). FLp: timothy, FEp: meadow fescue, Pp: Kentucky bluegrass, Fe: tall fescue, Ar: reed canarygrass, Bp: meadow brome grass, Dp; orchardgrass.

EXPERIMENT 3 – COMPLEX MIXTURES OF A LEGUME AND SEVERAL GRASS SPECIES WITH NITROGEN FERTILIZATION

WHY. Very few studies have focused on the nitrogen fertilization requirements of complex mixtures including at least one legume. In a Swiss study, grass-legume mixtures fertilized with 50 kg N/ha gave yields comparable to those of grass monocultures fertilized with 450 kg N/ha when the proportion of legumes was held at between 50% and 70% (Nyfeler et al. 2009). Recommendations for nitrogen fertilization of legume-grass mixtures vary in eastern Canada. In Quebec, an annual application rate of 75 to 160 kg N/ha is recommended when the proportion of legumes in the forage mixture is less than 40% compared with 0 to 75 kg N/ha when the proportion is greater than 40%. In Atlantic Canada, the recommended rate ranges from 60 to 100 kg N/ha with an increasing proportion of grasses. Nitrogen fertilization is recommended even if the proportion of legumes is greater than 70%. In Ontario, no fertilization is recommended if the proportion of legumes is greater than 50%.

In experiment 2, two grass combinations gave the best results in terms of forage yield and animal weight gain. One combination included timothy and meadow fescue; the other, tall fescue and meadow brome grass. Timothy and meadow fescue are not tolerant to frequent cutting (Kunelius et al. 2003; Drapeau and Bélanger 2009). Timothy has limited regrowth potential but it is well adapted to conditions in eastern Canada. Meadow fescue is used little in eastern Canada. It is used widely in Scandinavian countries, where it is grown mainly in association with timothy. Tall fescue and meadow brome grass are fairly new species in eastern Canada. They have excellent regrowth potential and good tolerance to frequent cutting. Alfalfa has excellent yield potential but it is very sensitive to abiotic stresses, particularly winter stresses. Birdsfoot trefoil has a lower yield potential than alfalfa but better tolerance to poor growing conditions. Our overall objective was to identify persistent complex mixtures with good yields, high nutritive value and low nitrogen requirements.

HOW. This experiment focused on complex mixtures designed to include two major functional groups (legumes and grasses). The grasses had either poor regrowth and/or poor tolerance to frequent cutting (timothy cv. Express and meadow fescue cv. Pradel) or rapid regrowth and good tolerance to frequent cutting (tall fescue cv. Courtenay and meadow brome grass cv. Fleet). Kentucky bluegrass cv. Troy and reed canarygrass cv. Venture were included in the two combinations. The legumes had either a low yield potential and good tolerance to poor growing conditions (birdsfoot trefoil cv. AC Langille) or a high yield potential and poor tolerance to difficult growing conditions (grazing-type alfalfa cv. CRS1001). These complex mixtures were studied using three nitrogen fertilization rates (0, 60, and 120 kg N/ha) based on the assumption that the presence of a legume reduces the need for nitrogen fertilization. Plots were grazed when the timothy or the vegetation cover reached a height of about 25 cm.

MAIN RESULTS. The legume species, either alfalfa or birdsfoot trefoil, had no effect on the annual forage yield at any of the three sites during the three years after seeding (Table 2). The proportion of legumes in the second and third years of production nonetheless remained below 30% at all three sites. This low proportion points up the challenge involved in maintaining forage legumes under grazing conditions in eastern Canada.

Table 2. Main effects of the legume, the grass mixture and nitrogen fertilization on the annual forage yield (tonne/ha) during the three years after seeding at three sites in eastern Canada.

| Site | Year | Legume | | | Mixture of grasses | | | N rate (kg/ha) | | | |
|--------------|------|---------|---------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|----------------|------|------|-----------|
| | | Alfalfa | Trefoil | <i>P</i> | FLpFEpArPp ¹ | FeBpArPp ¹ | <i>P</i> | 0 | 60 | 120 | <i>P</i> |
| Nappan | 1 | 7.6 | 7.1 | <i>ns</i> ² | 7.7 | 7.0 | 0.061 | 6.9 | 7.7 | 7.3 | <i>ns</i> |
| | 2 | 9.5 | 9.3 | <i>ns</i> | 9.5 | 9.3 | <i>ns</i> | 8.6 | 10.2 | 9.4 | 0.058 |
| | 3 | 5.4 | 5.2 | <i>ns</i> | 5.2 | 5.3 | <i>ns</i> | 4.8 | 5.6 | 5.4 | <i>ns</i> |
| Normandin | 1 | 5.0 | 5.2 | <i>ns</i> | 5.2 | 4.9 | <i>ns</i> | 5.1 | 5.0 | 5.0 | <i>ns</i> |
| | 2 | 2.7 | 2.5 | <i>ns</i> | 2.4 | 2.7 | <i>ns</i> | 2.5 | 2.6 | 2.7 | <i>ns</i> |
| | 3 | 3.4 | 3.2 | <i>ns</i> | 3.4 | 3.3 | <i>ns</i> | 2.7 | 3.4 | 3.9 | 0.027 |
| New Liskeard | 1 | 8.3 | 8.6 | <i>ns</i> | 7.8 | 9.1 | <0.001 | 8.4 | 8.5 | 8.5 | <i>ns</i> |
| | 2 | 10.0 | 10.1 | <i>ns</i> | 9.9 | 10.2 | <i>ns</i> | 9.4 | 10.5 | 10.3 | 0.002 |
| | 3 | 7.8 | 7.4 | <i>ns</i> | 6.6 | 8.6 | <0.001 | 6.8 | 7.5 | 8.6 | <0.001 |

¹FLp: Timothy, FEp: Meadow fescue, Pp: Kentucky bluegrass, Fe: Tall fescue, Ar: Reed canarygrass, Bp: Meadow brome grass.

²*ns*, not significant at $P \leq 0.05$.

The complex mixture including tall fescue and meadow brome grass gave better annual forage yields than the mixture with timothy and meadow fescue at New Liskeard (ON) but similar yields at Normandin (QC) and Nappan (NS) (Table 2). The mixture with timothy and meadow fescue generally had lower NDF concentrations, and higher N concentrations, than the mixture with tall fescue and meadow brome grass in the second and third years of production. Reed canarygrass and Kentucky bluegrass, two species included in all the mixtures, contributed little to the yield, even in the third year of production (0-12%).

Nitrogen fertilization of complex mixtures of a legume and four grass species did not increase yield at the three sites during the first year after seeding but increased yield during the second and third years post-seeding (Table 2). The absence of a response to nitrogen fertilization in the first year after seeding is attributed to the significant presence of legumes ($\approx 40\%$). During the second and third years post-seeding, the two legumes contributed less than 30% of the forage yield. We can conclude that nitrogen fertilization is necessary when legumes account for less than 40% of the forage yield. The nitrogen fertilization requirements of legume-grass mixtures increase with the age of the forage stand and as the proportion of legumes falls below 40%.

Nitrogen fertilization increased the N concentration of the forage, reduced the non-structural sugar concentration, and had little effect on NDF concentration, dry matter digestibility or NDF digestibility.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded in large part by Agriculture and Agri-Food Canada, with additional contributions from the *Beef Cattle Research Council*, a division of the *Canadian Cattlemen's Association*, under the Canadian Agri-Science Clusters Initiative. The authors extend their thanks to Andrée-Dominique Baillargeon, Geneviève Bégin, Camille Lambert-Beaudet, Lucie Lévesque, Danielle Mongrain, Jean-Noël Bouchard, Matthew Crouse and Carla MacKay for their technical assistance.

BIBLIOGRAPHY

- Barnett, F.L., and Posler, G.L. 1983. Performance of cool-season perennial grasses in pure stands and in mixtures with legumes. *Agron. J.* 75:582–586.
- Bélangier, G., Castonguay, Y., and Lajeunesse, J. 2014. Benefits of mixing timothy with alfalfa for forage yield, nutritive value, and weed suppression in northern environments. *Can. J. Plant Sci.* 94:51–60.
- Bélangier, G., Tremblay, G.F., Papadopoulos, Y., Duynisveld, J., Lajeunesse, J., Lafrenière, C., and Fillmore, S.A.E. 2018. Yield and nutritive value of binary legume-grass mixtures under grazing or frequent cutting. *Can. J. Plant Sci.* (in press). <https://doi.org/10.1139/CJPS-2017-0183>
- Drapeau, R., and Bélangier, G. 2009. Comparison of meadow fescue and meadow brome grass in monoculture and in association with white clover. *Can. J. Plant Sci.* 89:1059–1063.
- Finn, J.A., Kirwan, L., Connolly, J., Sebastià, M.T., Helgadóttir, Á., and 27 co-authors. 2013. Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-yr continental-scale field experiments. *J. Appl. Ecol.* 50:365–375.
- Frankow-Lindberg, B.E., Brophy, C., Collins, R.P., and Connolly, J. 2009. Biodiversity effects on yield and unsown species invasion in a temperate forage ecosystem. *Ann. Bot.* 103:913–921.
- Kunelius, H.T., Dürr, G.H., McRae, K.B., Fillmore, S.A.E., Bélangier, G., and Papadopoulos, Y.A. 2003. Yield, herbage composition, and tillering of timothy cultivars under grazing. *Can. J. Plant Sci.* 83:57–63.
- McKenzie, D.B., Papadopoulos, Y.A., McRae, K.B., and Butt, E. 2005. Compositional changes over four years for binary mixtures of grass species grown with white clover. *Can. J. Plant Sci.* 85: 351–360.
- Nyfelner, D., Huguenin-Elie, O., Suter, M., Frossard, E., Connolly, J., and Lüscher, A. 2009. Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *J. Appl. Ecol.* 46:683–691.
- Papadopoulos, Y.A., McElroy, M.S., Fillmore, S.A.E., McRae, K.B., Duynisveld, J.L., and Fredeen, A.H. 2012. Sward complexity and grass species composition affects the performance of grass-clover pasture mixtures. *Can. J. Plant Sci.* 92:1159–1205.
- Picasso, V.D., Brummer, E.C., Liebman, M., Dixon, P.M., and Wilsey, B.J. 2008. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. *Crop Sci.* 48:331–342.
- Sanderson, M.A., Brink, G., Ruth, L., and Stout, R. 2012. Grass-legume mixtures suppress weeds during establishment better than monocultures. *Agron. J.* 104:36–42.
- Sleugh, B., Moore, K.J., George, J.R., and Brummer, E.C. 2000. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agron. J.* 92:24–29.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., and Lehman, C. 2001. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science* 294:843–845. Tracy, B.F., and Sanderson, M.A. 2004. Forage productivity, species evenness and weed invasion in pasture communities. *Agric. Ecosyst. Environ.* 102:175–183.
- Undersander, D., Combs, D., Shaver, R., and Hoffman, P. 2013. University of Wisconsin alfalfa/grass evaluation system – MILK 2013. UW Extension.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Mélanges fourragers adaptés au pâturage

G. Bélanger et G. Tremblay (AAC Québec)

Y. Papadopoulos, J. Duynisveld et S. Fillmore (AAC Kentville)

J. Lajeunesse (AAC Normandin)

C. Lafrenière (UQAT)

Canada

Mélanges fourragers

- Quelles espèces utiliser dans les mélanges fourragers?
 - 4 légumineuses et 11 graminées



Mélanges fourragers

- Quelles espèces utiliser dans les mélanges fourragers?
- Peu d'information récente sur les mélanges fourragers dans l'Est du Canada
 - Sous pâturage
 - Performance à long-terme



Objectif et approche

- Identifier les mélanges les plus performants sous pâturage
 - Une légumineuse avec une ou plusieurs graminées

Objectif et approche

- Identifier les mélanges les plus performants sous pâturage
- Trois expériences multi-sites depuis 2010
 - Nappan (N.-É.)
 - Lévis (Qc)
 - Normandin (Qc)
 - New Liskeard (Ont.)

Objectif et approche

- Identifier les mélanges les plus performants sous pâturage
- Trois expériences multi-sites depuis 2010
 - Nappan (N.-É.)
 - Lévis (Qc)
 - Normandin (Qc)
 - New Liskeard (Ont.)



Objectif et approche

- Sous pâturage avec des animaux
 - 1 à 3 jours
- Sous coupes fréquentes pour simuler le pâturage
- Pâturées ou coupées lorsque la fléole des prés ou le couvert atteignait environ 25 cm de hauteur



Mesures

- Rendement fourrager
- Proportion des espèces semées dans le fourrage
- Valeur nutritive
 - Teneur en fibres, N, et sucres
 - Digestibilité
 - Production estimée de lait
 - Expérience 1
 - MILK2013 (Undersander et al. 2013)
 - Gain de poids
 - Expérience 2 - Nappan



Expérience 1

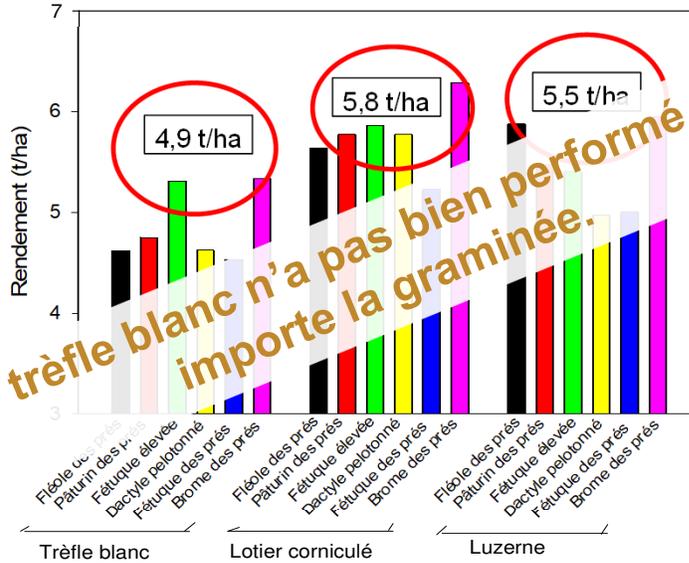
- 18 mélanges binaires d'une légumineuse et d'une graminée
- Trois légumineuses
 - Lotier corniculé (AC Langille)
 - Luzerne (CRS1001)
 - Trèfle blanc (Milkanova)
- Six graminées
 - Fléole des prés (Express)
 - Pâturin des prés (Troy)
 - Fétuque élevée (Courtenay)
 - Dactyle pelotonné (Killarney)
 - Fétuque des prés (Pradel)
 - Brome des prés (Fleet)

Expérience 1

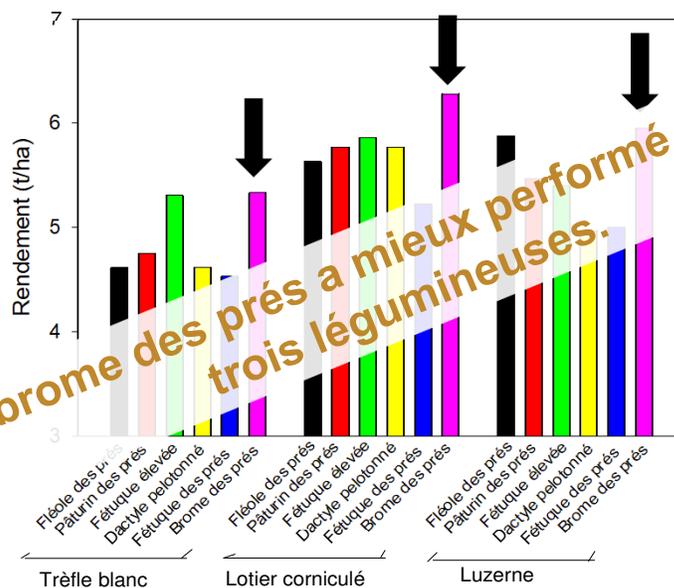
- 18 mélanges binaires d'une légumineuse et d'une graminée
- Trois sites
 - Nappan: pâturage avec animaux
 - Lévis: coupe fréquentes
 - Normandin: coupes fréquentes
- Semis en 2010
- 5 années suivant le semis (2011-2015)



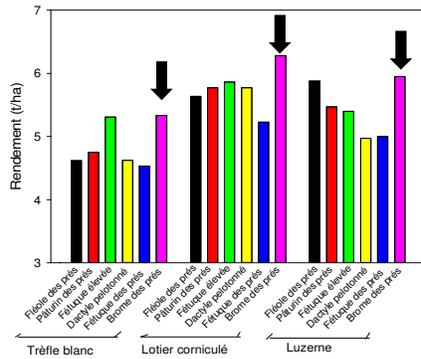
Rendement fourrager annuel – 3 sites et 5 ans



Rendement fourrager annuel – 3 sites et 5 ans

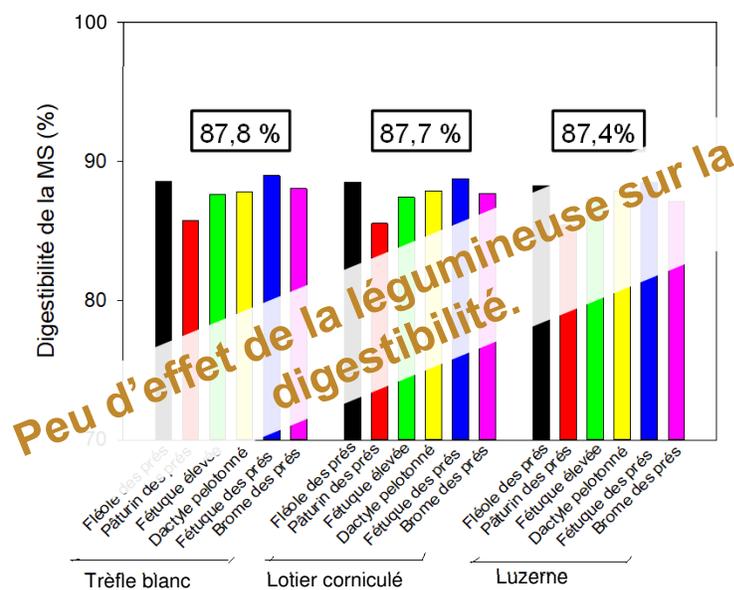


Rendement fourrager annuel – 3 sites et 5 ans

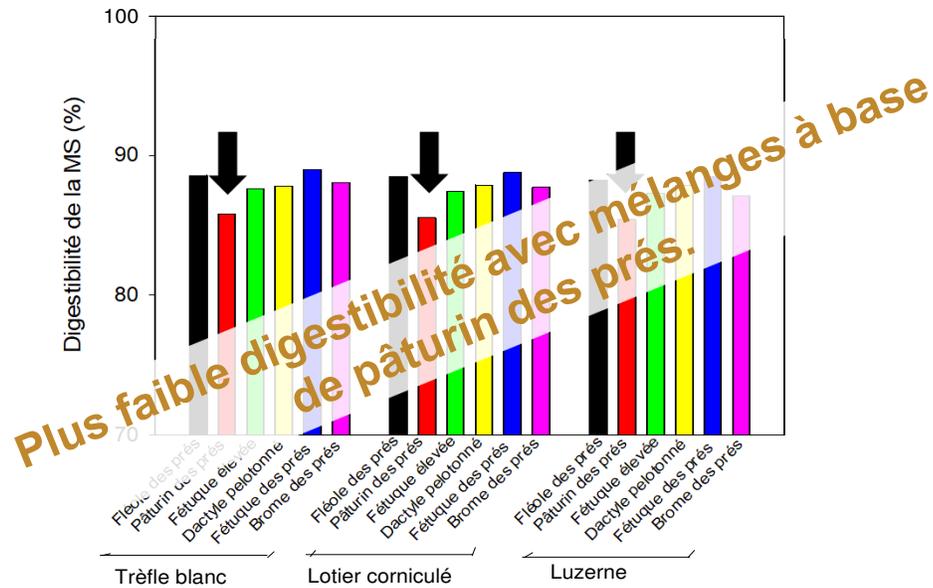


| Mélanges à base de | Rendement (tonne/ha) |
|--------------------|----------------------|
| Fléole des prés | 5,4 |
| Pâturin des prés | 5,3 |
| Fétuque élevée | 5,5 |
| Dactyle | 5,1 |
| Fétuque des prés | 4,9 |
| Brome des prés | 5,9 |

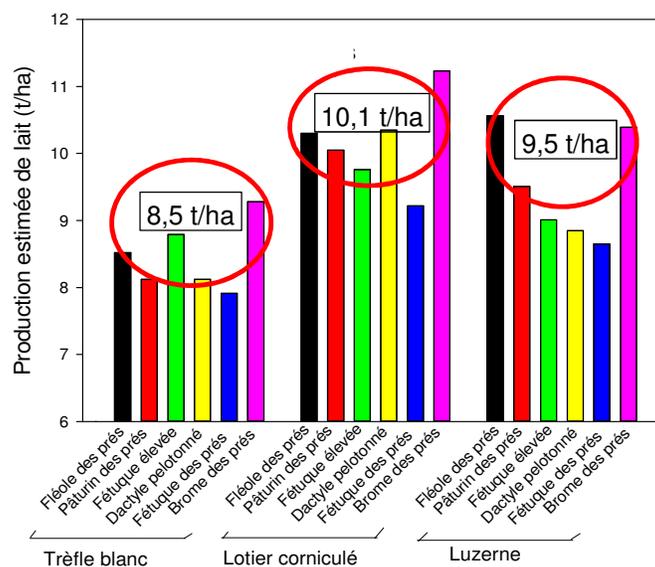
Digestibilité de la matière sèche – 3 sites et 5 ans



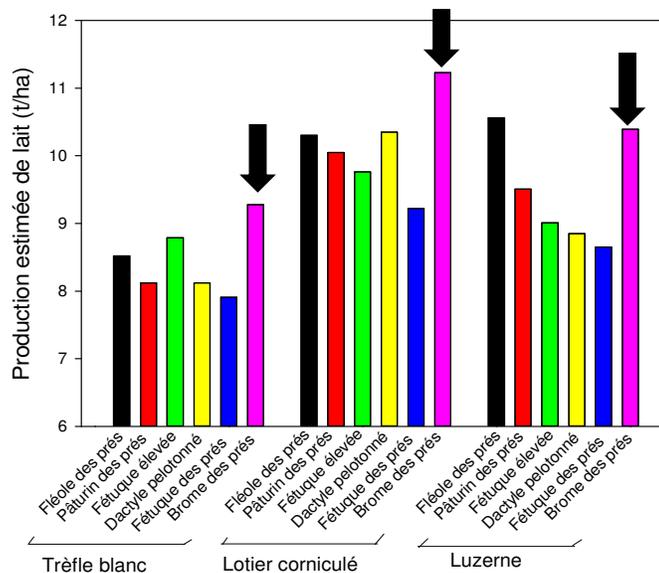
Digestibilité de la matière sèche – 3 sites et 5 ans



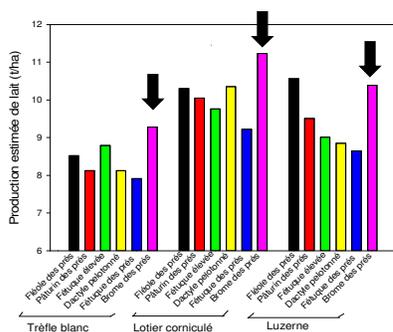
Production estimée de lait à l'hectare – 3 sites et 5 ans



Production estimée de lait à l'hectare – 3 sites et 5 ans

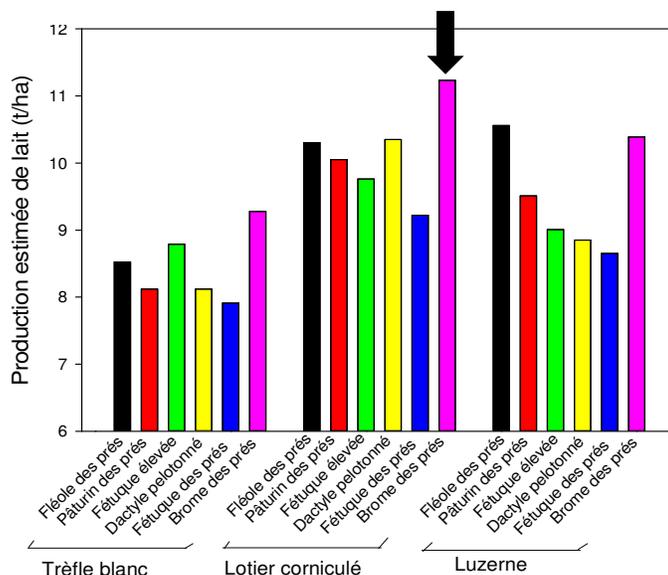


Production estimée de lait à l'hectare – 3 sites et 5 ans



| Mélanges à base de | Production de lait (tonne/ha) |
|--------------------|-------------------------------|
| Fléole des prés | 9,8 |
| Pâturin des prés | 9,3 |
| Fétuque élevée | 9,2 |
| Dactyle | 9,1 |
| Fétuque des prés | 8,6 |
| Brome des prés | 10,3 |

Production estimée de lait à l'hectare – 3 sites et 5 ans



Conclusions - Expérience 1

- Le trèfle blanc en mélange binaire avec une graminée n'a pas bien performé.
- Les six graminées fourragères en mélange avec la luzerne, le lotier ou le trèfle blanc ont bien persisté.
- Peu d'effets des mélanges sur la valeur nutritive.
- Meilleur mélange binaire:
 - Lotier + Brome des prés

Expérience 2

- 8 mélanges complexes d'une légumineuse et de plusieurs graminées

Expérience 2

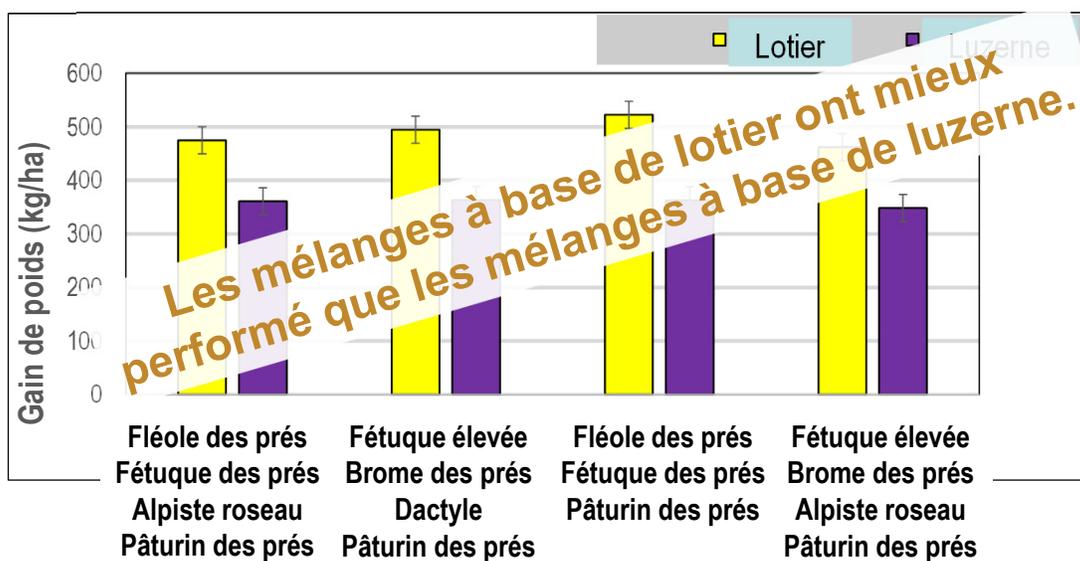
- 2 légumineuses
 - Luzerne
 - Lotier
- 4 mélanges de graminées
 - **fléole des prés, fétuque des prés, pâturin des prés**
 - **fléole des prés, fétuque des prés, alpiste roseau, pâturin des prés**
 - **fétuque élevée, brome des prés, dactyle, pâturin des prés**
 - **fétuque élevée, brome des prés, alpiste roseau, pâturin des prés**

Expérience 2

- 8 mélanges complexes d'une légumineuse et de plusieurs graminées
- Trois sites
 - Nappan: pâturage avec animaux
 - Lévis: coupe fréquentes
 - Normandin: coupes fréquentes
- Semis en 2010
- 5 années suivant le semis (2011-2015)

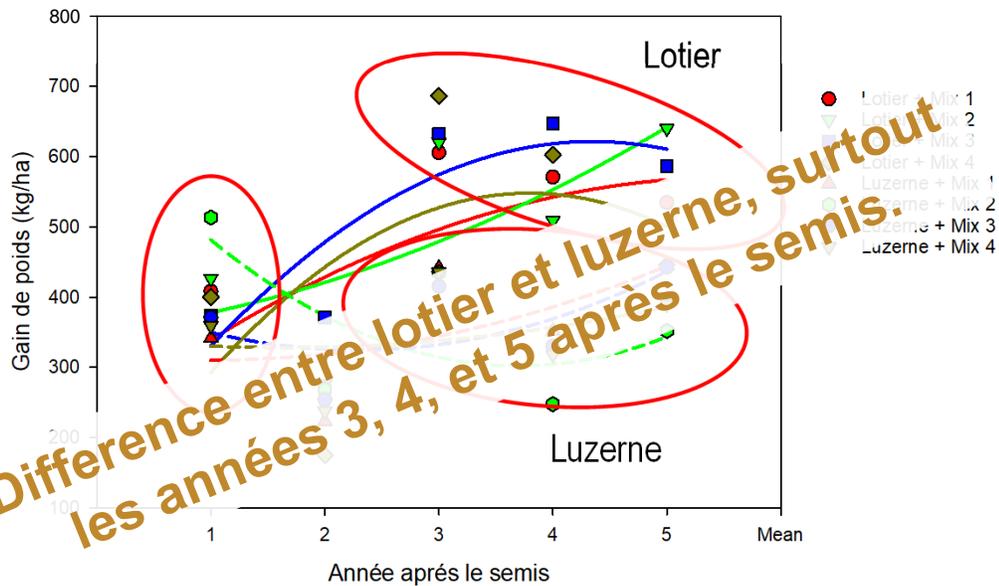


Gain de poids par hectare



Moyenne de 5 années après le semis (2011-2015) à Nappan

Gain de poids par hectare



Conclusions - Expérience 2

- Mélanges à base de lotier vs. luzerne
 - 40% de plus de gain de poids par unité de surface
- Mélanges contenant de la fléole des prés/fétuque des prés vs. fétuque élevée/brome des prés:
 - Gains journaliers plus élevés

Expérience 3

- 4 mélanges complexes d'une légumineuse et de plusieurs graminées avec fertilisation azotée
- Trois sites
 - Nappan: pâturage avec animaux
 - Normandin: pâturage avec animaux
 - New Liskeard: pâturage avec animaux
- Semis en 2014
- 3 années suivant le semis (2014-2016)

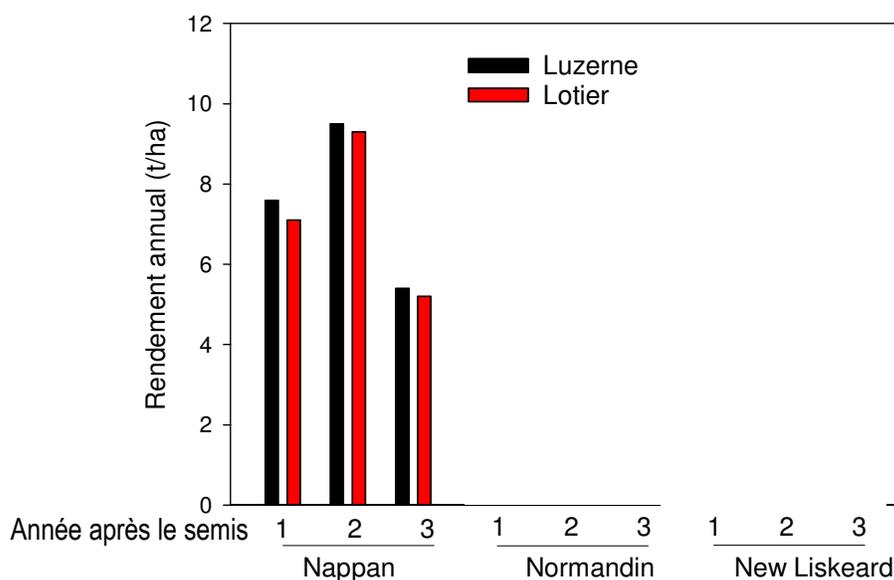
Expérience 3

- 2 légumineuses
 - Luzerne
 - rendement élevé, peu tolérante au stress
 - Lotier
 - rendement moyen, tolérante au stress
- 2 mélanges de graminées
 - **fléole des prés, fétuque des prés**, alpiste roseau, pâturin des prés
 - faible regain et/ou peu tolérant aux coupes fréquentes)
 - **féтуque élevée, brome des prés**, alpiste roseau, pâturin des prés
 - bon regain et tolérant aux coupes fréquentes

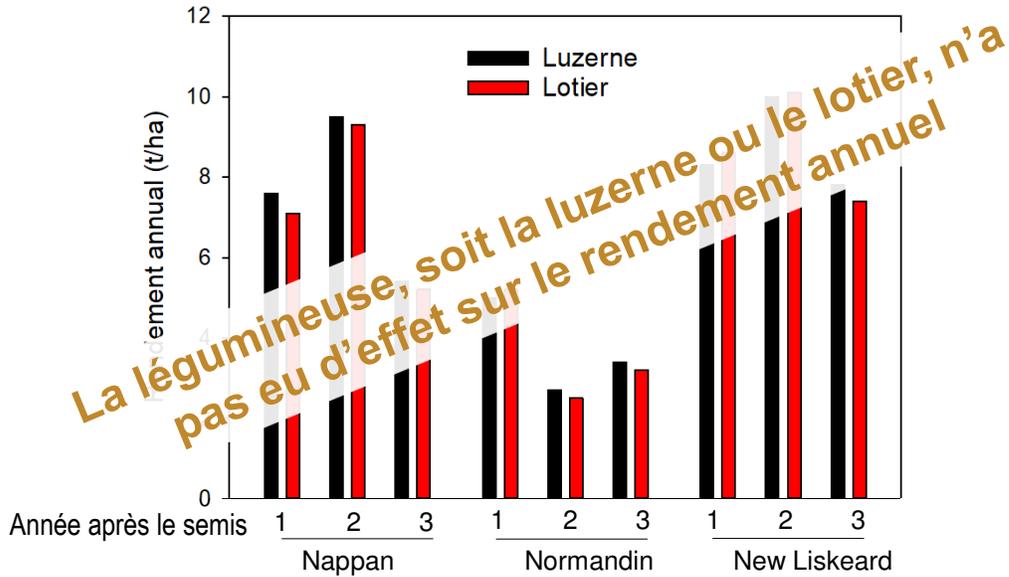
Expérience 3

- 2 légumineuses
 - Luzerne
 - Lotier
- 2 mélanges de graminées
 - fléole des prés, fétuque des prés, alpiste roseau, pâturin des prés
 - fétuque élevée, brome des prés, alpiste roseau, pâturin des prés
- 3 doses de N
 - 0, 60, 120 kg N/ha
 - 60 au printemps et 60 après le deuxième pâturage

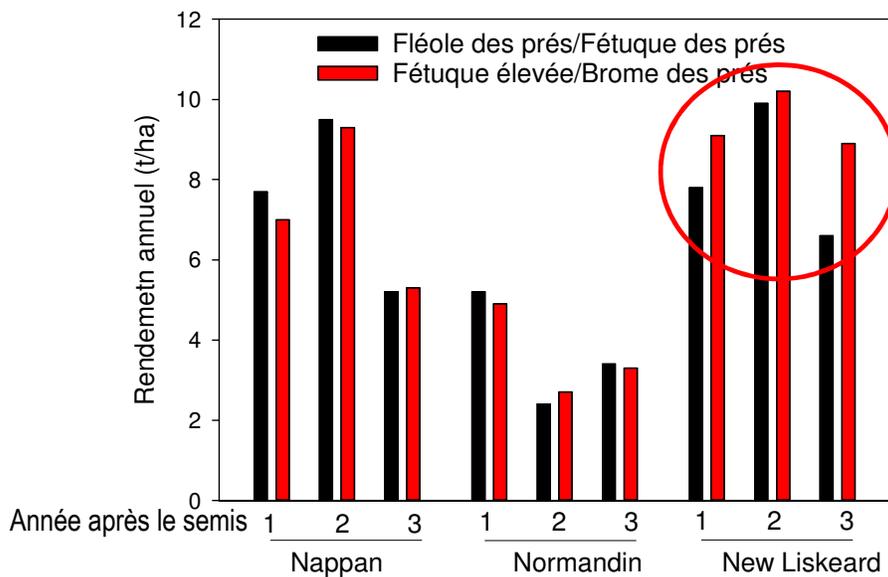
Rendement fourrager annuel



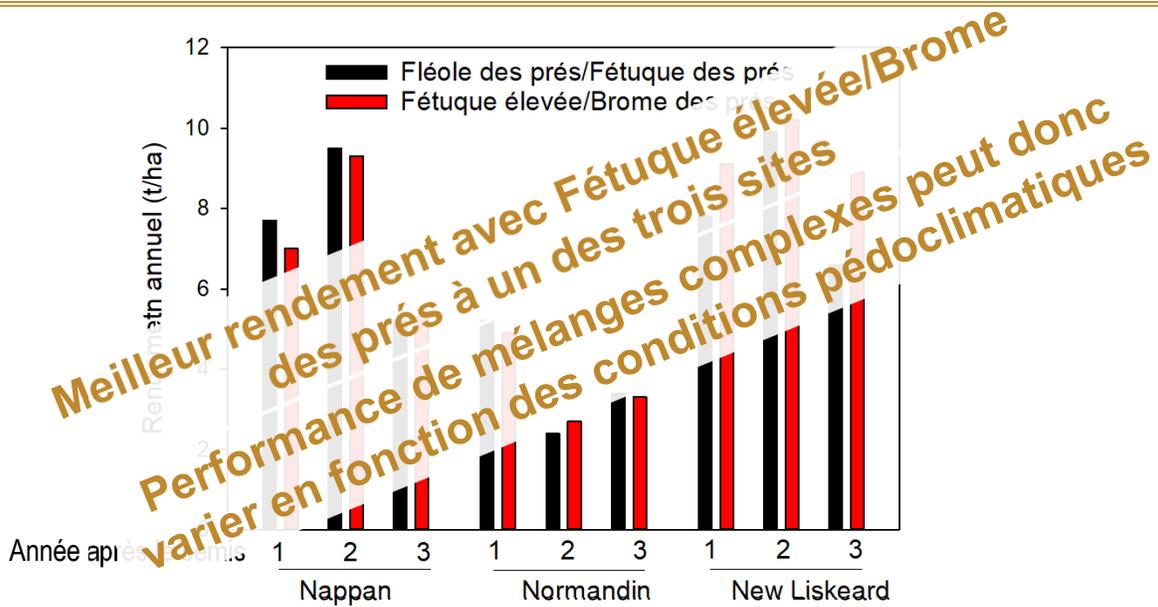
Rendement fourrager annuel



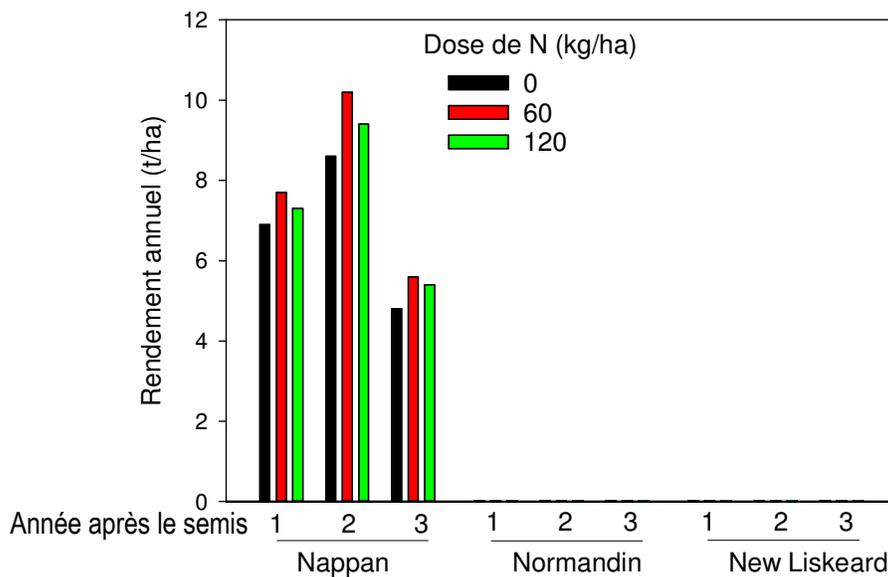
Rendement fourrager annuel



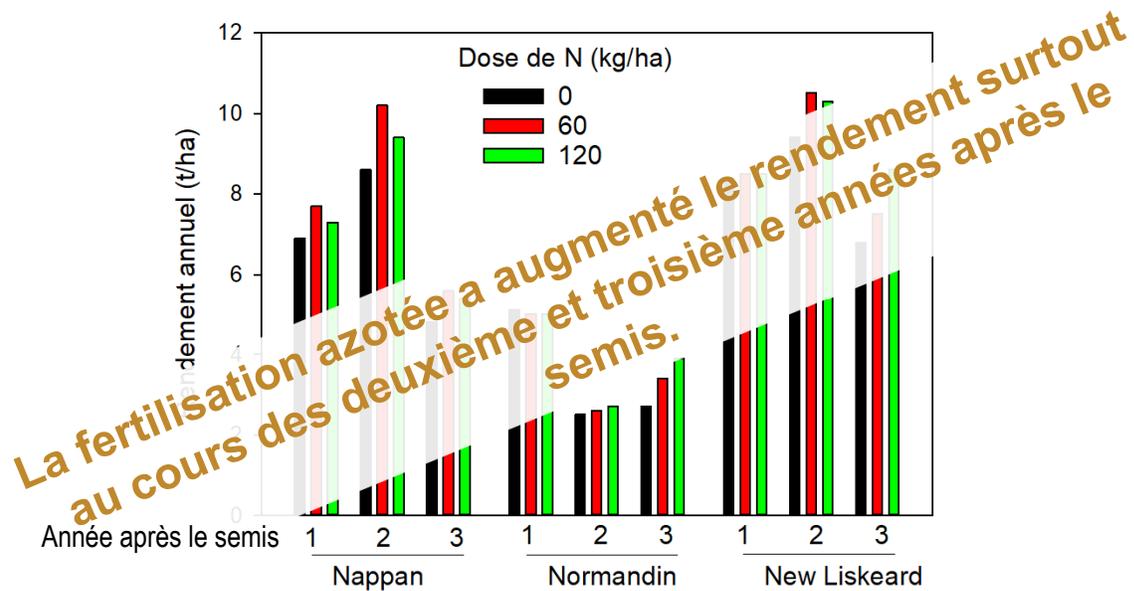
Rendement fourrager annuel



Rendement fourrager annuel



Rendement fourrager annuel



Conclusions - Expérience 3

- Mélange à base de luzerne vs. lotier
 - Pas de différence de rendement
 - Moins de 30% de légumineuse en deuxième et troisième années.
- Mélange fétuque élevée/ brome des prés vs. mélange fléole des prés/fétuque des prés
 - Meilleurs rendements à New Liskeard
 - Rendements similaires à Normandin et Nappan.

Conclusions - Expérience 3

- Fertilisation azotée et rendement
 - Peu d'effet aux trois sites au cours de la première année de production
 - Augmentation au cours des deuxième et troisième années de production pour les légumineuses, moins de 30% du rendement fourrager.
 - Fertilisation azotée et leur nutritif
 - Augmentation de la teneur en azote du fourrage
 - Diminution de la teneur en sucres non-structuraux
 - Aucun effet sur la teneur en fibre NDF, la digestibilité de la matière sèche, et la digestibilité du NDF.
- Fertilisation azotée requise lorsque les légumineuses contribuent à moins de 40%.**

Conclusions générales

- Mélanges binaires
 - Lotier + Brome des prés, meilleure performance
 - Luzerne et fléole des prés, bien performé
 - Trèfle blanc et fétuque des prés, moins bien performés
- Mélanges complexes
 - Lotier + Fléole des prés/Fétuque des prés
 - Performance des graminées peut varier en fonction du site

Conclusions générales

- Fertilisation azotée
 - Nécessaire si moins de 40% de légumineuse
 - Augmente la teneur en azote et diminue la teneur en sucres
- Maintenir une proportion adéquate (30-40%) de légumineuses dans des prairies pâturées demeure un enjeu.



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



Merci!

**Andrée-Dominique Baillargeon, Geneviève Bégin,
Camille Lambert-Beaudet, Lucie Lévesque,
Danielle Mongrain, Jean-Noël Bouchard, Matthew Crouse
et Carla MacKay**

Canada





Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



Merci!

Sources de financement:

Grappe agro-scientifique bovine d'AAC

« Beef Cattle Research Council »

une division du « **Canadian Cattlemen's Association** »



Les Producteurs
de bovins du
Québec



gilles.belanger@agr.gc.ca

Canada