

Évènement : Colloque plantes fourragères du CRAAQ, 20 février 2020

Titre : Bénéfices des plantes fourragères pérennes pour nos écosystèmes agricoles

Auteure :

Marie-Noëlle Thivierge, agr., Ph.D., chercheuse scientifique, Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Collaborateurs :

Denis Angers, Ph.D., chercheur scientifique, Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Gilles Bélanger, D.Sc., chercheur honoraire, Centre de recherche et de développement de Québec, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Huguette Martel, agr., conseillère spécialisée en plantes fourragères et plantes pérennes à des fins bio-industrielles, MAPAQ-Estrie

## BÉNÉFICES DES PLANTES FOURRAGÈRES PÉRENNES POUR NOS ÉCOSYSTÈMES AGRICOLES

### INTRODUCTION

À l'échelle de la planète, les prairies, autant naturelles que cultivées par l'homme, couvrent une superficie équivalente à celle des forêts. Elles constituent un écosystème en soit, indispensable de par ses fonctions écologiques. Les fourrages issus des prairies représentent aussi un apport majeur, autant en quantité qu'en qualité, à l'alimentation des ruminants, qu'ils soient servis sous forme de foin, sous forme d'ensilage ou consommés directement au champ.

On observe malheureusement une diminution importante des superficies cultivées en prairies et pâturages au Québec, soit une perte d'environ 200 000 hectares depuis 2006 (Statistique Canada, 2019). Afin de mettre en évidence la nécessité de conserver nos superficies en plantes fourragères pérennes, voici un tour d'horizon de leurs nombreuses contributions à la durabilité des systèmes agricoles.

### LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les services écosystémiques représentent tous les bénéfices que la société tire d'un écosystème, dont les écosystèmes agricoles. Ces services comprennent entre autres la production d'aliments, la mise en valeur du paysage, l'atténuation des changements climatiques, la protection des sols et la préservation de la biodiversité. Certains services écosystémiques sont facilement mesurables, comme la production d'aliments, alors que d'autres s'évaluent plus difficilement, comme la mise en valeur du paysage. Une augmentation même modeste de la proportion d'un territoire consacrée aux plantes pérennes entraîne une importante augmentation des services écosystémiques fournis (Asbjornsen et al., 2012). Voici quatre exemples de services écosystémiques rendus par les plantes fourragères pérennes dans nos systèmes de cultures.

#### Améliorer la santé des sols

Les plantes fourragères pérennes sont très efficaces pour stimuler la vie du sol. En effet, elles captent l'énergie solaire sur une plus longue période de l'année que les cultures annuelles et elles investissent une bonne part des produits de la photosynthèse (principalement des sucres) dans leurs racines afin d'assurer leur survie pendant l'hiver et de multiples regains pendant la saison de croissance. Ces sucres riches en énergie et en carbone sont en partie libérés dans le sol via les exsudats racinaires : c'est ainsi que l'énergie du soleil est accessible à toute une diversité de microorganismes indispensables à la santé des sols (Janzen, 2018). Il en résulte une teneur en carbone et en matière organique de 15 à 30% plus élevée dans les sols sous prairies que dans les sols sous cultures annuelles dans l'Est du Canada (Elustondo et al., 1990). La matière organique est un régulateur de l'écosystème ayant des effets positifs sur la productivité des sols, la résilience des systèmes agricoles et la biodiversité.

Les plantes pérennes améliorent aussi la structure du sol en augmentant la taille moyenne des agrégats (Perfect et al., 1990; Angers, 1992). De plus, les racines pivotantes de certaines espèces fourragères pérennes comme la luzerne et la chicorée, en se décomposant, laissent des canaux dans le sol appelés biopores. En plus d'augmenter l'aération du sol et l'infiltration d'eau, ces biopores servent de chemin pour permettre aux racines des cultures annuelles subséquentes de pénétrer le sol plus profondément, leur assurant ainsi un meilleur accès à l'eau et aux éléments nutritifs, et une meilleure résistance à la sécheresse (White et Kirkegaard, 2010; Perkons et al., 2014).

#### Atténuer les changements climatiques

Les sols sous prairies contiennent environ 20% des 1500 à 2400 milliards de tonnes de carbone entreposées dans les sols de la planète (Rumpel, 2011). Les plantes pérennes investissent constamment pour renouveler leur système racinaire. Les racines qui meurent apportent du carbone au sol. Ce carbone est environ cinq fois plus susceptible de rester dans le sol que celui apporté par les résidus des parties aériennes (Jackson et al., 2017).

Plusieurs essais sur de longues durées (25 à 40 ans), autant au Canada qu'à l'étranger, ont démontré que le passage de la culture de plantes annuelles à la culture de plantes pérennes sur une superficie donnée mène à une augmentation importante du stock de carbone du sol. Cette augmentation correspond à une accumulation annuelle de 500 à 1000 kg de carbone par hectare durant plusieurs années (Johnston, 1986; Gregorich et al., 2001). Ce carbone n'étant plus dans l'atmosphère, il en résulte une atténuation des changements climatiques. Avec le temps, la teneur en carbone du sol atteint un équilibre et, bien qu'il n'y ait plus ou peu d'accumulation annuelle, le sol préserve le carbone précieusement stocké. Cet équilibre est toutefois fragile. En effet, un changement d'usage des terres, comme le retour permanent des cultures annuelles, a pour effet de graduellement libérer dans l'atmosphère le carbone accumulé dans le sol... sous forme de gaz à effet de serre. C'est ainsi que la conservation des prairies dans nos rotations de cultures prend toute son importance (Johnston, 1986).

### **Préserver la qualité de l'eau**

En comparant différents types de couverts de sols (cultures annuelles, prairies ou forêts), autant par des mesures prises sur le terrain que par la modélisation, des études ont montré que les prairies tout comme les forêts induisent une meilleure infiltration de l'eau et diminuent les risques d'érosion et de pertes de sédiments vers les cours d'eau, en comparaison avec les cultures annuelles (Van der Kamp, 2003; Granier, 2007; Rousseau et al., 2013). Une proportion aussi faible que 20% du territoire recouvert par des plantes pérennes induit des effets très positifs sur la qualité de l'eau, à condition que ces plantes pérennes soient placées à des endroits stratégiques, comme au contour des champs d'annuelles ou dans les champs en pente (Asbjornsen et al., 2012). Cette utilisation des prairies à des endroits stratégiques constitue une avenue intéressante à explorer dans les territoires à prédominance de grandes cultures annuelles. La plus faible utilisation de pesticides dans les prairies contribue aussi à la préservation de la qualité de l'eau (Raison et al., 2008).

### **Préserver et favoriser la biodiversité**

Particulièrement dans les régions à prédominance de cultures annuelles, les prairies jouent un rôle clé dans la conservation de plusieurs espèces tels que les petits mammifères, arthropodes (criquets), pollinisateurs et oiseaux (Bretagnolle et al., 2011). En ce qui a trait à la biodiversité, il n'y a pas que la présence des prairies qui compte, mais aussi leur distribution dans le paysage. Les prairies localisées en bordures des champs et en bandes riveraines jouent aussi un rôle non-négligeable. En effet, un habitat plus hétérogène favorise la biodiversité (Bretagnolle et al., 2011). De même, la présence de milieux boisés et de prairies au sein d'un même territoire est favorable à la biodiversité. Les services écosystémiques en lien avec la biodiversité sont le résultat de l'interaction entre les différents écosystèmes à l'échelle du territoire (Eisenhauer et al., 2019).

À plus petite échelle, la biodiversité liée aux plantes fourragères pérennes comprend aussi tous les microorganismes du sol dont ceux présents dans la rhizosphère, cette zone du sol directement formée et influencée par les racines et les micro-organismes, de même que la faune et microfaune du sol (vers de terre, arthropodes, nématodes). Ces organismes jouent un rôle majeur dans le cycle des éléments nutritifs, le cycle du carbone, la transformation de la matière organique et la résistance aux pathogènes (Eisenhauer et al., 2013). Comme les plantes fourragères pérennes constituent un milieu peu dérangé pendant plusieurs années et reçoivent de faibles apports de pesticides, elles constituent un habitat de qualité pour la survie et la reproduction de nombreuses espèces d'insectes et de microorganismes (Bretagnolle et al., 2011). Soulignons que les mélanges d'espèces fourragères abritent en général une plus grande diversité d'organismes que les espèces pures (Eisenhauer et al., 2013).

### **PLUS D'ESPÈCES POUR PLUS DE BÉNÉFICES?**

De nombreuses études réalisées au Canada et ailleurs démontrent que les mélanges fourragers offrent en général un rendement supérieur aux espèces pures (Nyfeler et al., 2009; Finn et al., 2013; Bélanger et al., 2014; 2020). Par exemple, deux études réalisées à plusieurs sites au Québec ont montré que le mélange luzerne-fléole des prés permet d'obtenir des rendements de 8 à 20% plus élevés que la luzerne seule (Bélanger et al., 2014; 2020). Cet effet est en grande partie dû à

la complémentarité entre les espèces. Par exemple, différentes espèces peuvent utiliser différentes sources d'azote (azote de l'air ou azote dissout dans l'eau du sol), utiliser l'eau et les éléments nutritifs à différentes profondeurs dans le sol selon leurs systèmes racinaires, ou en avoir besoin à des moments différents dans la saison (Cardinale et al., 2007; Nyfeler et al., 2011). Cette complémentarité permet d'utiliser plus efficacement toutes les ressources. Le transfert d'azote d'une légumineuse vers une graminée contribue aussi au succès du mélange, tout comme le fait que la présence de la graminée stimule une plus grande fixation d'azote par la légumineuse (Nyfeler et al., 2011).

La complémentarité entre espèces dans les mélanges fourragers laisse ainsi moins de ressources pour les mauvaises herbes, dont la présence est beaucoup plus faible qu'avec les espèces pures. Par exemple, Bélanger et al. (2020) ont observé de 2.5 à 4.6 fois moins de mauvaises herbes, selon les années, lorsque la luzerne était en mélange avec des graminées que lorsqu'elle était cultivée seule. Ces résultats sont similaires à ceux d'études réalisées à de nombreux sites en Europe et portant sur les mélanges comprenant quatre espèces de plantes fourragères pérennes (Finn et al., 2013; Suter et al., 2017).

Dans une étude réalisée à trois sites au Québec et durant quatre années suivant le semis (Bélanger et al., 2020), il a aussi été observé que le rendement de la luzerne pure variait davantage d'une année à l'autre (coefficient de variation de 33%) que le rendement de la luzerne en mélange avec la fléole des prés (coefficient de variation de 24%). La même observation a été faite ailleurs dans le monde, où il a été démontré que des mélanges fourragers comprenant quatre espèces offrent une plus grande stabilité du rendement dans le temps que les espèces pures (Finn et al., 2013), même en conditions de sécheresse (Haughey et al., 2018). Considérant les conditions climatiques projetées pour l'avenir, les mélanges fourragers constituent un atout de taille.

## **CONCLUSIONS**

Conservé une proportion des superficies agricoles sous cultures pérennes apparaît donc être un choix judicieux en raison des nombreux services écosystémiques rendus par ces cultures à l'échelle de la ferme (santé des sols), du territoire (qualité de l'eau et biodiversité) et de la planète (atténuation des changements climatiques). Outre l'amélioration des rendements et de leur stabilité dans le temps, semer les plantes fourragères pérennes en mélange amplifie plusieurs des autres services écosystémiques qu'elles fournissent à la société (Tilman et al., 1996; 2014). Des efforts de recherche sont toutefois nécessaires afin de vérifier ces hypothèses dans les conditions du Québec. Notamment, il importe de clarifier les avantages d'avoir au-delà de deux espèces en mélange, ainsi que l'effet de plusieurs pratiques de gestion des prairies (durée des prairies, rénovation, fertilisation, gestion des coupes) sur la productivité et la résilience des systèmes agricoles ainsi que sur toute une gamme d'autres services écosystémiques.

## RÉFÉRENCES

- Angers, D. 1992. *Changes in soil aggregation and organic carbon under corn and alfalfa*. Soil Sci. Soc. Am. J. 56, 1244–1249.
- Asbjornsen, H., V. Hernandez-Santana, M. Liebman, J. Bayala, J. Chen et al. 2012. *Targeting perennial vegetation in agricultural landscapes for enhancing ecosystem services*. Renew. Agr. Food Syst. 29(2), 101–125.
- 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., G.F. Tremblay, P. Seguin, J. Lajeunesse, S. Bittman et D. Hunt. 2020. *Cutting management of alfalfa-based mixtures in contrasting agroclimatic regions*. Agron. J. (sous presse).
- Bretagnolle, V., B. Gauffre, H. Meiss et I. Badenhausser. 2011. *The role of grassland areas within arable cropping systems for the conservation of biodiversity at the regional level* (Chapitre 26). Dans : Lemaire, G., J. Hodgson et A. Chabbi (éditeurs). *Grassland productivity and ecosystem services*. CAB International. Oxfordshire, UK. 287 pages.
- Cardinale, B.J., J.P. Wright, M.W. Cadotte, I.T. Carroll, A. Hector, D.S. Srivastava, M. Loreau et J.J. Weis. 2007. *Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity*. PNAS 104(46), 18123–18128.
- Eisenhauer, N. T. Dobies, S. Cesarz, S.E. Hobbie, R.J. Meyer, K. Worm et P.B. Reich. 2013. *Plant diversity effects on soil food webs are stronger than those of elevated CO<sub>2</sub> and N deposition in a long-term grassland experiment*. PNAS 110(17), 6889–6894.
- Eisenhauer, N., H. Schielzeth, A. Barnes, et al. 2019. *A multitrophic perspective on biodiversity–ecosystem functioning research*. Adv. Ecol. Res. hal-02309326. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02309326>
- Elustondo, J., D.A. Angers, M.R. Laverdière et A. N'dayegamiye. 1990. *Influence of corn cropping and of meadow on aggregation and on organic matter associated with particle-size fractions of seven soils*. Can. J. Soil. Sci. 70(3), 395–402.
- Finn, J.A., L. Kirwan, J. Connolly, M.T. Sebastià, A. Helgadottir et al. 2013. *Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment*. J. Appl. Ecol. 50, 365–375.
- Granier, A. 2007. *Rôle des prairies dans le cycle de l'eau. Comparaison avec la forêt*. Fourrages 192, 399–408.
- Gregorich, E.G., C.F. Drury et J.A. Baldock. 2001. *Changes in soil carbon under long-term maize in monoculture and legume-based rotation*. Can. J. Soil. Sci. 81, 21–31.
- Haughey, E., M. Suter, D. Hofer, N.J. Hoekstra, J.C. McElwain, A. Lüscher et J.A. Finn. 2018. *Higher species richness enhances yield stability in intensively managed grasslands with experimental disturbance*. Nature Scientific Reports 8, 15047.
- Jackson, R.B., K. Lajtha, S.E. Crow, G. Hugelius, M.G. Kramer et G. Pineiro. 2017. *The Ecology of soil carbon: pools, vulnerabilities, and biotic and abiotic controls*. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 48, 419–445.
- Janzen, H. 2018. *Forages for soil health*. Beef Cattle Research Council Webinars. 20 février 2018. [www.beefresearch.ca/resources/webinars.cfm#soil](http://www.beefresearch.ca/resources/webinars.cfm#soil)
- Johnston, A.E. 1986. *Soil organic matter, effects on soils and crops*. Soil Use Manage. 2, 97–105.
- Rumpel, C. 2011. *Carbon storage and organic matter dynamics in grassland soils* (Chapitre 7). Dans : Lemaire, G., J. Hodgson et A. Chabbi (éditeurs). *Grassland productivity and ecosystem services*. CAB International. Oxfordshire, UK. 287 pages.

- Nyfeler, D., O. Huguenin-Elie, M. Suter, E. Frossard, J. Connolly et A. Lüscher. 2009. *Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding*. J. Appl. Ecol. 46, 683–691.
- Nyfeler, D., O. Huguenin-Elie, M. Suter, E. Frossard et A. Lüscher. 2011. *Grass–legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources*. Agric., Ecosyst. Environ. 140, 155–163.
- Perfect, E., B.D. Kay, W.K.P. van Loon, R.W. Sheard et T. Pojasok. 1990. *Rates of change in soil structural stability under forages and corn*. Soil Sci. Soc. Am. J. 54, 179–186.
- Perkons, U., T. Kautz, D. Uteau et al. 2014. *Root-length densities of various annual crops following crops with contrasting root systems*. Soil Tillage Res. 137, 50–57.
- Raison C., H. Chambaut, A. Le Gall et A. Pflimlin. 2008. Impact du système fourrager sur la qualité de l'eau. Enseignements issus du projet Green Dairy. Fourrages 193, 3–18.
- Rousseau, A.N., S. Savary, D.W. Hallema, S.J. Gumiere et É. Foulon. 2013. *Modeling the effects of agricultural BMPs on sediments, nutrients, and water quality of the Beaurivage River watershed (Quebec, Canada)*. Can. Water Resour. J. 38(2), 99–120.
- Statistique Canada. Tableau 32-10-0359-01. *Estimated areas, yield, production, average farm price and total farm value of principal field crops, in metric and imperial units*. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3210035901>
- Suter, M., D. Hofer et A. Lüscher. 2017. *Weed suppression enhanced by increasing functional trait dispersion and resource capture in forage ley mixtures*. Agric., Ecosyst. Environ. 240, 329–339.
- Tilman, D., F. Isbell et J.M. Cowles. 2014. *Biodiversity and ecosystem functioning*. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 45, 471–93.
- Tilman, D., D. Wedin et J. Knops. 1996. *Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems*. Nature 379, 718–720.
- van der Kamp, G., M. Hayashi et D. Gallén. 2003. *Comparing the hydrology of grassed and cultivated catchments in the semi-arid Canadian prairies*. Hydrol. Processes 17, 559–575.
- White, R.G. et J.A. Kirkegaard. 2010. *The distribution and abundance of wheat roots in a dense, structured subsoil – implications for water uptake*. Plant, Cell Environ. 33, 133–148.