

Colloque sur les plantes fourragères

Amélioration des graminées fourragères dans un contexte de changements climatiques

Gaëtan Tremblay, Ph.D., valeur nutritive des aliments du ruminant¹
Florence Pomerleau-Lacasse, étudiante à la maîtrise en biologie végétale²
Anne-Marie Richard, étudiante à la maîtrise en sciences animales³
Philippe Seguin, Ph.D., gestion, physiologie, et écologie des grandes cultures²
Gilles Bélanger, D.Sc., agronomie et physiologie des cultures fourragères¹
Julie Lajeunesse, M.Sc., agronomie des cultures fourragères¹
Annie Claessens, Ph.D., génétique des plantes fourragères et à biomasse¹
Rachel Gervais, Ph.D., nutrition et composition du lait³
Édith Charbonneau, Ph.D., nutrition et gestion des entreprises laitières³

¹Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement de Québec, 2560 boulevard Hochelaga, Québec, QC, G1V 2J3;

²Université McGill, Department of Plant Science, 21111 chemin Bord-du-Lac, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC, H9X 3V9;

³Université Laval, Département des sciences animales, 2425 rue de l'Agriculture, Québec, QC, G1V 0A6.

Cette étude de recherche a été financée par l'action concertée FRQNT-Novalait-MAPAQ. Le Centre de recherche en sciences animales de Deschambault a aussi contribué à la réalisation du volet animal de l'étude. Des bourses du FRQNT et du CRSNG ont aussi été versées à une des étudiantes (F. Pomerleau-Lacasse, 2014-2018).

FAITS SAILLANTS

- L'objectif général de cette étude était d'identifier les graminées fourragères à privilégier dans un contexte de changements climatiques.
- En mélange avec la luzerne, la fétuque élevée, la fétuque des prés et le brome des prés sont associés à des productions de lait estimées à l'hectare comparables à celle du mélange luzerne-fléole des prés. Ces graminées représentent donc des alternatives possibles à la fléole des prés, et ce, à travers le Québec.
- La fléole des prés demeure une graminée intéressante sous notre climat actuel car le rendement et la valeur nutritive du mélange luzerne-fléole des prés étaient parmi les plus élevés lors des comparaisons des différents mélanges binaires en association avec la luzerne.
- En phase animale, nous avons comparé deux espèces végétales. La fétuque élevée, en ensilage préfané ou demi-sec, peut remplacer la fléole des prés en ensilage préfané dans les rations des vaches. Les vaches nourries avec des rations à base d'ensilage préfané de fléole des prés ou de fétuque élevée avaient en effet une prise alimentaire, une production laitière et une teneur en gras du lait similaires. Les vaches nourries avec des rations à base d'ensilage demi-sec de fétuque élevée consommaient moins mais avaient une production laitière similaire.

INTRODUCTION

La fléole des prés est la graminée fourragère la plus populaire au Québec. Elle est souvent cultivée en mélange avec la luzerne. Elle est adaptée aux conditions fraîches et humides (Baker et Jung, 1968) et très tolérante aux hivers québécois (Bélanger et coll., 2006). Les changements

climatiques prévus entraîneront des températures plus élevées, une plus grande accumulation de degrés-jours (Qian et coll., 2013), et des changements dans la distribution des précipitations (Qian et coll., 2010). La modification au climat est déjà perceptible au Québec; la mise à jour récente des indicateurs agroclimatiques (<http://www.agrometeo.org/>) avec une hausse des unités thermiques maïs et des degrés-jours en sont un exemple. Ces changements climatiques peuvent affecter la survie hivernale de la luzerne de même que le regain de la fléole des prés et les producteurs laitiers de certaines régions se questionnent déjà sur leurs façons de gérer leurs champs afin de mieux s'adapter à ces changements.

Deux études portant sur l'analyse de l'impact des changements climatiques sur la fléole des prés et la luzerne au Canada ont démontré que la plus longue saison de croissance permettra une récolte additionnelle (Jing et coll., 2013, 2014; Thivierge et coll., 2016). Aussi, dû à un déficit hydrique plus important après la première coupe, le regain et la digestibilité de la fléole des prés seront réduits.

Une première évaluation de l'impact potentiel des changements climatiques sur les fermes laitières du Québec a aussi permis de constater que les fourrages tiendront une place importante dans la capacité d'adaptation des entreprises à cette nouvelle réalité (Charbonneau et coll., 2013). Cette dernière étude suggère que les rendements futurs de la fléole des prés, avec les changements climatiques, varieront peu alors que ceux de la luzerne devraient augmenter (Moreno et coll., 2013). Tous ces résultats suggèrent que l'avantage actuel de la fléole des prés sur les autres graminées fourragères sera diminué. Selon Thivierge et coll. (2016), les légumineuses bénéficieraient davantage des changements climatiques que les graminées, notamment à cause de leur réponse plus marquée à l'augmentation du CO₂ dans l'air.

Pour faire face aux changements climatiques, la production fourragère québécoise devra s'adapter (Bélanger, 2016). L'utilisation de luzernières pures permettrait des rendements élevés mais demanderait des rotations fourragères plus courtes étant donné la survie hivernale réduite de cette espèce sous les conditions climatiques futures (Bélanger et coll., 2002). La culture de graminées pures exige l'utilisation de fertilisants azotés et l'ajout d'aliments plus riches en protéines dans les rations. L'option des mélanges fourragers demeure donc d'actualité (Bélanger et coll., 2014), mais demande l'utilisation d'espèces fourragères adaptées à des conditions plus sèches et chaudes.

Des graminées autres que la fléole des prés pourraient avoir un meilleur potentiel de croissance lorsque cultivées avec la luzerne sous des températures plus élevées et des conditions plus sèches. Plusieurs espèces de graminées sont couramment utilisées en Europe et aux États-Unis et méritent d'être évaluées ou réévaluées sous les conditions québécoises actuelles. Le ray-grass vivace a une excellente valeur nutritive et, sous des conditions hivernales favorables, certains cultivars peuvent persister sous notre climat. Le festulolium est un croisement entre ray-grass et fétuque qui a été développé afin de combiner la valeur nutritive élevée du ray-grass et la bonne tolérance à la sécheresse de la fétuque; il a peu été testé au Québec mais des études réalisées en Europe du Nord suggèrent un excellent potentiel (Halling, 2012).

La fétuque des prés n'est pas recommandée au Québec mais son utilisation est répandue dans les pays scandinaves. Des travaux québécois récents ont démontré qu'elle a un potentiel intéressant lorsqu'elle est cultivée en association avec la luzerne (Simili da Silva et coll., 2013). La fétuque élevée tolère mieux les conditions sèches et chaudes que la fléole des prés de sorte que son regain est supérieur à celui de la fléole des prés. Sa plus grande sensibilité aux hivers québécois et sa plus faible sapidité freinerait son adoption par les éleveurs québécois. Par contre, Cherney et coll. (2004) ont comparé la fétuque élevée au dactyle et à la luzerne dans l'alimentation des vaches laitières; la prise alimentaire de fétuque élevée était comparable à celles des deux autres fourrages lorsqu'elle était servie en ensilage (25% de matière sèche, MS) dans une ration totale mélangée. La rugosité des feuilles de fétuque élevée varie en fonction du mode de conservation; elle est maximale au pâturage, intermédiaire sous forme de foin et minimale en

ensilage (Peratoner et coll., 2011). Il manque toutefois des données pour valider l'impact de l'utilisation de la fétuque élevée servie sous forme d'ensilage demi-sec (grosses balles carrées ou balles rondes) sur la prise alimentaire et la performance des vaches. Quatre espèces de graminées semblent donc avoir un potentiel intéressant pour le Québec, mais leurs performances sous les conditions actuelles méritent d'être plus approfondies, particulièrement pour le festulolium et la fétuque des prés, et l'acceptation par les vaches laitières de la fétuque élevée se doit aussi d'être vérifiée.

Les changements climatiques prévus pourraient également intensifier les difficultés de persistance hivernale des plantes fourragères pérennes (Bélanger et coll., 2002). Des automnes plus chauds (endurcissement incomplet dans certaines régions), des périodes de dégel (risque de dés-endurcissement), des épisodes pendant lesquels la couverture de neige devient inférieure à 10 cm (risque de gel), ainsi qu'une hausse des pluies durant l'hiver (risque d'anoxie des racines, dommages physiques) augmenteraient les risques de mortalité des plantes fourragères pérennes (Bélanger et coll., 2002). La capacité de la fléole des prés à tolérer les conditions hivernales rigoureuses en fait donc une espèce encore très intéressante. Afin de l'adapter aux changements climatiques, on peut aussi chercher à améliorer génétiquement la fléole des prés pour qu'elle ait un meilleur regain sous des conditions plus chaudes et sèches. À notre connaissance, peu d'études ont été réalisées à ce jour pour déterminer s'il serait possible d'augmenter par sélection génétique la tolérance de la fléole des prés à ces stress abiotiques.

Une étude en trois volets a donc été réalisée et chaque volet avait ses objectifs spécifiques :

- Volet végétal :
- 1) Évaluer les graminées alternatives à la fléole des prés cultivée en association avec la luzerne;
 - 2) Développer une méthode de sélection et produire du germoplasme pouvant être utilisé pour développer des cultivars de fléole des prés à regain élevé.
- Volet animal :
- 3) Évaluer l'impact du remplacement dans les rations de la fléole des prés par la fétuque élevée, en espèce pure ou en mélange avec la luzerne, sur la prise alimentaire et la productivité de vaches en lactation;
 - 4) Vérifier l'impact de la méthode de conservation de la fétuque élevée, soit en ensilage préfané ou demi-sec, sur la productivité de vaches en lactation.
- Volet modélisation :
- 5) Évaluer l'impact du choix d'espèces pures et d'associations binaires à base de luzerne dans les rotations avec ou sans gestion intensive sur la rentabilité des fermes laitières.

VOLET VÉGÉTAL, EXPÉRIENCE 1 – QUELLES SERAIENT LES ALTERNATIVES À LA FLÉOLE DES PRÉS DANS UN MÉLANGE À BASE DE LUZERNE ?

Ce premier projet visait à évaluer six associations binaires de graminées et de luzerne à trois sites québécois contrastés (Sainte-Anne-de-Bellevue, 2098 degrés-jours; Saint-Augustin-de-Desmaures, 1712 degrés-jours; Normandin, 1359 degrés-jours) afin d'identifier des alternatives potentielles à la fléole des prés dans un contexte de changements climatiques.

Comment. Six mélanges binaires de luzerne (cv. Calypso; 9 kg/ha) associée à la fléole des prés (cv. AC alliance, 7 kg/ha), la fétuque élevée (cv. Carnival, 10 kg/ha), la fétuque des prés (semences communes, 10 kg/ha), le ray-grass vivace (cv. Remington, 12 kg/ha), le festulolium (cv. Spring Green, 10 kg/ha) ou le brome des prés (cv. Fleet, 12 kg/ha) ont été semés en mai 2014 en blocs aléatoires complets avec trois répétitions à chaque site. La base génétique du cultivar de festulolium étudié est composée plus spécifiquement d'un hybride fétuque des prés × ray-grass

vivace (cv. Prior) et de trois hybrides fétuque des prés × ray-grass d'Italie (cv. Elmet, cv. Tandem, cv. Kemal; Casler et coll., 2001); les plants parentaux provenant de quatre cultivars avaient été sélectionnés pour une survie à l'hiver supérieure.

En 2015, 2016 et 2017, aucun fertilisant azoté n'a été appliqué et les fertilisations en P et K ont été appliquées en se basant sur les analyses de sol et les recommandations provinciales (CRAAQ, 2010). Les parcelles ont été récoltées à deux stades de développement de la luzerne, soit au stade début boutons ou début floraison, et au rythme de 2 à 4 coupes par année. Le rendement en matière sèche ainsi que la contribution au rendement des différentes composantes (luzerne, graminée, autres) ont été mesurés. Nous avons ensuite utilisé la spectroscopie de réflectance dans le visible et le proche infrarouge afin d'estimer plusieurs attributs de valeur nutritive des échantillons de mélanges fourragers, incluant les concentrations en protéines brutes (**PB**), en fibres insolubles au détergent neutre (**aNDF**) et en fibres insolubles au détergent acide (**ADF**), de même que les valeurs de digestibilité *in vitro* de la matière sèche (**DMS**) et du NDF (**NDFd**). Nous avons par la suite calculé la concentration en unités nutritives totales (**UNT**) des mélanges fourragers, ainsi que la production de lait estimée à l'hectare (Undersander et coll., 2013).

Résultats. La moyenne des deux stades de développement de la luzerne a été utilisée pour comparer les différents mélanges fourragers parce que l'interaction stade × mélange n'était généralement pas significative pour les rendements par coupe, les rendements saisonniers, et les attributs de valeur nutritive que nous avons mesurés.

En moyenne pour les trois premières années de production, le rendement saisonnier de tous les mélanges binaires évalués était similaire à Saint-Augustin-de-Desmaures (Figure 1). À ce site, le rendement de la graminée était toutefois inférieur dans les mélanges avec la fléole des prés et le brome des prés que dans les autres mélanges. À Sainte-Anne-de-Bellevue, les rendements saisonniers des mélanges avec la fétuque élevée, la fétuque des prés et le brome des prés étaient similaires au mélange luzerne-fléole des prés; par contre, les rendements saisonniers des mélanges avec le festulolium et le ray-grass vivace étaient inférieurs, et la persistance de ces deux graminées à travers les années de production était inférieure à celle des autres graminées. À Normandin, le festulolium ou le ray-grass vivace n'ont pas survécu à l'hiver suivant le semis; ces deux graminées contribuaient en effet à moins de 1,5% du rendement saisonnier en matière sèche dans ces deux mélanges en première année de production (2015). Cependant, les rendements saisonniers de ces mélanges étaient inférieurs seulement en 2015 à ce site, la luzerne ayant compensé pour le peu de graminée dans le mélange lors des deuxièmes et troisièmes années de production.

Les conditions hivernales ont été particulièrement défavorables au cours du projet à Sainte-Anne-de-Bellevue et Normandin, et nos résultats confirment la susceptibilité hivernale des cultivars de festulolium et de ray-grass vivace que nous avons utilisés sous les conditions actuelles du Québec. Ces cultivars semblent donc être des alternatives risquées au Québec. Il est toutefois important de noter que les espèces utilisées pour créer un cultivar de festulolium influence largement sa performance; certains autres cultivars de festulolium pourraient donc bien performer sur certains sites du Québec.

Nos résultats ne démontrent pas de mélanges ayant une valeur nutritive systématiquement inférieure ou supérieure; les attributs de valeur nutritive mesurés semblaient être largement influencés par la contribution de la graminée et de la luzerne au rendement. Par contre, certaines tendances ont pu être identifiées. Le mélange luzerne-fétuque élevée était souvent associé à une concentration en fibres aNDF plus élevée et des concentrations en PB et UNT moins élevées que le mélange luzerne-fléole des prés. Ces mêmes tendances ont été observées avec le mélange luzerne-brome des prés, mais seulement à Normandin et Sainte-Anne-de-Bellevue, et cela pourrait être expliqué par une contribution inférieure du brome des prés au rendement à Saint-

Augustin-de-Desmaures. De plus, à Normandin et Ste-Anne-de-Bellevue, le rendement du festulolium et du ray-grass vivace dans les mélanges étaient inférieurs au rendement de la fléole des prés, et ces mélanges étaient aussi associés à une concentration en fibres aNDF inférieure. Le mélange luzerne-fétuque des prés avait une teneur en UNT similaire au mélange luzerne-fléole des prés, et ce, à deux des trois sites.

La production de lait estimée à l'hectare (résultats non présentés) a suivi une tendance similaire à celle du rendement saisonnier des mélanges présentée à la figure 1. À Saint-Augustin-de-Desmaures et en moyenne pour les trois années de production, la production de lait estimée à l'hectare était en effet similaire pour tous les mélanges fourragers. À Sainte-Anne-de-Bellevue, la production de lait estimée à l'hectare était inférieure pour les mélanges luzerne-festulolium et luzerne-ray-grass vivace que pour le mélange luzerne-fléole des prés. À Normandin, seul le mélange luzerne-festulolium était associé à une production de lait estimée à l'hectare inférieure à celle du mélange luzerne-fléole des prés.

À chacun des trois sites et au cours des trois premières années de production, le rendement saisonnier des six mélanges fourragers, de même que celui de la luzerne dans les mélanges, étaient similaires ou supérieurs lorsque les mélanges étaient récoltés au stade début floraison plutôt qu'au stade début boutons de la luzerne. La différence de rendement entre les deux régimes de récolte est généralement devenue plus prononcée lors des deuxième et troisième années de production. De plus, au cours du développement des plantes fourragères, la concentration en fibres aNDF des fourrages augmente alors que les concentrations en PB et en UNT, ainsi que la DMS et la NDFd diminuent; des différences ont en effet été observées entre les stades de développement. Toutefois, malgré leur valeur nutritive inférieure, les mélanges fourragers récoltés au stade début floraison étaient associés à une production de lait estimée à l'hectare similaire ou supérieure à celles des mêmes mélanges récoltés au stade début boutons (Figure 2), et ce, certainement parce que leurs rendements étaient similaires ou plus élevés (résultats non présentés).

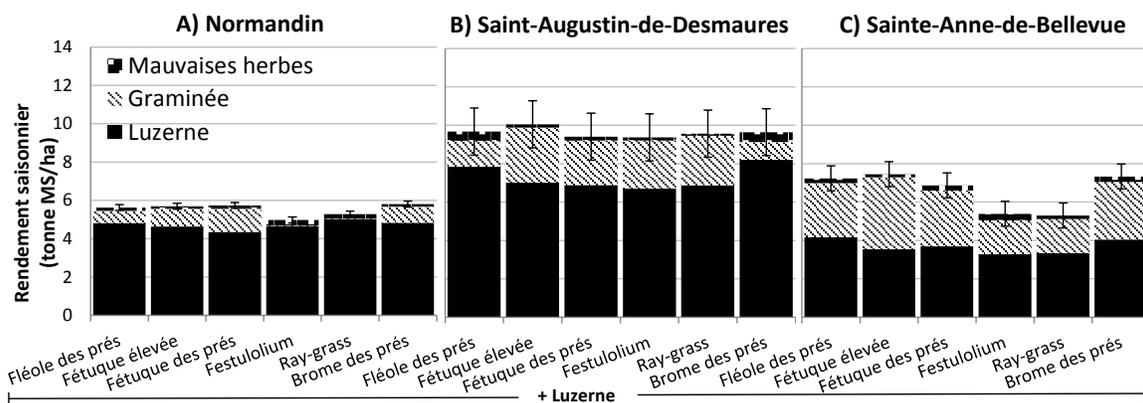


Figure 1. Rendements saisonniers de mélanges luzerne-graminée et rendements saisonniers de la luzerne, de la graminée et des mauvaises herbes de six mélanges fourragers binaires à base de luzerne cultivés à trois sites québécois au rythme de deux à quatre coupes par année. Les données présentées sont des moyennes de trois années de production (2015, 2016, 2017). La barre verticale représente l'erreur standard du rendement saisonnier du mélange.

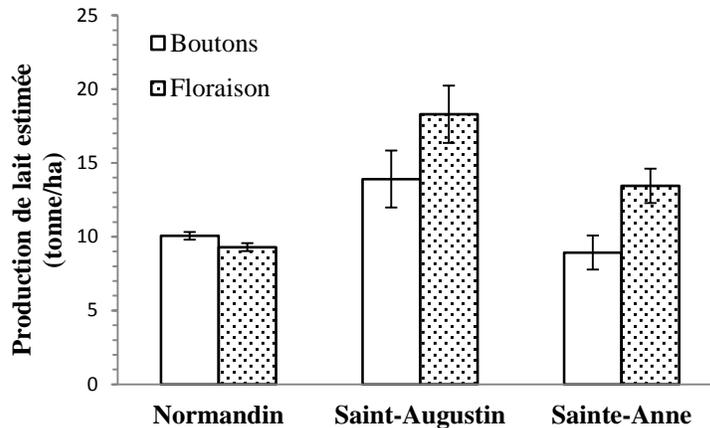


Figure 2. Production de lait estimée à l’hectare pour les deux régimes de récolte, soit les récoltes effectuées au stade boutons ou floraison de la luzerne, aux trois sites québécois. Les données présentées sont les moyennes des six mélanges fourragers binaires à base de luzerne et des trois années de production. La barre verticale représente l’erreur standard.

Perspectives. Ces résultats démontrent que le mélange luzerne-fléole des prés performe relativement bien à travers le Québec sous notre climat actuel, et que le mélange luzerne-fétuque des prés a une performance comparable en termes de rendement et de valeur nutritive. Les mélanges luzerne-fétuque élevée et luzerne-brome des prés, malgré leur valeur nutritive inférieure, demeurent toutefois des alternatives envisageables au mélange luzerne-fléole des prés dans notre contexte climatique actuel puisqu’ils ont des rendements saisonniers comparables, que leurs persurances sont bonnes au cours des trois premières années de production, et que les productions de lait estimées par hectare associées à ces mélanges sont similaires à celle du mélange luzerne-fléole des prés. Les mélanges incluant les cultivars de festulolium et de ray-grass vivace étudiés ont eu de faibles rendements parce que la contribution de la graminée au rendement était faible, de sorte qu’ils étaient associés à de plus faibles productions de lait estimées à l’hectare. Les cultivars utilisés de ces deux espèces de graminées ne semblent donc pas être des alternatives intéressantes à la fléole des prés au Québec. Pour ce qui est du régime de récolte, récolter les mélanges binaires luzerne-graminée au stade début floraison de la luzerne, comparé à la récolte au stade bouton, favorise la persistance des mélanges, leur rendement en matière sèche, et la production de lait estimée par hectare de culture fourragère.

VOLET VÉGÉTAL, EXPÉRIENCE 2 – DÉVELOPPEMENT D’UNE MÉTHODE DE SÉLECTION ET PRODUCTION DE GERMOPLASME POUVANT ÊTRE UTILISÉS POUR DÉVELOPPER DES CULTIVARS DE FLÉOLE DES PRÉS À REGAIN ÉLEVÉ

La fléole des prés est l’une des graminées fourragères pérennes les plus résistantes à l’hiver. Cependant, son manque de tolérance au stress hydrique limite son regain lors de la saison de croissance. Une collection, formée de 81 populations de fléole des prés provenant de 19 pays et de 3 cultivars témoins provenant du Québec, a été évaluée afin de déterminer le rendement en matière sèche à chaque coupe lors de deux années de production à Lévis. Le rendement du regain en deuxième coupe a varié entre 0,4 à 3,0 tonnes MS/hectare entre les 81 populations et les 3 cultivars avec une moyenne de 1,8 tonne MS/hectare. Les 20 populations de fléole des prés ayant les regains en deuxième coupe les plus élevés ont été sélectionnées et ressemées en parcelles à Saint-Augustin-de-Desmaures afin d’évaluer le rendement en matière sèche, la digestibilité et la concentration en NDF du fourrage récolté au stade début épiaison. Les populations et les plants ayant un meilleur regain lors des stress hydriques et une bonne valeur nutritive seront alors

identifiés. Suite à ces expériences, nous serons en mesure de déterminer si une relation existe entre l'origine géographique d'une population et sa tolérance au stress hydrique, et d'identifier du matériel génétique pouvant être utilisé afin d'améliorer le regain de la fléole des prés sous nos conditions climatiques.

VOLET ANIMAL - LA FÉTUQUE ÉLEVÉE, UNE ALTERNATIVE INTÉRESSANTE À LA FLÉOLE DES PRÉS DANS LES RATIONS POUR VACHES LAITIÈRES

Tel que démontré par le volet végétal, la féтуque élevée montre un potentiel intéressant pour remplacer la fléole des prés. Par contre, certains producteurs lui reprocheraient un manque d'appétence. Le premier objectif de ce projet était d'évaluer l'effet du remplacement de la fléole des prés par la féтуque élevée, offerte en espèce pure ou en mélange avec la luzerne, sur la prise alimentaire et la production des vaches en lactation. Ce projet visait également à vérifier l'effet de la méthode de conservation de la féтуque élevée, soit en ensilage préfané (35% MS) ou demi-sec (55% MS), sur les performances de production des vaches laitières.

Comment. Les fourrages ont été récoltés en première coupe au stade début épiaison et conservés soit en silo-presse à 35 % de matière sèche (ensilage préfané) ou soit en grosses balles rectangulaires enrobées à 55 % de matière sèche (ensilage demi-sec). Les rations expérimentales contenaient 70 % de fourrages sur une base de matière sèche et avaient des teneurs similaires en protéines et en énergie. Cinq rations alimentaires faisant varier l'espèce de graminée (ensilage de fléole des prés ou de féтуque élevée), la présence de luzerne (avec ou sans ensilage de luzerne), et le type d'ensilage de féтуque élevée (préfané ou demi-sec), ont été comparées :

- 1) **FP:** 100% ensilage préfané de fléole des prés
- 2) **FP + L:** 55% ensilage préfané de fléole des prés + 45% ensilage préfané de luzerne
- 3) **FE:** 100% ensilage préfané de féтуque élevée
- 4) **FE + L:** 55% ensilage préfané de féтуque élevée + 45% ensilage préfané de luzerne
- 5) **FE-DS:** 100% ensilage demi-sec de féтуque élevée

Quinze vaches Holstein (128 ± 33 jours en lactation) ont été réparties dans un dispositif en carré latin 5×5 triple (périodes de 21 jours). À chaque période, la prise alimentaire, la production et la composition du lait ainsi que le poids des animaux ont été déterminés des jours 19 à 21. À partir de ces données, le lait fourrager a ensuite été calculé. Afin de comparer les traitements, les contrastes préétablis suivants ont été réalisés : 1) ensilage préfané de fléole des prés vs ensilage préfané de féтуque élevée [(FP et FP + L) vs (FE et FE + L)] ; 2) ensilage préfané de graminées pures vs ensilage préfané de graminées et de luzerne [(FP et FE) vs (FP + L et FE + L)] ; 3) interaction entre l'espèce de graminée fourragère et la présence d'ensilage de luzerne en mélange, pour les traitements à base d'ensilage préfané; et 4) ensilage préfané de féтуque élevée vs ensilage demi-sec de féтуque élevée (FE vs FE-DS).

Résultats. La prise alimentaire, la production laitière, la teneur en matière grasse du lait et le lait fourrager étaient similaires lorsque les vaches étaient nourries des ensilages préfanés de fléole des prés ou de féтуque élevée (Tableau 1). Par contre, la prise alimentaire, la production laitière et le lait fourrager étaient plus élevés lorsque les graminées étaient offertes en mélange avec la luzerne que lorsqu'elles étaient offertes en espèce pure. À l'inverse, la teneur en matière grasse du lait était plus faible lorsque les graminées étaient consommées en mélange avec la luzerne plutôt que pures. Quant à la teneur en protéines du lait, la différence entre les graminées était plus grande lorsqu'elles étaient servies en espèce pure plutôt qu'en mélange avec la luzerne. Finalement, le fait d'utiliser un ensilage demi-sec de féтуque élevée plutôt qu'un ensilage préfané a diminué la

prise alimentaire des vaches, mais sans affecter la production laitière. Une tendance à la hausse pour la teneur en protéines du lait a aussi été observée lorsque le fourrage demi-sec était utilisé.

Tableau 1. Effet du remplacement de l'ensilage de fléole des prés par celui de fétuque élevée, du fait de servir de l'ensilage de luzerne avec celui de graminée, et de la teneur en matière sèche de l'ensilage de fétuque élevée sur les différents paramètres de production de la vache laitière.

	Traitement ¹					Contraste, valeur de <i>P</i>			
	FP	FE	FP + L	FE + L	FE-DS	Esp. ²	Mél. ³	Esp. × Mél. ⁴	FE vs FE-DS ⁵
Prise alimentaire, kg/jour	22,6	22,6	24,7	23,9	20,8	0,36	<0,01	0,28	<0,01
Production laitière, kg/jour	26,1	27,1	28,6	28,0	26,8	0,62	<0,01	0,11	0,58
Gras du lait, %	4,28	4,27	4,17	4,13	4,23	0,55	<0,01	0,65	0,53
Protéines du lait, %	3,53	3,40	3,49	3,46	3,44	<0,01	0,52	<0,01	0,06
Lait fourrager, kg/jour	14,7	15,8	18,6	17,4	15,4	0,91	<0,01	0,15	0,76
Lait corrigé pour l'énergie, kg/jour	26,4	26,4	28,3	26,5	26,2	0,20	0,15	0,23	0,87

¹FP: Fléole des prés-ensilage préfané; FE: Fétuque élevée-ensilage préfané; FP + L: Fléole des prés + luzerne-ensilages préfanés; FE + L: Fétuque élevée + luzerne-ensilages préfanés; FE-DS : Fétuque élevée-ensilage demi-sec.

²Fléole des prés-ensilage préfané vs fétuque élevée-ensilage préfané [(FP et FP + L) vs (FE et FE + L)].

³Espèces pures-ensilage préfané vs mélanges-ensilages préfanés [(FP et FE) vs (FP + L et FE + L)].

⁴Interaction entre l'espèce fourragère et le mélange, pour les traitements à base d'ensilage préfané.

⁵Fétuque élevée-ensilage préfané vs fétuque élevée-ensilage demi-sec (FE vs FE-DS).

Perspectives. Les résultats de cette expérience confirment la possibilité d'utiliser la fétuque élevée en remplacement de la fléole des prés dans les rations des vaches puisque la production laitière, la prise alimentaire, la teneur en matière grasse du lait et le lait fourrager sont similaires, que la ration soit composée de l'une ou l'autre de ces deux graminées. Aussi, nos résultats indiquent qu'il est avantageux d'offrir les graminées en mélange avec la luzerne plutôt qu'en espèce pure, et ce, parce que la prise alimentaire, la production laitière et la production de lait fourrager sont augmentées de 8, 6 et 18 %, respectivement. Finalement, malgré une baisse de 8 % de la prise alimentaire, la fétuque élevée servie sous forme d'ensilage demi-sec permet des performances laitières équivalentes à la fétuque élevée servie sous forme d'ensilage préfané. Il n'y a donc pas de contraindication à utiliser la fétuque élevée conservée sous forme d'ensilage ou d'ensilage demi-sec.

VOLET MODÉLISATION - IMPACT DU CHOIX D'ESPÈCES PURES ET D'ASSOCIATIONS BINAIRES À BASE DE LUZERNE DANS LES ROTATIONS AVEC OU SANS GESTION INTENSIVE SUR LA PROFITABILITÉ DES FERMES

Les résultats des volets végétal et animal de la présente étude sont présentement regroupés pour considérer l'impact de modifications dans le choix des graminées fourragères sur les performances des fermes laitières. Pour ce faire, la modélisation à l'échelle d'une exploitation agricole est utilisée en approche intégrée afin d'identifier le meilleur scénario permettant de maximiser le revenu et/ou minimiser les pertes environnementales. Les quatre mélanges binaires ayant démontré les meilleurs potentiels dans l'étude du volet végétal seront comparés à l'échelle de la ferme. La comparaison avec une espèce pure sera aussi incluse. Il sera ainsi possible d'ajouter l'influence des autres composants de la ration et celle des substitutions des cultures aux champs en fonction des rendements sur les performances économiques et environnementales des fermes. Cette analyse sera effectuée pour deux modèles de ferme laitière au Québec, ayant ou non la possibilité de cultiver du maïs-grain.

CONCLUSIONS

Le mélange luzerne-fléole des prés a bien performé à travers le Québec sous notre climat actuel. Les mélanges luzerne-fétuque des prés, luzerne-fétuque élevée et luzerne-brome des prés représentent des alternatives envisageables au mélange luzerne-fléole des prés puisqu'ils ont des rendements saisonniers comparables, que leurs persistances sont bonnes au cours des trois premières années de production, et que les productions de lait estimées par hectare associées à ces mélanges sont similaires à celle du mélange luzerne-fléole des prés. Les mélanges à base de luzerne incluant les cultivars de festulolium et de ray-grass vivace étudiés ne semblent pas être des alternatives intéressantes à la fléole des prés au Québec. Récolter les mélanges binaires luzerne-graminée au stade début floraison de la luzerne favorise la persistance des mélanges, leur rendement en matière sèche, et la production de lait estimée par hectare de fourrage.

Il existe une certaine variabilité entre les germoplasmes de fléole des prés à travers le monde pour le regain menant à la deuxième coupe de sorte qu'une sélection génétique pourrait être entreprise afin de développer des cultivars à regain élevé.

Il est possible d'utiliser la fétuque élevée, en ensilage préfané ou demi-sec, en remplacement de la fléole des prés dans les rations des vaches puisque la production laitière demeure similaire que la ration soit composée de l'une ou l'autre de ces deux graminées. Cette étude a aussi permis de confirmer l'intérêt d'utiliser des mélanges graminée-luzerne dans les rations.

Les résultats de cette étude intègrent déjà plusieurs facettes de la production laitière mais il sera intéressant de pousser l'analyse plus loin afin d'y ajouter les composantes économiques et environnementales associées aux différentes pratiques proposées.

RÉFÉRENCES

- Baker, B.S. et G.A. Jung. 1968. Effect of environmental conditions on the growth of four perennial grasses. 1. Response to controlled temperature. *Agron. J.* 60:155-158.
- Bélanger, G., P. Rochette, Y. Castonguay, A. Bootsma, D. Mongrain et D.A.J. Ryan. 2002. Climate change and winter survival of perennial forage crops in eastern Canada. *Agron. J.* 94:1120-1130.
- Bélanger, G., Y. Castonguay, A. Bertrand, C. Dhont, P. Rochette, L. Couture, R. Drapeau, D. Mongrain, F.P. Chalifour et R. Michaud. 2006. Winter damage to perennial forage crops in eastern Canada: Causes, mitigation, and prediction. *Can. J. Plant Sci.* 86:33-47.
- Bélanger, G., Y. Castonguay et J. Lajeunesse. 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. 2016. Défis et opportunités des changements climatiques pour les fermes laitières du Québec. Pages 83-99. 40^e Symposium sur les bovins laitiers, 27 octobre, Drummondville.
- Casler, M.D., P.G. Pitts, C. Rose-Fricke, P.C. Bilkey et J.K. Wipff. 2001. Registration of 'Spring Green' festulolium. *Crop Sci.* 4:1365-1366.
- Charbonneau, E., J.M. Moreno Prado, D. Pellerin, G. Bélanger, H. Côté, V. Bélanger, D. Parent, G. Allard, R. Audet et D. Chaumont. 2013. Première évaluation de l'impact potentiel des changements climatiques sur la durabilité technico-économique et agroenvironnementale des fermes laitières au Québec. Rapport final.
www.ouranos.ca/media/publication/296_RapportCharbonneau2013.pdf
- Cherney, D.J.R., J.H. Cherney et L.E. Chase. 2004. Lactation performance of Holstein cows fed fescue, orchardgrass, or alfalfa. *J. Dairy Sci.* 87:2268-2276.
- CRAAQ, 2010. Guide de référence en fertilisation. 2^e édition. 473 p.

- Halling, M.A. 2012. Yield stability of *Festulolium* and perennial ryegrass in southern and central Sweden. Grassland - an European resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation, Lublin, Poland, 3-7 June 2012, pp. 118-120.
- Jing, Q., G. Bélanger, B. Qian et V. Baron. 2013. Timothy yield and nutritive value under climate change in Canada. *Agron. J.* 105:1683-1694.
- Jing, Q., G. Bélanger, B. Qian et V. Baron. 2014. Timothy yield and nutritive value with a three-harvest system under the projected future climate in Canada. *Can. J. Plant Sci.* 94:213-222.
- Qian, B., S. Gameda, R. de Jong, P. Falloon et J. Gornall. 2010. Comparing scenarios of Canadian daily climate extremes derived using a weather generator. *Clim. Res.* 41:131-149.
- Qian B., R. De Jong, S. Gameda, T. Huffman, D. Neilsen, R. Desjardins., H. Wang et B. McConkey. 2013. Impact of climate change scenarios on Canadian agroclimatic indices. *Can. J. Plant Sci.* 93: 243-259.
- Moreno, J.M., G. Bélanger, H. Côté, D. Pellerin, V. Bélanger, G. Allard, R. Audet, D. Chaumont et E. Charbonneau. 2013. Potential impact of climate change on crop yield and nutritive value of dairy farms in Quebec. *J. Anim. Sci.* 91 (E-Suppl.2)/*J. Dairy Sci.* 96 (E-suppl.1):601.
- Peratoner, G., C. Florian, C. Klotz, U. Figl et S. Gottardi. 2011. Effect of forage conservation on the leaf texture of tall fescue in: Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. *Grassland science in Europe* 16:22.
- Simili da Silva, M., G.F. Tremblay, G. Bélanger, J. Lajeunesse, Y.A. Papadopoulos, S.A.E. Fillmore et C.C. Jobim. 2013. Energy to protein ratio of grass-legume binary mixtures under frequent clipping. *Agron. J.* 105:482-492.
- Thivierge, M., G. Jégo, G. Bélanger, A. Bertrand, G.F. Tremblay, C.A. Rotz et B. Qian. 2016. Predicted yield and nutritive value of an alfalfa-timothy mixture under climate change and elevated atmospheric carbon dioxide. *Agron. J.* 108:585-603.
- Undersander, D., D. Combs, R. Shaver et P. Hoffman. 2013. University of Wisconsin alfalfa/grass evaluation system – MILK 2013. UW Extension.

Forage Symposium

Improving Forage Grasses in a Context of Climate Change

Gaëtan Tremblay, Ph.D., Nutritive Value of Ruminant Feeds¹
Florence Pomerleau-Lacasse, Master's Student in Plant Biology²
Anne-Marie Richard, Master's Student in Animal Science³
Philippe Seguin, Ph.D., Field Crop Management, Physiology and Ecology²
Gilles Bélanger, D.Sc., Forage Crop Agronomy and Physiology¹
Julie Lajeunesse, M.Sc., Forage Crop Agronomy¹
Annie Claessens, Ph.D., Genetics of Forage and Biomass Plants¹
Rachel Gervais, Ph.D., Milk Nutrients and Composition³
Édith Charbonneau, Ph.D., Nutrition and Dairy Enterprise Management³

¹Agriculture and Agri-Food Canada, Québec City Research and Development Centre, 2560 boulevard Hochelaga, Québec City, QC G1V 2J3;

²Université McGill, Department of Plant Science, 2111 Lakeshore Road, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC H9X 3V9;

³Université Laval, Département des sciences animales, 2425 rue de l'Agriculture, Québec City, QC G1V 0A6.

This research was funded under the FRQNT-Novalait-MAPAQ collaboration program. The Centre de recherche en sciences animales de Deschambault also contributed to the livestock component of the study. One of the participating students received scholarships from the FRQNT and NSERC (F. Pomerleau-Lacasse, 2014–2018).

HIGHLIGHTS

- The general objective of this study was to identify the forage grasses to use on a priority basis in a context of climate change.
- When tall fescue, meadow fescue, and meadow bromegrass are grown in mixture with alfalfa, the associated estimated milk production per hectare is comparable to that obtained with alfalfa-timothy mixtures. These grasses therefore represent possible alternatives to timothy throughout Québec.
- Timothy remains a good choice under present climatic conditions, since the alfalfa-timothy mixture gave some of the highest yield and nutritive value results in comparison with various binary mixtures including alfalfa.
- In the livestock component, we compared two grass species. Tall fescue, as silage or haylage, can replace timothy silage in cow rations. Cows fed timothy or tall fescue silage-based diets had similar feed intake, milk production and milk fat content. In contrast, cows fed tall fescue haylage-based rations ate less but had similar milk production.

INTRODUCTION

Timothy is the most popular forage grass in Québec; it is often grown in association with alfalfa. Timothy is adapted to cool and moist conditions (Baker and Jung, 1968) and tolerates Québec's harsh winters (Bélanger et al., 2006). Projected future climate scenarios show an increase in temperatures and faster growing degree-day accumulation (Qian et al., 2013), together with changes in the distribution of precipitation (Qian et al., 2010). Climate change is already having

1 | Conference presented at the “Colloque sur les plantes fourragères”, 22 February 2018, CRAAQ, Drummondville, QC.

an effect in Québec, and agroclimatic indices (<http://www.agrometeo.org/>) were recently adjusted to reflect the increase in corn heat unit and degree-day accumulation. Winter survival of alfalfa and spring regrowth of timothy will be affected, and dairy producers in some regions are wondering how they should manage their fields to better adapt to the predicted changes.

Two studies that analyzed the impact of climate change on timothy and alfalfa in Canada showed that the longest growing season will allow for an additional harvest (Jing et al., 2013, 2014; Thivierge et al., 2016). In addition, owing to an increase in the water deficit after the first cut, timothy regrowth and digestibility will be reduced.

An assessment of the potential impact of climate change on dairy farms in Québec revealed that forage crops will play an important role in the ability of businesses to adapt to this new reality (Charbonneau et al., 2013). This study suggests that future in the context of climate change, timothy yields will vary little, whereas alfalfa yields are expected to increase (Moreno et al., 2013). The results suggest that the advantage that timothy has over other forage grasses at present will decrease. According to Thivierge et al. (2016), legumes would benefit more from climate change than grasses, mainly because of their more pronounced response to increased atmospheric CO₂.

Forage production in Québec needs to be adapted to climate change (Bélanger, 2016). Pure alfalfa stands would make it possible to attain high yields but would require shorter forage rotations, given the reduced winter survival under future climate conditions (Bélanger et al., 2002). Growing pure forage grass stands requires the use of nitrogen fertilizers and the addition of a protein-rich supplement to rations. Using forage mixtures therefore remains a valid option (Bélanger et al., 2014), but necessitates the use of forage species that are adapted to drier and warmer conditions.

Grasses other than timothy could have better growth potential when grown with alfalfa under warmer temperatures and drier conditions. Several grass species are widely used in Europe and the United States and deserve to be assessed or reassessed under current Québec conditions. Perennial ryegrass has excellent nutritive value and, under favourable winter conditions, some cultivars can persist under our climatic conditions. Festulolium is a cross between perennial ryegrass and fescue that was developed in order to combine the high nutritive value of ryegrass and the good drought tolerance of fescue. Although festulolium has undergone little testing in Québec, studies conducted in Northern Europe suggest that it has excellent potential (Halling, 2012).

Meadow fescue is not a species that is recommended in Québec, but it is used widely in Scandinavian countries. Recent studies in Québec have shown that it has considerable potential when grown in association with alfalfa (Simili da Silva et al., 2013). Tall fescue tolerates dry, warm conditions better than timothy and therefore has superior regrowth. Its greater sensitivity to Québec winters and its low palatability could hinder its adoption by Québec producers. Cherney et al. (2004) compared tall fescue to orchardgrass and alfalfa in dairy cow diets and found that intake of tall fescue was comparable to that of the other two forages in a silage-based (25% dry matter, DM) total mixed ration. Tall fescue leaf roughness varies with the mode of forage conservation; it is maximal in grazing, intermediate in hay, and minimal in silage (Peratoner et al., 2011). Not enough information is available to assess the effect of tall fescue used as semi-dry silage (large square bales or round bales) on cow intake and performance.

Four grass species therefore seem to hold promise in Québec, but their performance under current conditions should be studied in greater depth, particularly in the case of festulolium and meadow fescue. In addition, dairy cow acceptance of tall fescue also needs to be verified.

Predicted future climate conditions may adversely affect the winter survival of perennial forage crops (Bélanger et al., 2002). Warmer fall weather (incomplete hardening-off in certain regions), thaw periods (risk of dehardening), periods with snow cover of less than 10 cm (risk of frost), and increased rainfall during the winter (risk of root anoxia, physical damage) would

increase the risk of mortality of perennial forages (Bélanger et al., 2002). The capacity of timothy to tolerate harsh winter conditions makes it an attractive species. However, efforts should be devoted to genetic improvement of timothy to increase its regrowth potential under the warmer and drier conditions predicted for the future. To our knowledge, few studies to date have examined the possibility of using genetic selection to increase the tolerance of timothy to abiotic stresses.

A study was therefore conducted in three parts, each with different specific objectives:

- Plant component: 1) Evaluate grasses as alternatives to timothy grown in association with alfalfa;
2) Develop a selection method and produce germplasm that can be used to develop timothy cultivars with good regrowth.
- Livestock component: 3) Assess the effect on the intake and productivity of lactating cows of substituting tall fescue (grown in pure stands or in mixture with alfalfa) for timothy in rations;
4) Verify the effect of the conservation method used for tall fescue (silage or haylage) on the productivity of lactating cows.
- Modelling component: 5) Assess the effect on the profitability of dairy farms of using pure species and binary alfalfa-based combinations in rotations with or without intensive management.

PLANT COMPONENT, EXPERIMENT 1 – WHAT ARE THE ALTERNATIVES TO TIMOTHY IN AN ALFALFA-BASED MIXTURE?

This initial project involved evaluating six binary mixtures of a single grass and alfalfa at three contrasting sites in Québec (Sainte-Anne-de-Bellevue, 2,098 degree-days; Saint-Augustin-de-Desmaures, 1,712 degree-days; Normandin, 1,359 degree-days) in order to identify potential alternatives to timothy in the context of climate change.

How. Six binary mixtures of alfalfa (cv. Calypso; 9 kg/ha) with timothy (cv. AC alliance, 7 kg/ha), tall fescue (cv. Carnival, 10 kg/ha), meadow fescue (common seeds, 10 kg/ha), perennial ryegrass (cv. Remington, 12 kg/ha), festulolium (cv. Spring Green, 10 kg/ha), or meadow brome grass (cv. Fleet, 12 kg/ha) were seeded in May 2014 in a randomized complete block design with three replications at each site. The genetic composition of the festulolium cultivar studied is as follows: a meadow fescue × perennial ryegrass (cv. Prior) hybrid and three meadow fescue × ryegrass hybrids from Italy (cv. Elmet, cv. Tandem, cv. Kemal; Casler et al., 2001); parent plants from four cultivars were selected for their superior winter survival.

In 2015, 2016, and 2017, no nitrogen fertilizer was applied and P and K fertilization was carried out based on soil analyses and provincial guidelines (CRAAQ, 2010). Plots were harvested at two alfalfa growth stages, specifically early buds and first bloom, with 2 to 4 cuts a year. The DM yield and the yield contribution of the different components (alfalfa, grass, other) were assessed. We then used visible near infrared reflectance spectroscopy to estimate several nutritive attributes of the mixed forage samples, including the crude protein (**CP**) concentration, the neutral detergent fibre (**aNDF**) and acid detergent fibre (**ADF**) concentrations, and the *in vitro* dry matter (DM) digestibility (**DMD**) and NDF digestibility (**NDFd**). The total digestible nutrient (**TDN**) concentration of the forage mixtures, along with the estimated milk production per hectare (Undersander et al., 2013), were also determined.

Results. The mean of the two alfalfa growth stages was used to compare the different forage mixtures because the stage \times mixture interaction was generally not significant for the yields per cut, and the nutritive attributes measured.

On average for the first three years of production, the seasonal yield of all the binary mixtures evaluated was similar at Saint-Augustin-de-Desmaures (Figure 1). At this site, the yield of the grass species was nonetheless lower in the mixtures with timothy and meadow brome grass than in the other mixtures. At Sainte-Anne-de-Bellevue, the seasonal yields of mixtures with tall fescue, meadow fescue, and meadow brome grass were similar to those of the alfalfa-timothy mixture. However, the seasonal yields of mixtures with festulolium and perennial ryegrass were lower, and these two grasses had lower persistence than the other grass species across the production years. At Normandin, festulolium and perennial ryegrass did not survive the winter following seeding; these two grasses contributed less than 1.5% of the seasonal DM yield in both mixtures in the first year of production (2015). However, the seasonal yields of these mixtures were only lower in 2015 at this site, since alfalfa made up for the small percentage of grass in the mixture during the second and third years of production.

Winter conditions were particularly unfavourable at Sainte-Anne-de-Bellevue and at Normandin during the project, and our results confirm the winter susceptibility of festulolium and perennial ryegrass under current conditions in Québec. These cultivars therefore seem to be risky alternatives for Québec. It should be noted that the species making up a festulolium cultivar have a considerable influence on its performance; other festulolium cultivars could perform better at certain sites in the province.

Based on our results, none of the mixtures had a nutritive value that was systematically higher or lower than the others; the nutritive attributes that were measured appear to be largely influenced by the contribution of the grass species and the alfalfa to the yield. However, certain trends were identified. The alfalfa-tall fescue mixture often had a higher aNDF concentration and lower CP and TDN concentrations than the alfalfa-timothy mixture. The same trend was observed for the alfalfa-meadow brome grass mixture but only at the Normandin and Sainte-Anne-de-Bellevue sites. This could be attributable to the lower contribution of meadow brome grass to yield at Saint-Augustin-de-Desmaures. In addition, at Normandin and Sainte-Anne-de-Bellevue, festulolium and perennial ryegrass mixtures had lower yields and a lower aNDF concentration. The alfalfa-meadow fescue mixture had a TDN concentration similar to that of the alfalfa-timothy mixture at two of the three sites.

Estimated milk production per hectare (results not shown) followed a trend similar to that of the seasonal yield of the mixtures presented in Figure 1. At Saint-Augustin-de-Desmaures, on average during the three years of production, estimated milk production per hectare was similar for all forage mixtures. At Sainte-Anne-de-Bellevue, estimated milk production per hectare was lower for the alfalfa-festulolium and alfalfa-perennial ryegrass mixtures than for the alfalfa-timothy mixture. At Normandin, only the alfalfa-festulolium mixture had estimated milk production per hectare lower than that of the alfalfa-timothy mixture.

At all three sites during the first three years of production, the seasonal yields of the six forage mixtures, along with that of alfalfa in the mixtures, were similar or higher when the mixtures were harvested at the early flowering stage rather than the early bud stage of alfalfa. The yield difference between the two harvest regimes generally became more pronounced during the second and third years of production. In addition, during the development of forages, the aNDF concentration increases, whereas the CP and TDN concentrations, as well as the DMD and NDFd decrease. Differences between the growth stages were observed. Despite their lower nutritive value, forage mixtures harvested at the early flowering stage were associated with estimated milk production similar to or higher than that of the same mixtures harvested at the early bud stage of alfalfa (Figure 2), in all likelihood because their yields were similar or higher (results not shown).

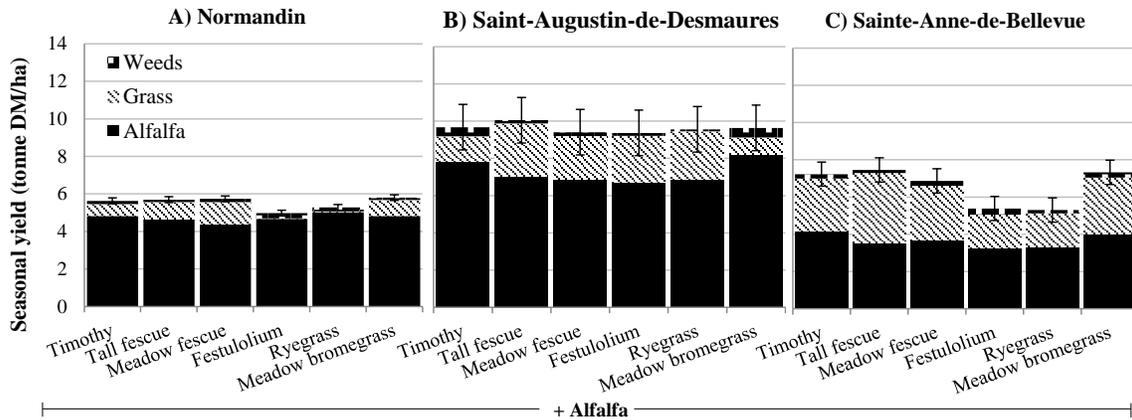


Figure 1. Seasonal yields of alfalfa-grass mixtures, alfalfa, a grass species, and weeds for six alfalfa-based binary mixtures grown at three Québec sites, with two to four cuts per year. Data presented are the means of three years of production (2015, 2016, 2017). The vertical bar indicates the standard error of the seasonal yield of the mixture.

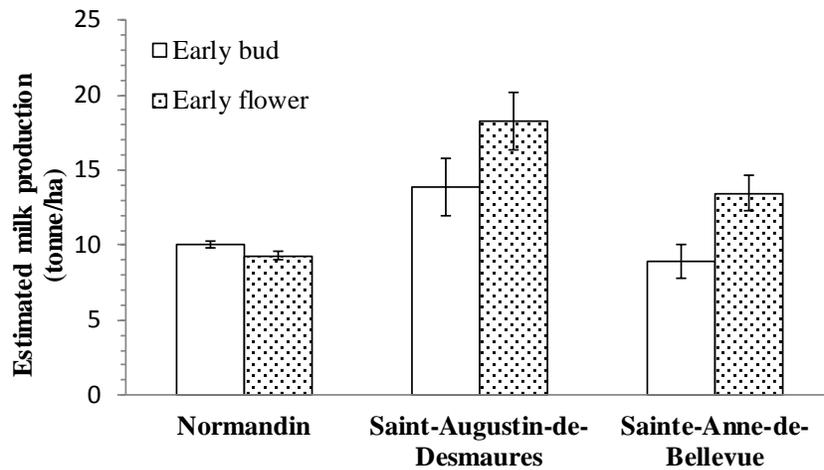


Figure 2. Estimated milk production per hectare for the two harvest regimes, specifically harvesting at the early bud or early flowering stage of alfalfa, at the three Québec sites. Data shown are the means of the six alfalfa-based binary forage mixtures over three years of production. The vertical bar indicates the standard error.

Perspectives. These results show that the alfalfa-timothy mixture performs fairly well in our climate across Québec, and that the alfalfa-meadow fescue mixture has a comparable performance in terms of yield and nutritive value. The alfalfa-tall fescue and alfalfa-meadow brome-grass mixtures, despite their lower nutritive value, are potential alternatives to the alfalfa-timothy mixture in the current climate context since they have comparable seasonal yields, their persistence is good over the first three years of production, and estimated milk production values per hectare associated with these mixtures are similar to those for the alfalfa-timothy mixture. The mixtures including the festulolium and perennial ryegrass cultivars had low yields because the grass species made a low contribution to the yield, resulting in lower estimated milk production values per hectare. The cultivars of these two grass species used therefore do not appear to be promising alternatives to timothy for Québec. With regard to the harvest regime, harvesting binary alfalfa-grass mixtures at the early flowering stage of alfalfa compared with the

early bud stage promotes persistence of the mixtures, their dry matter yield, and the estimated milk production per hectare of forage crop.

PLANT COMPONENT, EXPERIMENT 2 – DEVELOPMENT OF A GERMPLASM SELECTION AND PRODUCTION METHOD THAT CAN BE USED TO DEVELOP TIMOTHY CULTIVARS WITH GOOD REGROWTH

Timothy is one of the most winter hardy forage grass species available. However, the species' low water stress tolerance limits its regrowth during the growing season. A collection consisting of 81 timothy populations from 19 countries and 3 check cultivars from Québec was assessed in order to determine the DM yield at each cut over two years of production at Lévis. The regrowth yield from the second cut ranged from 0.4 to 3.0 tonnes DM/hectare for the 81 populations and 3 cultivars, with a mean of 1.8 tonnes DM/hectare. The 20 populations of timothy with the highest second-cut regrowth values were selected and reseeded in plots at Saint-Augustin-de-Desmaures in order to assess the DM yield, digestibility, and NDF concentration of forage harvested at the early heading stage. The populations and seedlings with better regrowth under water stress and with good nutritive value will be identified. These trials will enable us to determine if there is a relationship between the geographic origin of a population and its water stress tolerance, and to identify genetic material can be used to improve regrowth of timothy under our climatic conditions.

LIVESTOCK COMPONENT - TALL FESCUE, A PROMISING ALTERNATIVE TO TIMOTHY FOR DAIRY COW RATIONS

Based on results from the plant component of the study, tall fescue has promising potential as a replacement for timothy. Some producers nonetheless criticize its lack of palatability. The primary objective of this project component was to evaluate the effect on the intake and production of lactating cows of replacing timothy by tall fescue, grown alone or in mixture with alfalfa. Another aim was to verify the effect on the production performance of dairy cows of the tall fescue conservation method, that is, either silage (35% DM) or haylage (55% MS).

How. Forage crops were harvested in a first cut at the early heading stage and stored using a silo press at 35% dry matter (silage) or large wrapped rectangular bales at 55% dry matter (haylage). The experimental rations contained 70% forage on a dry matter basis and had similar protein and energy concentrations. Five feed rations varying in terms of grass species (timothy or tall fescue silage), presence of alfalfa (with or without alfalfa silage), and type of tall fescue silage (silage or haylage) were compared:

- 1) **T:** 100% timothy silage
- 2) **T + A:** 55% timothy silage + 45% alfalfa silage
- 3) **TF:** 100% tall fescue silage
- 4) **TF + A:** 55% tall fescue silage + 45% alfalfa silage
- 5) **TF-H:** 100% tall fescue haylage

Fifteen Holstein cows (128 ± 33 d in milk) were distributed in a 5 × 5 triple Latin square design (21-d period). During each period, the animals' feed intake, milk production and composition, as well as weight were determined from d 19 to 21. Milk from forage was then calculated from these data. To compare the treatments, the following pre-established contrasts were performed: 1) timothy silage vs tall fescue silage [(T and T + A) vs (TF and TF + A)]; 2) pure grass silage vs grass and alfalfa silage [(T and TF) vs (T + A and TF + A)]; 3) interaction between the forage

grass species and the presence of alfalfa silage in the mixture, for silage-based treatments; and 4) tall fescue silage vs tall fescue haylage (TF vs TF-H).

Results. Feed intake, milk production, milk fat concentration, and milk from forage were similar when the cows were fed timothy or tall fescue silage (Table 1). Intake, milk production, and milk from forage were higher when the grasses were provided in a mixture with alfalfa compared to pure grasses. However, the milk fat concentration was lower when the grasses were consumed as a mixture with alfalfa rather than as grass species alone. As for the milk protein concentration, there was a greater difference between grass species when they were fed as pure stands rather than as a mixture with alfalfa. Finally, using tall fescue haylage rather than silage reduced the cows' feed intake without affecting milk production. An upward trend in milk protein concentration was also observed when haylage was used.

Table 1. Effect of replacing timothy silage by tall fescue silage, serving alfalfa silage with grass silage, and the DM concentration of tall fescue silage on the different dairy cow production parameters.

	Treatment ¹					Contrast, <i>P</i> value			
	T	TF	T + A	TF + A	TF-H	Spe. ²	Mix. ³	Spe. × Mix. ⁴	TF vs TF-H ⁵
Feed intake, kg/d	22.6	22.6	24.7	23.9	20.8	0.36	<0.01	0.28	<0.01
Milk production, kg/d	26.1	27.1	28.6	28.0	26.8	0.62	<0.01	0.11	0.58
Milk fat, %	4.28	4.27	4.17	4.13	4.23	0.55	<0.01	0.65	0.53
Milk proteins, %	3.53	3.40	3.49	3.46	3.44	<0.01	0.52	<0.01	0.06
Milk from forage, kg/d	14.7	15.8	18.6	17.4	15.4	0.91	<0.01	0.15	0.76
Milk corrected for energy, kg/d	26.4	26.4	28.3	26.5	26.2	0.20	0.15	0.23	0.87

¹T: Timothy silage; TF: Tall fescue silage; T + A: Timothy + alfalfa-silage; TF + A: Tall fescue + alfalfa-silage; TF-H: Tall fescue haylage.

²Timothy-silage vs tall fescue-silage [(T and T + A) vs (TF and TF + A)].

³Pure species silage vs mixtures-silage [(T and TF) vs (T + A and TF + A)].

⁴Interaction between forage species and mixture, for silage-based treatments.

⁵Tall fescue-silage vs tall fescue-haylage (TF vs TF-H).

Perspectives. The results of this experiment confirm the possibility of using tall fescue as a replacement for timothy in cow rations, given that milk production, feed intake, milk fat concentration, and milk from forage are similar for the two grass species. In addition, our results indicate that it is advantageous to offer grasses mixed with alfalfa rather than pure grass species, because feed intake, milk production, and milk from forage are increased by 8, 6, and 18%, respectively. Lastly, despite an 8% decrease in feed intake, tall fescue served as haylage allowed for milk performances equivalent to tall fescue served as silage. There is no reason to rule out using tall fescue conserved as silage or haylage.

MODELLING COMPONENT – EFFECT ON FARM PROFITABILITY OF USING PURE GRASS SPECIES AND ALFALFA-BASED BINARY COMBINATIONS IN ROTATIONS WITH OR WITHOUT INTENSIVE MANAGEMENT

The results of the plant and livestock components of this study are being combined in order to examine the effect of changes in the choice of forage grasses on dairy farm performance. To this end, farm-scale modelling is being used as part of an integrated approach aimed at identifying the best scenario for maximizing farm income and/or minimizing environmental losses. The four binary mixtures that showed the greatest potential in the plant component study will be compared at farm scale. The comparison will also include a pure grass species. This will make it possible to add the effect of other ration components and crop substitutions in fields as a function of yields

on the economic and environmental performance of farms. This analysis will be carried out for two dairy farm models in Québec, with or without the possibility of growing grain corn.

CONCLUSIONS

The alfalfa-timothy mixture performed well throughout Québec under current climatic conditions. The alfalfa-meadow fescue, alfalfa-tall fescue, and alfalfa-meadow bromegrass mixtures represent potential alternatives to the alfalfa-timothy mixture since they have comparable seasonal yields, their persistence is good over the first three years of production, and estimated milk productions per hectare associated with these mixtures are similar to that for the alfalfa-timothy mixture. Alfalfa-based mixtures including the festulolium and perennial ryegrass cultivars studied do not appear to be promising alternatives to timothy in Québec. Harvesting binary alfalfa-grass mixtures at the early flowering stage of alfalfa promotes persistence of the mixtures, their DM yield, and milk production from forage.

A certain amount of variability exists among timothy germplasm around the world in terms of regrowth leading to a second cut. This should allow genetic selection to be carried out to develop cultivars with good regrowth.

Tall fescue, as silage or haylage, can be used as a replacement for timothy in cow rations since milk production is similar whether tall fescue or timothy is used in the ration. This study has confirmed the benefits of using grass-alfalfa mixtures in rations.

The results of this study incorporate several aspects of milk production but it would be interesting to push the analysis further by adding economic and environmental components associated with the different proposed practices.

REFERENCES

- Baker, B.S. and G.A. Jung. 1968. Effect of environmental conditions on the growth of four perennial grasses. 1. Response to controlled temperature. *Agron. J.* 60:155-158.
- Bélanger, G., P. Rochette, Y. Castonguay, A. Bootsma, D. Mongrain and D.A.J. Ryan. 2002. Climate change and winter survival of perennial forage crops in eastern Canada. *Agron. J.* 94:1120-1130.
- Bélanger, G., Y. Castonguay, A. Bertrand, C. Dhont, P. Rochette, L. Couture, R. Drapeau, D. Mongrain, F.P. Chalifour and R. Michaud. 2006. Winter damage to perennial forage crops in eastern Canada: Causes, mitigation, and prediction. *Can. J. Plant Sci.* 86:33-47.
- Bélanger, G., Y. Castonguay and J. Lajeunesse. 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. 2016. Défis et opportunités des changements climatiques pour les fermes laitières du Québec. Pages 83-99. 40^e Symposium sur les bovins laitiers, 27 octobre, Drummondville.
- Casler, M.D., P.G. Pitts, C. Rose-Fricke, P.C. Bilkey and J.K. Wipff. 2001. Registration of 'Spring Green' festulolium. *Crop Sci.* 4:1365-1366.
- Charbonneau, E., J.M. Moreno Prado, D. Pellerin, G. Bélanger, H. Côté, V. Bélanger, D. Parent, G. Allard, R. Audet and D. Chaumont. 2013. Première évaluation de l'impact potentiel des changements climatiques sur la durabilité technico-économique et agroenvironnementale des fermes laitières au Québec. Rapport final.
www.ouranos.ca/media/publication/296_RapportCharbonneau2013.pdf
- Cherney, D.J.R., J.H. Cherney and L.E. Chase. 2004. Lactation performance of Holstein cows fed fescue, orchardgrass, or alfalfa. *J. Dairy Sci.* 87:2268-2276.
- CRAAQ, 2010. Guide de référence en fertilisation. 2^e édition. 473 p.

- Halling, M.A. 2012. Yield stability of *Festulolium* and perennial ryegrass in southern and central Sweden. Grassland - an European resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation, Lublin, Poland, 3-7 June 2012, pp. 118-120.
- Jing, Q., G. Bélanger, B. Qian and V. Baron. 2013. Timothy yield and nutritive value under climate change in Canada. *Agron. J.* 105:1683-1694.
- Jing, Q., G. Bélanger, B. Qian and V. Baron. 2014. Timothy yield and nutritive value with a three-harvest system under the projected future climate in Canada. *Can. J. Plant Sci.* 94:213-222.
- Moreno, J.M., G. Bélanger, H. Côté, D. Pellerin, V. Bélanger, G. Allard, R. Audet, D. Chaumont and E. Charbonneau. 2013. Potential impact of climate change on crop yield and nutritive value of dairy farms in Quebec. *J. Anim. Sci.* 91 (E-Suppl.2)/*J. Dairy Sci.* 96 (E-suppl.1):601.
- Peratoner, G., C. Florian, C. Klotz, U. Figl and S. Gottardi. 2011. Effect of forage conservation on the leaf texture of tall fescue in: *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Grassland science in Europe* 16:22.
- Qian, B., S. Gameda, R. de Jong, P. Falloon and J. Gornall. 2010. Comparing scenarios of Canadian daily climate extremes derived using a weather generator. *Clim. Res.* 41:131-149.
- Qian B., R. De Jong, S. Gameda, T. Huffman, D. Neilsen, R. Desjardins., H. Wang and B. McConkey. 2013. Impact of climate change scenarios on Canadian agroclimatic indices. *Can. J. Plant Sci.* 93: 243-259.
- Simili da Silva, M., G.F. Tremblay, G. Bélanger, J. Lajeunesse, Y.A. Papadopoulos, S.A.E. Fillmore and C.C. Jobim. 2013. Energy to protein ratio of grass-legume binary mixtures under frequent clipping. *Agron. J.* 105:482-492.
- Thivierge, M., G. Jégo, G. Bélanger, A. Bertrand, G.F. Tremblay, C.A. Rotz and B. Qian. 2016. Predicted yield and nutritive value of an alfalfa-timothy mixture under climate change and elevated atmospheric carbon dioxide. *Agron. J.* 108:585-603.
- Undersander, D., D. Combs, R. Shaver and P. Hoffman. 2013. University of Wisconsin alfalfa/grass evaluation system – MILK 2013. UW Extension.



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



UNIVERSITÉ
LAVAL

Amélioration des graminées fourragères dans un contexte de changements climatiques



Gaëtan Tremblay¹,
Édith Charbonneau² et collaborateurs

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

²Université Laval, Département des sciences animales



Québec

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies

**Programme projet de recherche en partenariat orienté :
innovation en production et en transformation laitières-VI
(3^e concours) 2014-2015**

Novalait

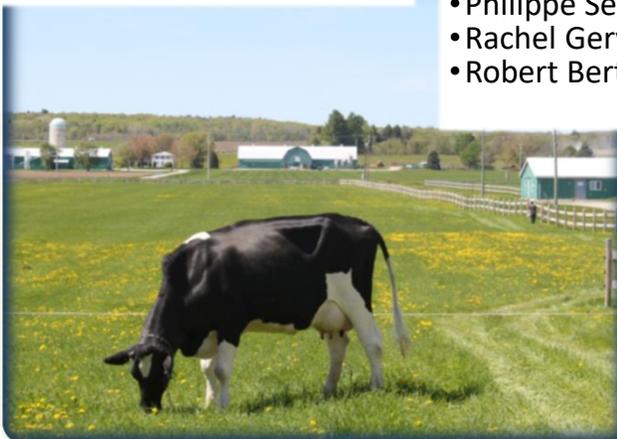
Autres membres de l'équipe

- Gilles Bélanger, Annie Claessens, Julie Lajeunesse; AAC
- Philippe Seguin, Université McGill 
- Rachel Gervais, Doris Pellerin, Université Laval 
- Robert Berthiaume, Valacta 



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada



Programme projet de recherche en partenariat orienté : innovation en production et en transformation laitières-VI (3^e concours) 2014-2015

Novalait



Autres membres de l'équipe

- Gilles Bélanger, Annie Claessens, Julie Lajeunesse; AAC
- Philippe Seguin, Université McGill 
- Rachel Gervais, Doris Pellerin, Université Laval 
- Robert Berthiaume, Valacta 

- Florence Pomerleau-Lacasse, Université McGill
- Anne-Marie Richard, Université Laval



Introduction

- Les **changements climatiques** entraineront au Québec une
 - ↑ de la température et des degrés-jours de croissance
 - modification de la distribution des précipitations
- La **fléole des prés** (Qian et coll. 2010; 2013)
 - Graminée fourragère la + utilisée au QC (CEPOQ 2016)
 - Bonne survie en hiver (CRAAQ 2005)
 - Bonne valeur nutritive, Sapide
 - Faible tolérance à la sécheresse et la chaleur
 - Faible regain après la 1^{re} coupe
- **Conséquences** des changements climatiques
 - Coupe additionnelle mais regain + faible

(Jing et coll. 2013, 2014; Thivierge et coll. 2016)



Photo G. Allard

Amélioration des graminées fourragères dans un contexte de changements climatiques

Objectif général: Déterminer les graminées fourragères à privilégier dans un contexte de changements climatiques.

Volet végétal:

1. Graminées alternatives à la fléole des prés cultivée avec la luzerne.
2. Populations de fléole des prés à regain élevé.

Volet animal:

3. Remplacement de l'ensilage de fléole des prés par celui de fétuque élevée dans les rations de vache en lactation.
4. Ensilage préfané ou demi-sec de fétuque élevée dans les rations de vache en lactation.

Volet modélisation:

5. Mélanges simples luzerne-graminée dans les rotations avec ou sans gestion intensive sur la profitabilité des fermes.

Volet végétal

Alternatives au mélange Luzerne-Fléole des prés

➤ 6 mélanges simples à base de luzerne Semés en 2014

Luzerne cv Calypso (9 kg/ha) +	Cultivar	Dose de semis (kg/ha)
1 - Fléole des prés	AC Alliance	7
2 - Fétuque élevée	Carnival	10
3 - Fétuque des prés	Sem. communes	10
4 - Ray-grass vivace	Remington	12
5 - Festulolium	Spring Green	10
6 - Brome des prés	Fleet	12

- 6 mélanges simples à base de luzerne
- 2 stades de développement de la luzerne à la récolte

Boutons



Floraison



- 6 mélanges simples à base de luzerne
- 2 stades de développement de la luzerne à la récolte
- 3 répétitions ($6 \times 2 \times 3 = 36$ parcelles/site)
- 3 sites Normandin (1359 Degrés-Jours de Croissance)
St-Augustin-de-Desmaures (1712 DJC)
Ste-Anne-de-Bellevue (2098 DJC)

Volet végétal

Alternatives au mélange Luzerne-Fléole des prés

- 6 mélanges simples à base de luzerne
- 2 stades de développement de la luzerne à la récolte
- 3 répétitions (6 × 2 × 3 = 36 parcelles/site)
- 3 sites
- 2 à 4 coupes/année pendant 3 années (2015 à 2017)

Rendement du mélange, luzerne et graminée

Protéines Brutes, Fibres ADF et NDF,

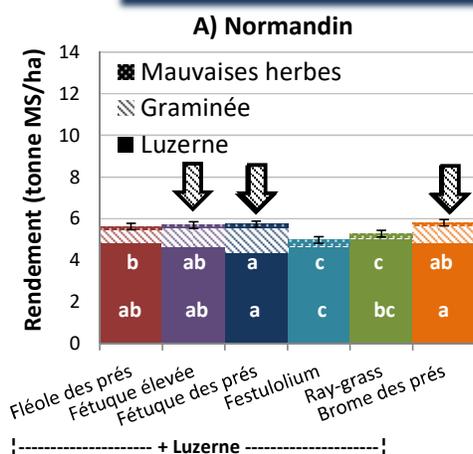
Digestibilités *in vitro* de la MS et des fibres NDF, Unités Nutritives Totales,

Production de lait estimée/hectare (Undersander et coll. 2013)

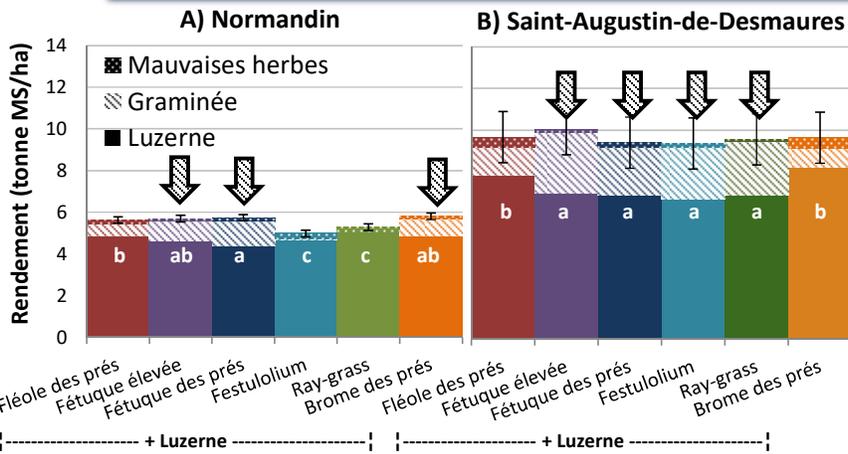
Volet végétal

Alternatives au mélange Luzerne-Fléole des prés

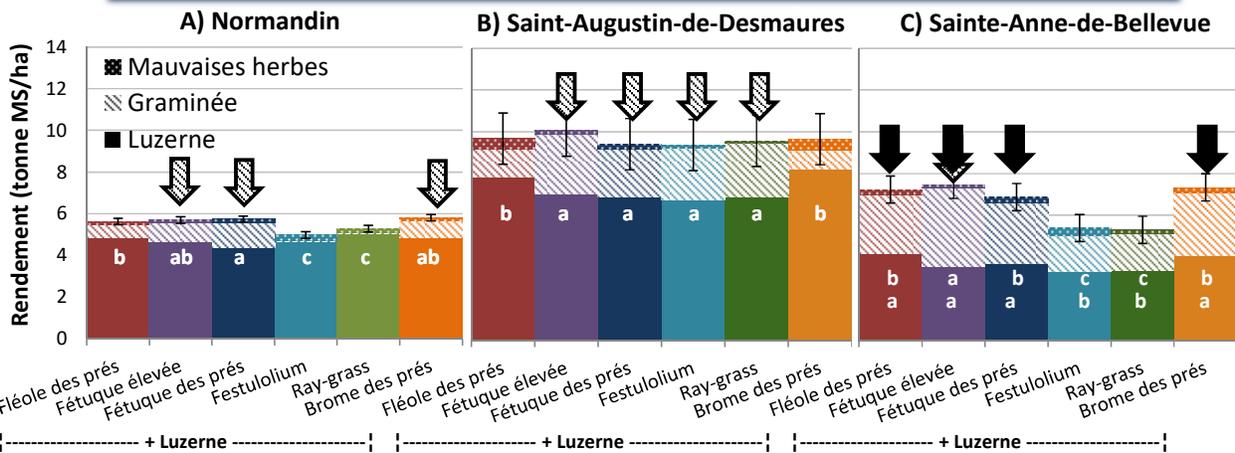
➤ Rendements saisonniers moyens (2015-2017)



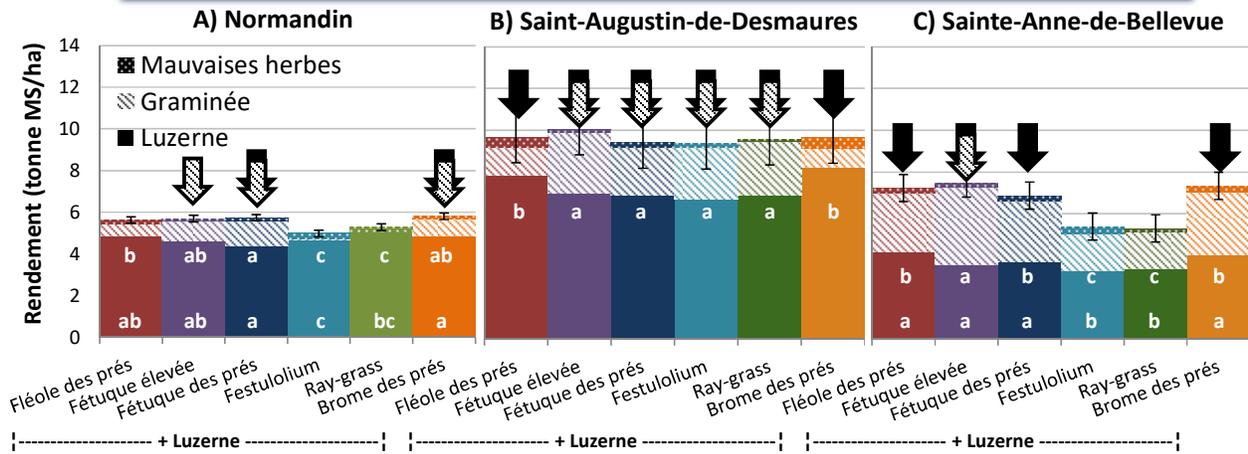
Rendements saisonniers moyens (2015-2017)



Rendements saisonniers moyens (2015-2017)



Rendements saisonniers moyens (2015-2017)



Unités nutritives totales, UNT (2015-2017)

ÉNERGIE NETTE LAIT

$$UNT = (0,98 \times \text{GNFd}) + \{\text{PBd}\} + \{2,25 \times \text{AGd}\} + \{\text{NDFd}\} - 7$$

$$\text{ENI} = 0,0245 \times \text{UNT} - 0,12$$

Où:

UNT = unités nutritives totales (% MS)

GNFd = glucides non fibreux digestibles en % de la matière sèche

PBd = protéines digestibles en % de la matière sèche

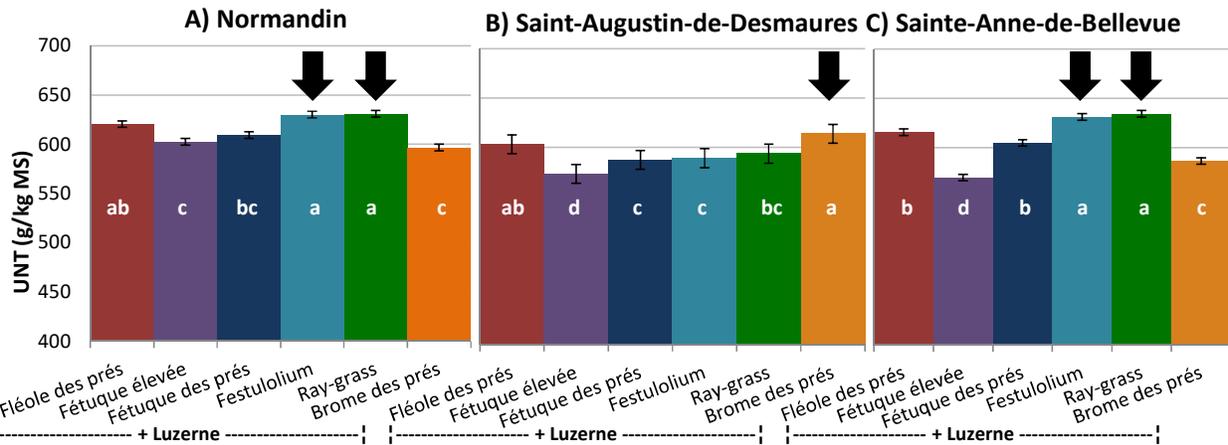
AGd = acides gras digestibles en % de la matière sèche

NDFd = NDF digestibles en % de la matière sèche

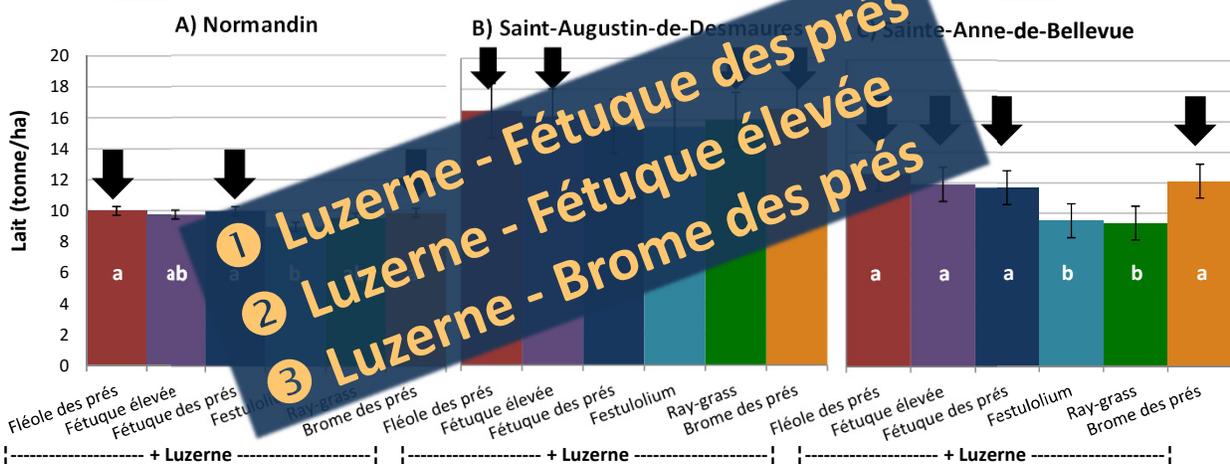
ENI = énergie nette lait en Mcal/Kg de la matière sèche

Weiss, 2001

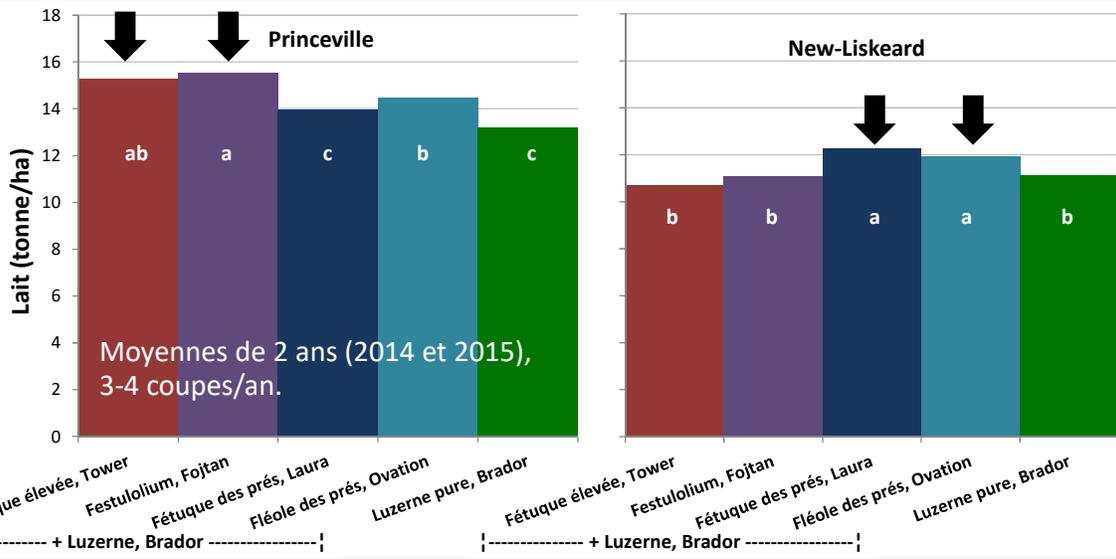
Unités nutritives totales UNT (2015-2017)



Production de lait estimée (2015-2017)



➤ Production de lait estimée (Undersander et coll. 2013)

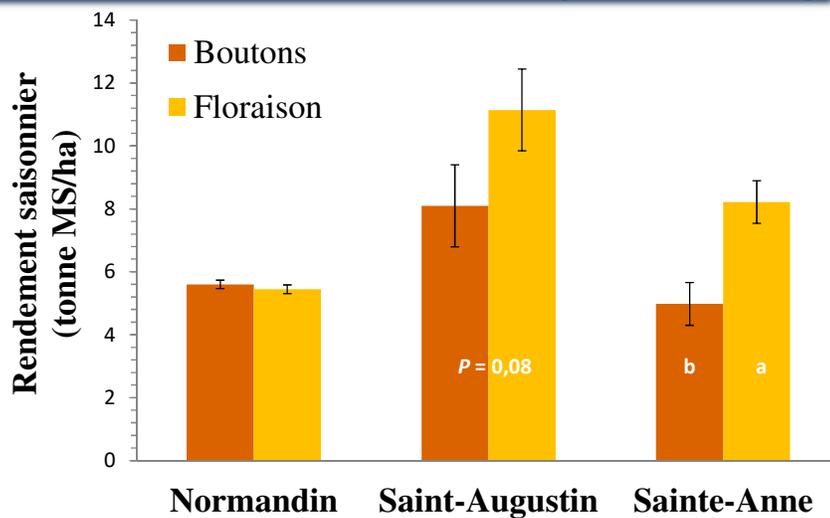


Lafrenière, Berthiaume et Beauchesne, 2017

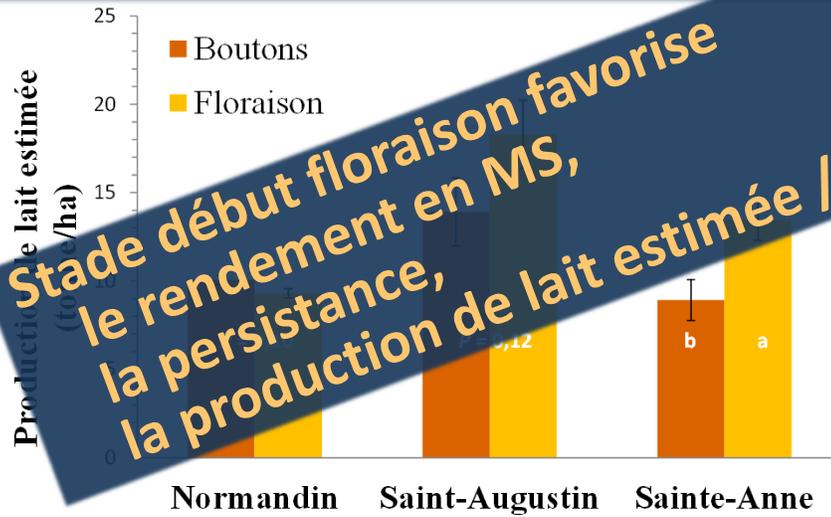
Volet végétal

Alternatives au mélange Luzerne-Fléole des prés

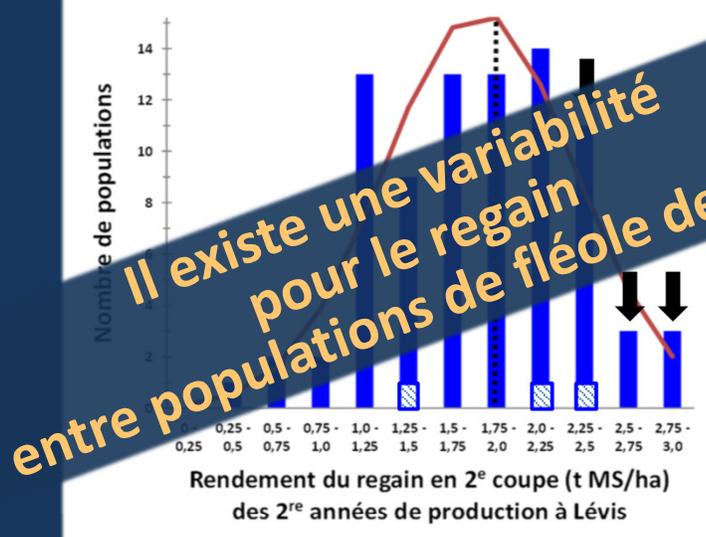
➤ Rendement saisonnier (2015-2017)



➤ Production de lait estimée (2015-2017)



➤ 81 populations de 19 pays + 3 cultivars du QC



Claessens et coll. 2018

La fléole des prés en 2 mots



- Graminée fourragère la + utilisée au QC (CEPOQ, 2016)
- Bonne survie en hiver (CRAAQ, 2005)
- Bonne valeur nutritive, Sapide



- Faible tolérance à la sécheresse et la chaleur
- Faible regain après la 1^{re} coupe



Quant à la fétuque élevée



- Très tolérante à la sécheresse et la chaleur
- Longue saison de végétation
- Bonne valeur nutritive (CRAAQ, 2005)



- Peu sapide
- Devrait-on craindre son utilisation ?



La fétuque élevée dans la littérature

- Au pâturage, le dactyle serait + consommé que la fétuque élevée (Casler et coll. 1998)
- Consommation + élevée et Production laitière \approx avec l'ensilage de fétuque élevée plutôt que de dactyle (Fisher et coll. 1993)
- Performances laitières équivalentes avec une RTM à base de fétuque élevée, de dactyle ou de luzerne (Cherney et coll. 2004)



Objectifs:

- Évaluer l'effet du remplacement de l'ensilage de fléole des prés par celui de fétuque élevée, offert seul ou en mélange avec de l'ensilage de luzerne, sur les performances laitières.
- Vérifier l'effet du type d'ensilage de fétuque élevée (35 vs 55% MS) sur les performances laitières.



Fourrages étudiés:

- Ensilages préfanés, 35% MS, silo-presse
 - Fléole des prés, cv AC Alliance
 - Fétuque élevée, cv Courtenay
 - Luzerne, Genoa
- Ensilage demi-sec, 55% MS, grosses balles rectangulaires
 - Fétuque élevée, cv Courtenay
- 1^{re} coupe aux stades recommandés



Rations alimentaires (% MS)

≈ 70%
fourrage

	FP	FP + L	FE	FE + L	FE (DS)
Ensilage préfané de fléole des prés (FP)	70,7	38,1	-	-	-
Ensilage préfané de fétuque élevée (FE)	-	-	70,7	38,1	-
Ensilage préfané de luzerne (L)	-	31,3	-	31,3	-
Ensilage demi-sec (DS) de fétuque élevée	-	-	-	-	70,7

Rations alimentaires (% MS)

		FP	FP + L	FE	FE + L	FE (DS)
≈ 70% fourrage	Ensilage préfané de fléole des prés (FP)	70,7	38,1	-	-	-
	Ensilage préfané de fétuque élevée (FE)	-	-	70,7	38,1	-
	Ensilage préfané de luzerne (L)	-	31,3	-	31,3	-
	Ensilage demi-sec (DS) de fétuque élevée	-	-	-	-	70,7
≈ 30% concentré	Maïs moulu	23,4	26,9	23,4	26,9	23,4
	Fin gluten	2,7	2,2	2,7	2,2	2,7
	Tourteau de soya	1,8	-	1,8	-	1,8

Rations alimentaires (% MS)

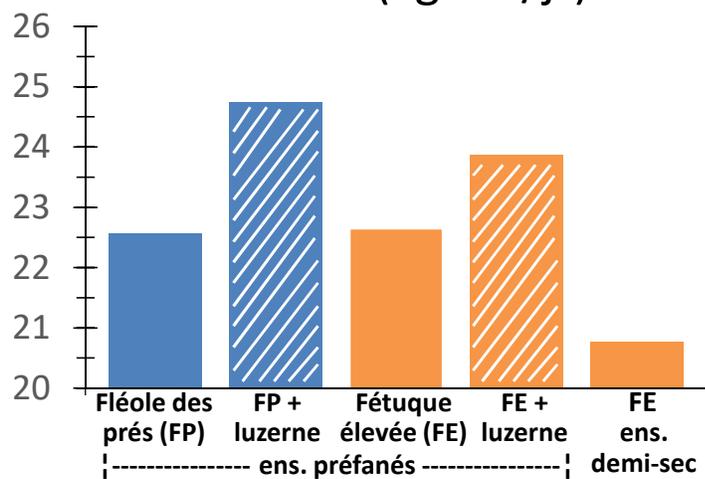
		FP	FP + L	FE	FE + L	FE (DS)
≈ 70% fourrage	Ensilage préfané de fléole des prés (FP)	70,7	38,1	-	-	-
	Ensilage préfané de fétuque élevée (FE)	-	-	70,7	38,1	-
	Ensilage préfané de luzerne (L)	-	31,3	-	31,3	-
	Ensilage demi-sec (DS) de fétuque élevée	-	-	-	-	70,7
≈ 30% concentré	Maïs moulu	23,4	26,9	23,4	26,9	23,4
	Fin gluten	2,7	2,2	2,7	2,2	2,7
	Tourteau de soya	1,8	-	1,8	-	1,8
Composition chimique	NDF, % MS	43,8	37,7	39,8	34,7	45,2
	Protéines brutes, % MS	14,9	14,9	13,8	13,9	13,9
	EN _L , Mcal/kg	1,54	1,55	1,55	1,56	1,49

Approche expérimentale

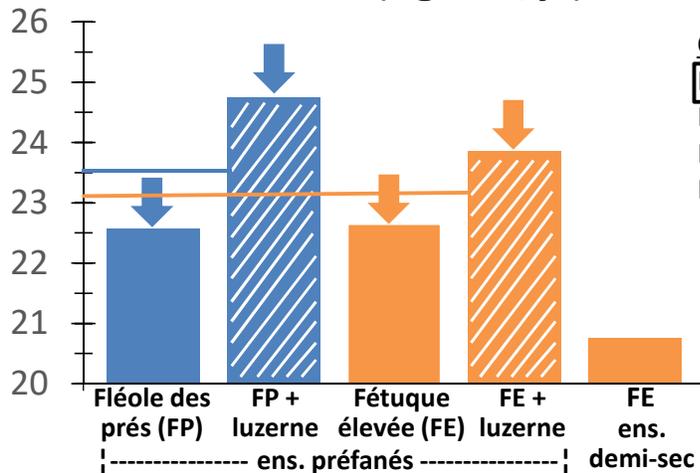
- 15 vaches Holstein, 128 ± 33 jours en lait.
- 3 carrés latins de 5 traitements × 5 périodes de 21 jours



Prise alimentaire (kg MS/jr)



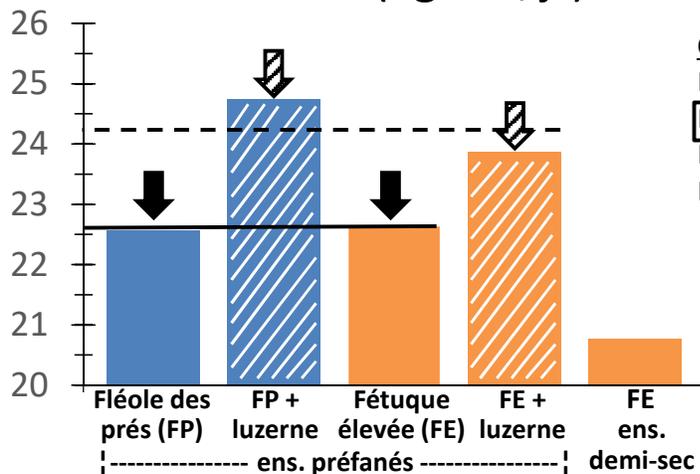
Prise alimentaire (kg MS/jr)

**Contraste****Significatif**

Espèce: Fléole vs Fétuque	<i>non</i>
Mélange: Avec vs sans Luzerne	<i>oui</i>
Espèce × Mélange	<i>non</i>
Ens. préfané vs demi-sec fétuque	<i>oui</i>



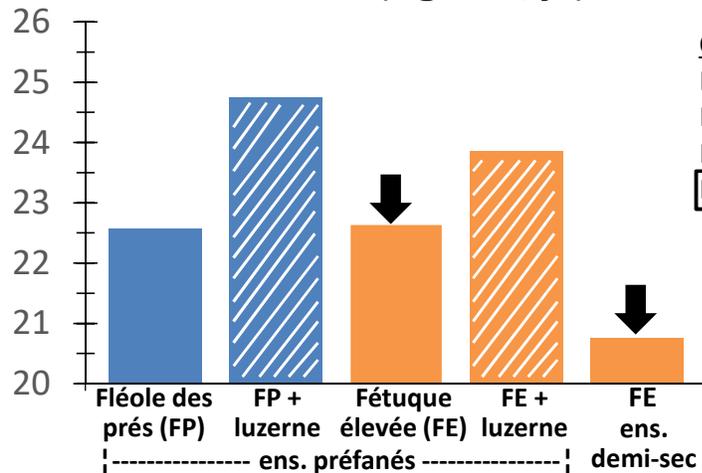
Prise alimentaire (kg MS/jr)

**Contraste****Significatif**

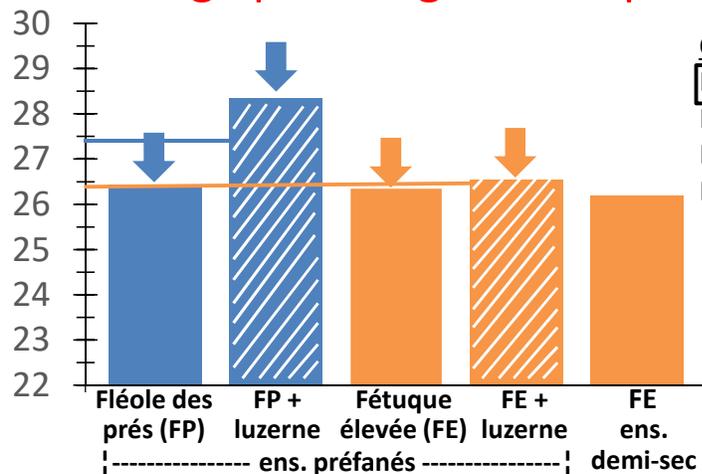
Espèce: Fléole vs Fétuque	<i>non</i>
Mélange: Avec vs sans Luzerne	<i>oui</i>
Espèce × Mélange	<i>non</i>
Ens. préfané vs demi-sec fétuque	<i>oui</i>



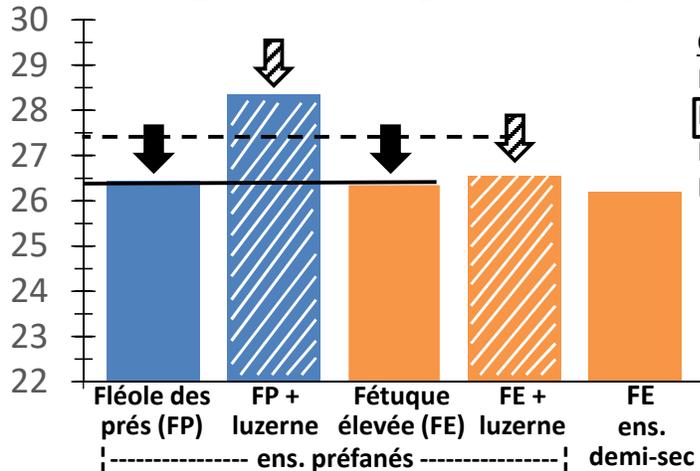
Prise alimentaire (kg MS/jr)

**Contraste****Significatif**Espèce: Fléole vs Fétuque *non*Mélange: Avec vs sans Luzerne *oui*Espèce × Mélange *non*Ens. préfané vs demi-sec fétuque *oui*

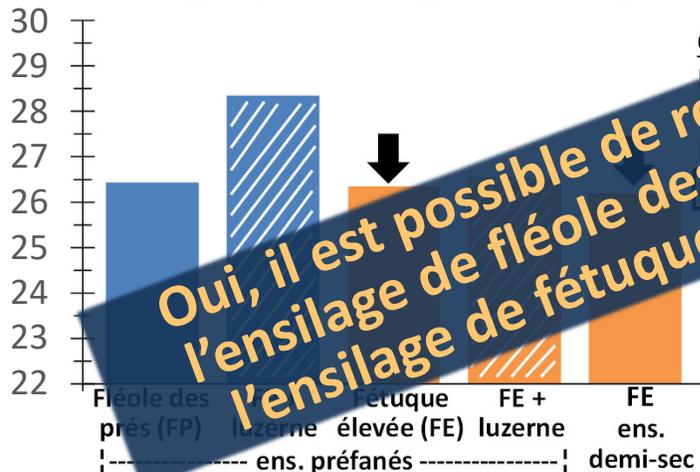
Lait corrigé pour le gras et la protéine (kg/jr)

**Contraste****Significatif**Espèce: Fléole vs Fétuque *non*Mélange: Avec vs sans Luzerne *non*Espèce × Mélange *non*Ens. préfané vs demi-sec fétuque *non*

Lait corrigé pour le gras et la protéine (kg/jr)

**Contraste**Espèce: Fléole vs Fétuque *non*Mélange: Avec vs sans Luzerne *non*Espèce x Mélange *non*Ens. préfané vs demi-sec fétuque *non***Significatif***non**non**non**non*

Lait corrigé pour le gras et la protéine (kg/jr)

**Contraste**Espèce: Fléole vs Fétuque *non*Mélange: Avec vs sans Luzerne *non*Espèce x Mélange *non*Ens. préfané vs demi-sec fétuque *non***Significatif***non**non**non**non*

Oui, il est possible de remplacer
l'ensilage de fléole des prés par
l'ensilage de fétuque élevée!



Conclusions

Volet végétal

1. Alternatives envisageables au mélange Luzerne - Fléole des prés:
 - ① Luzerne - Féтуque des prés
 - ② Luzerne - Féтуque élevée
 - ③ Luzerne - Brome des prés
 - Rendements saisonniers comparables,
 - Bonnes persistances au cours des 3 premières années de production,
 - Production de lait estimée par ha similaires.
2. Récolter les mélanges binaires luzerne-graminée au stade début floraison de la luzerne favorise la persistance des mélanges, leur rendement en matière sèche, et la production de lait estimée par hectare de fourrage.
3. Il existe une variabilité entre populations de fléole des prés pour le regain.

Conclusions

Volet animal

4. Ensilage préfané de Féтуque élevée vs Fléole des prés:
Consommation volontaire de MS et production laitière équivalentes.
5. Ensilage demi-sec vs préfané de Féтуque élevée:
Consommation volontaire de MS ↓ 8%, Production de lait semblable.
6. Ensilage (graminées + luzerne) vs ensilage graminées:
Consommation volontaire de MS ↑ 8%,
↑ non significative de 4% du lait corrigé pour l'énergie.

Volet modélisation

7. À venir. Effet de l'incorporation de mélanges simples luzerne-graminée dans les rotations avec ou sans gestion intensive sur la rentabilité des fermes.

MERCI!

Québec 

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
- Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies

Novalait

 **CRSAD**
Centre de recherche en sciences animales de Deschambault

 UNIVERSITÉ
LAVAL

 **McGill**



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

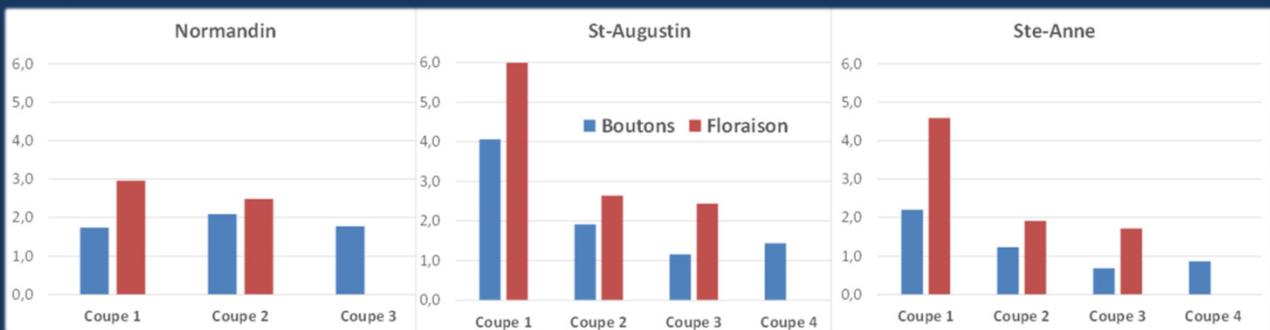
gaetan.tremblay@agr.gc.ca



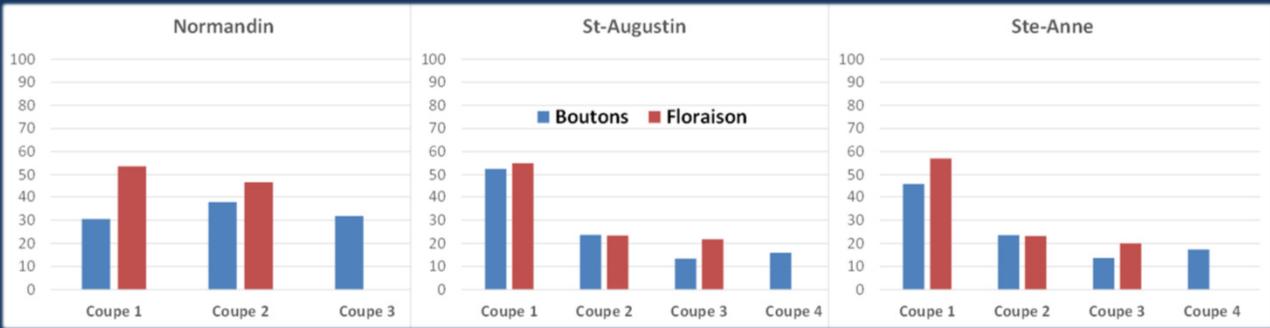
Volet végétal

Alternatives au mélange Luzerne-Fléole des prés

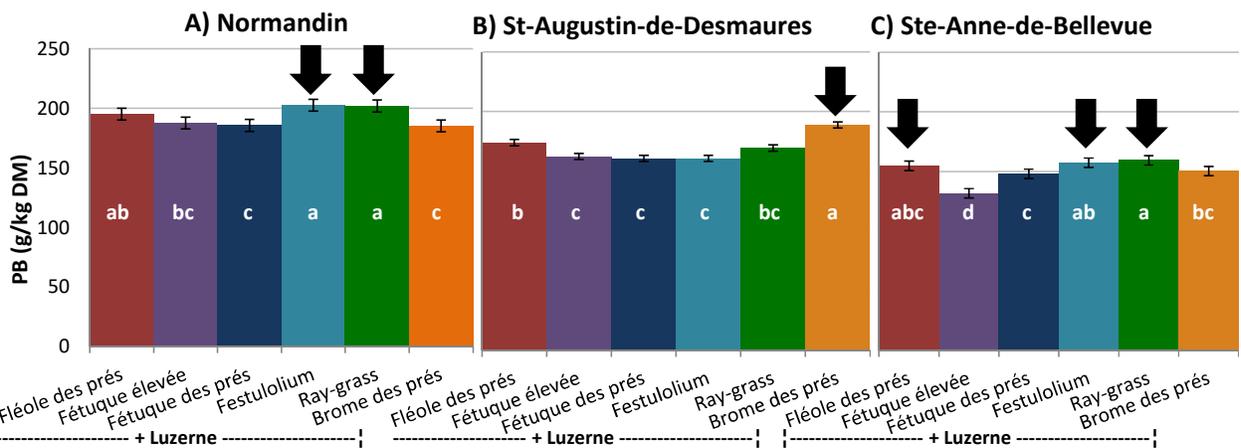
➤ Rendement saisonnier, t MS/ha (2015-2017)



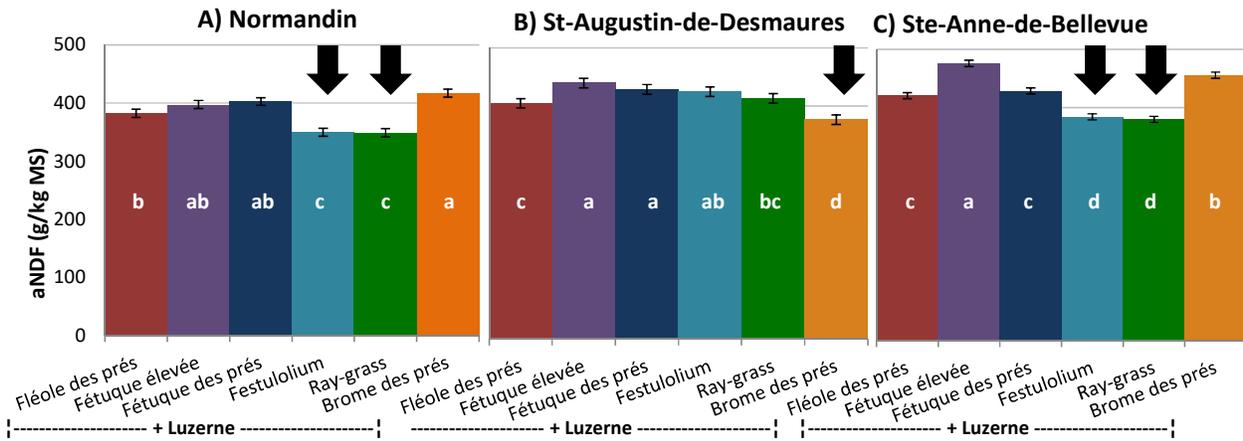
➤ Rendement saisonnier, t MS/ha (2015-2017)



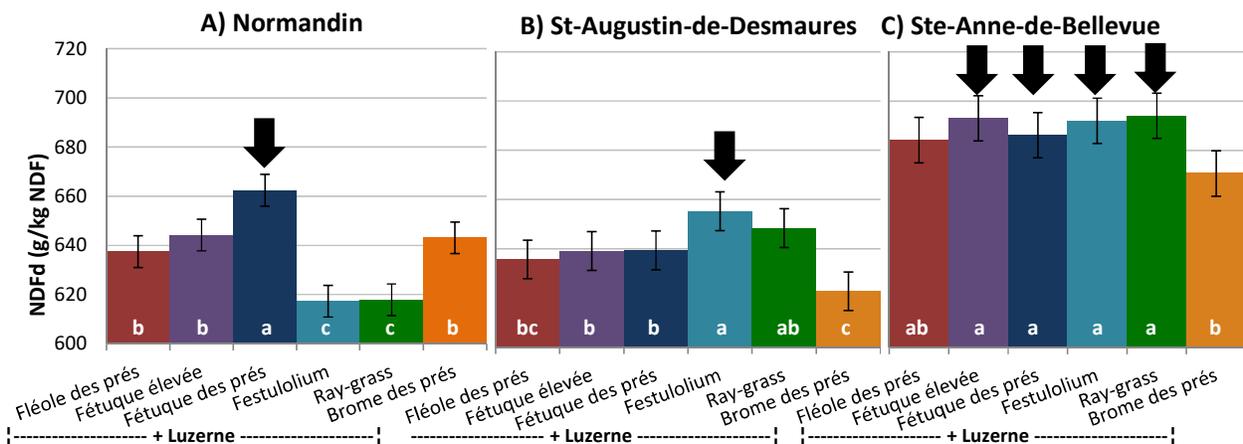
➤ Protéines brutes (2015-2017)



Fibres insolubles au détergent neutre (2015-2017)



Digestibilité *in vitro* de la fibre NDF (2015-2017)



➤ Digestibilité *in vitro* de la MS (2015-2017)

