

Changements climatiques et plantes fourragères : impacts attendus et exemples d'adaptations

Guillaume Jégo¹, Sylvestre Delmotte², Sarah Delisle³, Gilles Bélanger¹, Marie-Noëlle Thivierge¹,
Huguette Martel⁴, Denis Ruel⁴

¹ Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec

² Consultant en agro-environnement, modélisation et démarche participative, Québec

³ CDAQ- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec, coordinatrice projet Agriculmat

⁴ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES PROJETÉS AU QUÉBEC

Le climat du sud du Québec va considérablement évoluer dans les prochaines décennies sous l'effet des changements climatiques. En effet, selon l'évolution de la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre et des émissions de particules aérosols, les modèles climatiques projettent une augmentation de la température moyenne annuelle dans la partie sud du Québec de l'ordre de 2,8 °C (variant de + 1,6 à + 3,6 °C, selon les scénarios climatiques) à l'horizon 2050 (2041-2070) par rapport au climat observé entre 1981 et 2010 (Ouranos, 2015). À l'échelle annuelle, les précipitations pourraient également augmenter. Ces évolutions climatiques se traduiraient différemment selon les saisons :

- L'hiver débuterait plus tard, avec une arrivée plus tardive des premiers gels et de la neige. Le volume des précipitations serait probablement en hausse, ainsi que la fréquence des redoux durant les mois d'hiver, entraînant une augmentation des précipitations sous forme de pluie durant l'hiver. Les froids extrêmes seraient moins fréquents et moins intenses.
- Le printemps serait plus précoce, entraînant un début de saison de croissance anticipé par rapport au climat historique du Québec. Les risques de gel tardif, après le début de la saison de croissance, resteraient identiques. Les précipitations au printemps seraient, en moyenne, légèrement supérieures aux valeurs de références historiques.
- L'été, les épisodes de températures caniculaires seraient plus fréquents. Le volume de précipitation devrait rester stable. Cependant, la hausse de la température entraînerait une hausse de l'évapotranspiration et donc des besoins en eau des plantes. Les épisodes de précipitations intenses liés à des cellules orageuses localisées seraient plus fréquents, entraînant des risques plus importants de crue éclair des cours d'eau et d'inondation localisée.
- L'automne, les températures seraient plus élevées, ayant pour effet d'allonger la saison de croissance et de retarder l'entrée en dormance des plantes pérennes. Le volume de précipitation serait, en moyenne, similaire à celui observé historiquement.

La hausse des températures devrait se traduire par un allongement de la saison de croissance d'en moyenne 22 jours à l'horizon 2050 (variant de + 10 à + 35 jours selon les scénarios climatiques et les régions).

IMPACTS ATTENDUS ET MESURES D'ADAPTATION

Ces changements climatiques vont affecter la saison de croissance des cultures, mais également la période hivernale, pendant laquelle se joue la survie des plantes pérennes. Dans les sections suivantes, nous présentons des mesures d'adaptation que les producteurs agricoles peuvent envisager pour faire face aux impacts potentiels des changements climatiques identifiés dans la production de plantes fourragères.

Mesure 1 : Choisir des espèces adaptées au climat futur et modifier la gestion des coupes

Les résultats expérimentaux et les travaux de modélisation indiquent que l'augmentation de la température combinée à une concentration atmosphérique en CO₂ plus élevée devraient accroître le rendement potentiel de la plupart des plantes fourragères pérennes au Québec. La croissance des plantes devrait débuter plus tôt et s'arrêter plus tard dans la saison. Cet allongement de la saison de croissance, combiné à une réduction du nombre de jours entre les coupes associée à l'augmentation prévue de la température, devraient permettre une augmentation du nombre de coupes chaque année (Ruget et al., 2012; Jing et al., 2013, 2014; Thivierge et al., 2016). Par conséquent, l'ajustement du calendrier de récolte, avec la possibilité d'effectuer une coupe supplémentaire, sera une stratégie importante d'adaptation au changement climatique.

Pour les légumineuses comme la luzerne cultivée en culture pure, on estime que le rendement annuel pourrait augmenter entre 9 et 21 % au cours des trois prochaines décennies (2020-2049) (Thivierge et al., 2016). Cette augmentation provient à la fois de l'allongement de la durée de la saison de croissance, mais aussi de l'augmentation des températures et de la concentration en CO₂ qui accélèrera la vitesse de croissance de la luzerne. En revanche, pour certaines graminées bien adaptées aux climats froids comme la fléole des prés, la vitesse de croissance sera peu affectée par l'augmentation des températures et de la concentration en CO₂ (Piva et al., 2013; Thivierge et al., 2016). Toutefois, l'allongement de la saison de croissance et la possibilité d'effectuer une coupe additionnelle devrait permettre une légère augmentation de rendement annuel (Jing et al., 2013), variable selon les régions : par exemple, + 10 % au Bas-Saint-Laurent (Thivierge et al., 2016), jusqu'à + 35 % au Lac-Saint-Jean, et évolution incertaine dans les régions les plus chaudes comme la Montérégie (- 3 % dans Thivierge et al., 2016 et + 25 % dans Jing et al., 2013). Cette différence de réponse entre les deux espèces peut s'expliquer en grande partie par la différence de température optimum de croissance qui est plus basse pour la fléole (autour de 21 °C) que pour la luzerne (environ 24 °C).

Les projections de rendements du mélange luzerne-fléole des prés indiquent une possible augmentation similaire à celle de la luzerne (+ 9 à + 21 % selon les régions et les scénarios climatiques) dans un futur proche (2020-2049), notamment grâce à la possibilité d'effectuer une coupe de plus au cours de la saison de croissance. De plus, les températures plus chaudes et les conditions plus sèches favoriseront la luzerne dans le mélange, surtout au cours de l'été. On devrait donc s'attendre à des proportions plus élevées de luzerne dans le mélange lors des coupes prises l'été. À plus long terme, cette augmentation de rendement annuel pourrait être moins importante en raison notamment de l'augmentation du stress hydrique pendant l'été, qui affecterait la productivité du mélange. Compte tenu de ses faibles performances en conditions chaudes, la fléole des prés pourrait être moins adaptée aux conditions futures que d'autres espèces de graminées comme la fétuque des prés, la fétuque élevée ou le brome des prés par exemple. La fétuque élevée, en mélange avec la luzerne, semblerait présenter un avantage en climat futur sur les

autres espèces de graminées, notamment dans les régions plus froides du Québec (ex. Bas-Saint-Laurent) (Payant, 2020).

La valeur nutritive des fourrages est également susceptible d'être affectée par les changements climatiques. Sans adaptation de la régie de coupe, l'augmentation des températures réduirait la valeur nutritive des fourrages ou des pâturages (Thorvaldsson et al., 2007; Lee et al., 2013; Jing et al., 2013). Cependant, l'adaptation du régime de coupe (plus de coupes, plus fréquentes) pourrait permettre de maintenir la valeur nutritive annuelle moyenne des fourrages au Québec (Thivierge et al., 2016).

La culture du maïs ensilage pourrait bénéficier de la hausse des températures et de l'allongement de la saison de croissance. En effet, le maïs étant une espèce au métabolisme photosynthétique de type C4, il est peu sensible à la hausse de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère, mais bien adapté aux conditions de températures élevées. Suivant l'intensité des conditions de stress hydrique et la disponibilité d'hybrides à cycle de croissance plus long, le rendement potentiel du maïs ensilage pourrait augmenter jusqu'à 50 % dans les régions actuellement les plus froides du Québec (Thivierge et al., 2017). La possibilité de cultiver du soya et du maïs, que ce soit du maïs ensilage ou du maïs grain, à des latitudes plus élevées laisse présager de nouvelles possibilités pour les producteurs et de nouveaux défis pour les plantes fourragères pérennes sur les fermes laitières du Québec.

Mesure 2 : Assurer la persistance des plantes fourragères pérennes

Parmi les plantes fourragères pérennes du Québec, la luzerne est celle qui présente le plus fréquemment des enjeux de survie à l'hiver. Cela se traduit par une diminution de la densité de plants de luzerne allant jusqu'à une perte totale lors de certains hivers. La survie hivernale de la luzerne peut être compromise par des conditions inadaptées à l'endurcissement hivernal pendant l'automne, par une couverture de neige insuffisante pendant l'hiver et par des dommages d'anoxie causés par la formation d'une couche de glace à la surface du sol (Bélanger et al., 2002, 2006; Castonguay et al., 2006). De plus, une concentration en CO₂ élevée, comme prévue dans les scénarios futurs, pourrait réduire la tolérance au gel de la luzerne (Bertrand et al., 2007). Une étude réalisée à l'aide d'indices agro-climatiques a démontré que les risques de dommages hivernaux seraient accrus chez la luzerne suite au réchauffement climatique (Bélanger et al., 2002). On s'attend donc à ce que l'effet combiné de la diminution de l'endurcissement au froid, de la diminution de la couverture de neige, de l'augmentation des pluies hivernales et de l'augmentation des cycles gel-dégel entraînant un dés-endurcissement trop précoce cause plus de dommages hivernaux à certaines plantes pérennes sous le climat futur. Ce risque accru de dommages hivernaux suite aux changements climatiques pourrait influencer le choix des espèces fourragères cultivées en favorisant des espèces plus tolérantes en remplacement d'espèces sensibles à l'hiver.

Certaines espèces mieux adaptées à l'hiver, comme la fléole des prés, pourraient être moins affectées par les changements climatiques hivernaux, mais d'autres aspects des changements climatiques pourraient réduire leur persistance. Dans le cas des espèces à faible profondeur d'enracinement, comme la fléole des prés, l'augmentation de l'évapotranspiration pendant l'été pourrait augmenter de façon importante l'occurrence et la durée des épisodes de stress hydriques (Thivierge et al., 2016).

Pour améliorer la persistance des espèces pérennes, plusieurs stratégies peuvent être entreprises : hausser la hauteur des coupes pour assurer la présence de suffisamment de végétation pour retenir la neige l'hiver et une meilleure reprise de la végétation après les coupes d'été, éviter les coupes trop tardives à l'automne pour permettre à la plante de reconstituer ses réserves, améliorer la santé des sols

et la gestion de l'eau pour favoriser l'écoulement de l'eau et limiter les zones où de l'eau stagne en automne et hiver, ou encore s'assurer de réaliser les semis dans des conditions favorables à un enracinement profond.

Mesure 3 : Améliorer la santé des sols et la gestion de l'eau

La diminution du couvert de neige et la hausse des précipitations hivernales sous forme liquide vont entraîner une augmentation de l'activité hydrologique hivernale. Les risques d'érosion des sols à cette période de l'année devraient augmenter quand les sols ne sont pas couverts, par exemple après la culture de maïs ensilage. La hausse des précipitations attendue de l'automne au printemps pourrait augmenter le volume d'eau qui s'infiltré dans les sols et donc les quantités de nutriments potentiellement lessivés (Macrae et al., 2019). L'été, la plus grande fréquence des phénomènes de précipitations intenses pourraient également poser des problèmes de ruissellement et de pertes de sol, notamment dans les cultures à large entre-rang, comme le maïs, ou dans les champs présentant des pentes. Toujours l'été, la hausse des températures et de l'évapotranspiration causera un déficit hydrique chez plusieurs espèces.

Améliorer ou maintenir la santé des sols sera fondamental pour favoriser une bonne infiltration de l'eau et limiter les risques d'érosion. À cet effet, le maintien de plantes avec des racines vivantes en permanence, incluant le recours à des cultures intercalaires dans le maïs ensilage par exemple, deviendra essentiel. Les plantes fourragères pérennes ont l'avantage sur les plantes annuelles de conserver des racines vivantes tout au long de l'année.

Dans certains cas, la réalisation d'aménagements hydro-agricole (p. ex. avaloirs, voies d'eau enherbées) permettrait également d'assurer une circulation de l'eau adéquate et d'éviter les pertes de sol et d'éléments nutritifs.

Finalement, une façon importante de lutter contre le déficit hydrique consiste à favoriser un enracinement en profondeur des plantes fourragères, afin que les racines aient la possibilité de puiser de l'eau davantage en profondeur et d'ainsi mieux explorer les réserves en eau et éléments nutritifs du sol. Un sol bien structuré permet un bon enracinement. Favoriser des semis dans de bonnes conditions d'humidité de sol va également permettre un enracinement optimal, même si cela doit se faire légèrement plus tard en saison (début juin).

Mesure 4 : Surveiller la pression des ravageurs et mauvaises herbes

L'augmentation de la pression des ravageurs et des mauvaises herbes pourrait limiter les hausses de rendements évoquées précédemment, si elle est mal contrôlée. En ce qui concerne les ravageurs des cultures, plusieurs phénomènes pourraient être conjugués:

- Les ravageurs déjà présents, soumis à un stress hivernal moins intense, pourraient avoir une meilleure survie et être là en plus grand nombre au printemps;
- Ils pourraient être présents plus tôt sur les cultures en raison de l'augmentation plus précoce des températures et donc entraîner davantage de dommages. Cet impact sera plus ou moins important en fonction du décalage ou non du calendrier de culture;

- Ils pourraient avoir l'opportunité de réaliser un nombre supérieur de cycles de reproduction durant la saison de croissance des plantes fourragères, et présenter des populations plus importantes en fin de saison;
- De nouveaux ravageurs qui ne survivent ou ne vivent pas actuellement au Québec (ou dans certaines régions du Québec) pourraient s'établir.

Plusieurs espèces d'insectes ravageurs pourraient représenter des menaces pour le maïs dans le futur (Saguez et al., 2017). En ce qui concerne les plantes fourragères pérennes, aucune étude spécifique sur ce sujet n'a été réalisée à notre connaissance. Cependant, ces dernières années, la cicadelle de la pomme de terre a fait des dégâts dans des luzernières et tréflières (RAP grandes cultures, 2019). D'autres espèces de ravageurs des plantes fourragères pourraient éventuellement se développer davantage au Québec (OMAFRA, 2017) : on peut penser au charançon de la luzerne, à l'hespérie des graminées ou encore aux sauterelles. L'acquisition de connaissances sur les ravageurs et maladies des plantes fourragères présentant des risques de se développer davantage au Québec en contexte de changement climatique est ainsi nécessaire. De même, renforcer le dépistage et la surveillance et acquérir des données sur la présence de ces insectes sera nécessaire à la mise en place d'une éventuelle stratégie de lutte intégrée.

En ce qui concerne les mauvaises herbes, la problématique est surtout présente dans la culture du maïs ensilage qui subit déjà une forte compétition par les mauvaises herbes. Cette compétition devrait être renforcée par les changements climatiques, puisque la plupart des mauvaises herbes du maïs sont des espèces ayant un métabolisme photosynthétique de type C3 qui bénéficieront de la hausse de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère. En ce qui concerne les plantes fourragères pérennes, les mauvaises herbes pourraient bénéficier de la réduction de leur survie à l'hiver et coloniser l'espace ainsi laissé vacant. La rotation des cultures reste le meilleur outil pour lutter contre les mauvaises herbes.

Mesure 5 : Développer une stratégie de gestion des risques

Les changements climatiques n'induisent pas nécessairement un climat plus variable que celui que nous avons connu au cours des dernières décennies. Cependant, il est très probable que certains aléas climatiques comme l'occurrence de sécheresse, de canicules, ou d'épisodes de redoux durant les mois d'hiver seront plus fréquents en climat futur et affecteront la santé économique des entreprises.

Pour faire face à ces menaces, les producteurs peuvent utiliser plusieurs outils de gestion des risques :

- La diversification des cultures fourragères, incluant des espèces pérennes et des espèces annuelles, permettra probablement de limiter les risques. À ce sujet, les entreprises qui aujourd'hui font appel principalement au maïs ensilage pour alimenter leur troupeau sont probablement plus à risques que celles qui combinent différentes sources de fourrages. À l'échelle de l'entreprise, la stratégie de diversification peut aussi s'appliquer en multipliant les sources de revenus;
- Le recours aux mélanges d'espèces plutôt qu'à des cultures pures s'avère aussi une bonne stratégie d'assurance, les risques que plusieurs espèces aux caractéristiques différentes soient affectées par un même phénomène climatique ou les mêmes ravageurs étant plus faibles;
- L'augmentation des stocks de fourrages, lors des bonnes années, est également une stratégie d'assurance individuelle, complémentaire aux dispositifs d'assurance récolte collectifs.

Pour s'adapter aux changements climatiques, les producteurs devront analyser les risques auxquels leur entreprise fait face et développer une stratégie formalisée de gestion de ces risques.

CONCLUSIONS

Les augmentations de température et de concentration du CO₂ dans l'atmosphère auront probablement, en moyenne, un effet positif sur le rendement des plantes fourragères au Québec. Les légumineuses, telle que la luzerne, devraient en profiter davantage que les graminées. On peut s'attendre à une augmentation du rendement annuel due principalement à la possibilité de réaliser une coupe additionnelle, à peu d'effet sur la valeur nutritive, et à une augmentation des risques des dommages hivernaux chez les espèces fourragères pérennes sensibles à l'hiver. Pour les graminées annuelles comme le maïs, l'occurrence de stress hydrique et la pression de ravageurs et mauvaises herbes pourraient limiter la hausse de rendement potentiellement attendue.

La filière devra appuyer la recherche afin de continuer à développer et améliorer les espèces fourragères pour faire face aux changements climatiques et leurs aléas. L'acquisition de connaissances sur les cultivars, espèces et mélanges qui performant le mieux dans les différentes régions du Québec de même que sur la gestion des coupes permettra de fournir aux utilisateurs (entreprises agricoles et conseillers) des informations pertinentes afin de les guider dans les choix qu'ils devront faire pour s'adapter aux changements climatiques.

Références

- Bélanger, G., Rochette, P., Castonguay, Y., Bootsma, A., Mongrain, D., Ryan, D.A.J. 2002. Climate change and winter survival of perennial forage crops in eastern Canada. *Agron. J.* 94: 1120–1130.
- Bélanger, G., Castonguay, Y., Bertrand, A., Dhont, C., Rochette, P., Couture, L., Drapeau, R., Mongrain, D., Chalifour, F.-P., Michaud, R. 2006. Winter damage to perennial forage crops in eastern Canada: Causes, mitigation and prediction. *Can. J. Plant Sci.* 86: 33-47.
- Bertrand, A., Prévost, D., Bigras, F.J., Castonguay, Y. 2007a. Elevated atmospheric CO₂ and strain of rhizobium alter freezing tolerance and cold-induced molecular changes in alfalfa (*Medicago sativa*). *Ann. Bot.* 99: 275–284.
- Castonguay, Y., Laberge, S., Brummer, E.C., Volenec, J.J. 2006. Alfalfa winter hardiness: A research retrospective and integrated perspective. *Adv. Agron.* 90: 203–265.
- Jing, Q., Bélanger, G., Qian, B., Baron, V. 2013. Timothy yield and nutritive value under climate change in Canada. *Agron. J.* 105(6): 1683-1694. doi: 10.2134/agronj2013.0195.
- Jing, Q., Bélanger, G., Qian, B., Baron, V. 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.
- Lee, J.M., Clark, A.J., Roche, J.R. 2013. Climate-change effects and adaptation options for temperate pasture-based dairy farming systems: A review. *Grass Forage Sci.* 68: 485–503.
- Macrae M., Michaud A. et al. 2019. Managing subsurface drainage water to optimize crop productivity, nutrient use and water availability in contemporary and future climate. Québec-Ontario cooperation for Agri-food research. Project No. IA114252. 154p. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportMichaud2019.pdf>
- Messerli, J., Bertrand, A., Bourassa, J., Bélanger, G., Castonguay, Y., Tremblay, G.F., Baronet, V., Seguin, P. 2015. Performance of low-cost open-top chambers to study long-term effect of carbon dioxide and climate under future conditions. *Agron. J.* 107:916-920.
- OMAFRA, 2017. Guide agronomique des grandes cultures. Publication 811F. Chapitre 15. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub811/pub811ch15.pdf>

- Ouranos, 2015. Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015. Partie 1. Évolution climatique du Québec. 115 p. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SynthesePartie1.pdf>
- Piva, A., Bertrand, A., Bélanger, G., Castonguay, Y., Seguin, P. 2013. Growth and physiological response of timothy to elevated carbon dioxide and temperature under contrasted nitrogen fertilization. *Crop Sci.* 53(2): 704-715.
- Payant, C. 2020. Choix des graminées fourragères sur les fermes laitières québécoises dans un contexte de changements climatiques. Mémoire de Maîtrise, Université Laval.
- RAP Grande culture, 2019. La cicadelle de la pomme de terre dans la luzerne. 8p. https://www.agrireseau.net/documents/Document_95755.pdf
- Ruget, F., Clastre, P., Moreau, J.C., Cloppet, E., Souverain, F., Lacroix, B., Lorgeou, J. 2012. Possible consequences of climate changes on forage production in France. I. Estimation based on modelization and critical analysis. *Fourrages.* 210: 87–98.
- Saguez et al., 2019. Impact des changements climatiques et mesures d'adaptation pour les ravageurs présents et potentiels en grandes cultures au Québec. Rapport CÉROM – Ouranos. 96 p.
- Thivierge, M.N., Jégo, G., Bélanger, G., Bertrand, A., Tremblay, G.F., Rotz, C.A., Qian, B. 2016. Predicted yield and nutritive value of an alfalfa–timothy mixture under climate change and elevated atmospheric carbon dioxide. *Agron. J.* 108(2): 585-603. doi: 10.2134/agronj2015.0484.
- Thivierge, M.-N., Jégo, G., Bélanger, G., Chantigny, M.H., Rotz, C.A., Charbonneau, É, Baron, V.S., Qian, B. 2017. Projected impact of future climate conditions on the agronomic and environmental performance of Canadian dairy farms. *Ag. Syst.* 157:241–257. doi: 10.1016/j.agsy.2017.07.003
- Thorvaldsson, G., Tremblay, G.F., Kunelius, H.T. 2007. The effects of growth temperature on digestibility and fibre concentration of seven temperate grass species. *Acta Agric. Scand. Sect. B - Soil & Plant Sci.* 57: 322–328.