

La revue francophone sur les prairies et les fourrages

The French Journal on Grasslands and Forages

Les articles publiés dans Fourrages sont répertoriés dans : Agris, Resagri, Herbage Abstracts, Rural Development Abstracts, Web of Science, World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts ainsi que par ISI.

Cet article de la revue *Fourrages*,
est édité par l'Association
Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche
dans la base de
données, pour vous
abonner ou pour
soumettre un article
dans la revue :

<https://afpf-asso.fr/informations-sur-la-revue-fourrages>

ISSN papier 0429-2766

ISSN numérique 2402-7294

N° Commission paritaire : 1127 G 82356+

Notre association a pour objectif, depuis 1959 de mieux diffuser les résultats de la recherche autour des fourrages et des prairies. Pour soutenir notre action et adhérer, consultez notre site internet.

QUAND LA MESURE DEVIENT UN OUTIL AGROENVIRONNEMENTAL : LE CAS DES PRAIRIES EN ÉLEVAGE LAITIER AU QUÉBEC

Mise en situation

Malgré des gains majeurs de productivité en production laitière, les superficies en prairies reculent au Québec et la mesure des rendements fourragers demeure limitée. Pourtant, ces cultures sont essentielles à la rentabilité, à la santé des sols et aux objectifs agroenvironnementaux.

Résumé

Depuis plusieurs décennies, la production laitière canadienne a connu des gains majeurs de productivité, largement attribuables à l'adoption d'outils de mesure, à la modernisation des pratiques et à l'appui de données probantes. Or, malgré l'importance stratégique des plantes fourragères pérennes dans les systèmes laitiers, on observe au Québec un recul des superficies en prairies pérennes et pourtant ces cultures jouent un rôle déterminant. Le rendement fourrager, indicateur central du coût de production, demeure souvent estimé plutôt que mesuré, limitant la capacité des producteurs à optimiser leurs systèmes et à démontrer la valeur réelle des prairies. Les données disponibles montrent que peu de producteurs connaissent précisément leur rendement ou leur coût de production en matière sèche, ce qui freine les améliorations agronomiques et économiques. À l'inverse, les cultures annuelles, comme le maïs fourrager, bénéficient d'un suivi rigoureux et gagnent du terrain. Or, les plantes fourragères pérennes offrent des bénéfices majeurs : amélioration de la santé et de la matière organique des sols, captation du carbone, biodiversité accrue, résilience face aux stress climatiques et contribution positive à la perception sociétale de l'agriculture.

Les recherches à long terme démontrent également que l'intégration de prairies dans les rotations améliore la productivité des cultures subséquentes. Dans un contexte de transition agroenvironnementale et d'objectifs de neutralité carbone, la mesure harmonisée des rendements et des services écosystémiques devient un levier essentiel. Lorsque la mesure est simple, cohérente et soutenue par des incitatifs adéquats, elle transforme la prise de décision, renforce la reconnaissance des prairies et permet d'ancrer durablement les plantes fourragères pérennes au cœur des stratégies de durabilité du Québec.

Summary

When Measurement Becomes an Agri-Environmental Tool: The Case of Dairy Pastures in Quebec

Over the past several decades, Canadian dairy production has achieved major productivity gains, largely driven by the adoption of measurement tools, the modernization of practices, and the use of evidence-based data. However, despite the strategic importance of perennial forage crops in dairy systems, Québec has experienced a decline in forage acreage and a weak culture of measurement in this sector. Forage yield, a key indicator directly influencing production costs, is still too often estimated rather than measured, limiting producers' ability to optimize their systems and to demonstrate the true value of grasslands.

Available data show that only a small proportion of producers can accurately report their dry matter yields or forage production costs, which hinders agronomic and economic improvement. In contrast, annual crops such as silage corn are closely monitored and continue to expand. Yet perennial forages provide major benefits, including improved soil health and organic matter, carbon sequestration, increased biodiversity, greater resilience to climatic stress, and a positive contribution to society's perception of agriculture.

Long-term research also demonstrates that integrating perennial forages into crop rotations enhances the productivity of subsequent crops. In the context of agro-environmental transition and carbon neutrality objectives, harmonized measurement of forage yields and ecosystem services becomes an essential lever. When measurement is simple, consistent, and supported by appropriate incentives, it transforms decision-making, strengthens recognition of grasslands, and enables perennial forage crops to be firmly anchored at the core of Québec's sustainability strategies.

Auteurs

Matteau, C¹., Pageau S.¹

¹CQPF 1092, RUE ST-CAMILLE ST-JÉRÔME, QUÉBEC CANADA J5L 2K7

Auteur correspondant :
serge@cqpf.ca

Mots clés

Plantes fourragères pérennes, Rendements fourragers, Services écosystémiques, Santé et qualité des sols, Neutralité carbone, Elevage laitier

Key words

Perennial forage crops, Forage yields, Ecosystem services, Soil health and quality, Carbon neutrality, Dairy farming

Références de l'article

Matteau, C., Pageau S. (2026). Quand la mesure devient un outil agroenvironnemental : le cas des prairies en élevage laitier au Québec, *Fourrages* 265, 93-98. <https://doi.org/10.64256/FOU2518>

Article accepté pour publication
le 13 mars 2026.

Introduction

Depuis des décennies, l'industrie laitière canadienne progresse grâce à une combinaison d'efforts visant à accroître la rigueur, l'innovation et la production de données scientifiques et technicoéconomiques. Étant la production animale la plus importante au Canada, avec des recettes de 8.88 milliards de dollars en 2024¹, on pourrait penser que cette progression tend à influencer le portrait culturel des provinces canadiennes incluant le Québec. Pourtant, le diagnostic du secteur réalisé en 2022 (Chaput *et al.*, 2022), montre un recul des superficies ensemencées en plantes fourragères pérennes, amorcé depuis de nombreuses années. Pourtant, ces dernières jouent un rôle déterminant, tant dans la rentabilité économique des fermes que dans la santé des sols, la résilience des systèmes agricoles et même dans la perception des consommateurs. Il devient alors essentiel de cerner les défis du secteur des plantes fourragères pérennes afin d'en faire une culture stratégique au sein des fermes laitières.

L'évolution historique de la production laitière au Canada montre des gains impressionnants au fil des décennies. La production moyenne par vache a presque été multipliée par six depuis les années 1950 (Gouvernement du Canada, 2017). Ce bond spectaculaire s'explique en grande partie par la modernisation des pratiques, les avancées scientifiques et l'adoption massive de la prise de mesure qui permettent d'évaluer l'état de la ressource et les performances animales. Sans données, il n'y a ni repères, ni objectifs, ni possibilité de comparer, de comprendre ou d'améliorer. Si du côté de la production animale ce raisonnement est bien intégré, force est de constater que lorsque l'on se tourne vers le secteur fourrager, cette culture de la mesure n'est pas solidement implantée.

Un indicateur de base devrait être connu par tous les producteurs : le rendement. Cette donnée qui influence directement le coût de production du lait est trop souvent estimée et pas assez mesurée par des protocoles validés qui font sens pour les techniciens agronomes comme pour les éleveurs eux-mêmes. C'est pourtant un pilier à la base de la gestion fourragère. Ainsi, une part importante des producteurs n'est pas en capacité de répondre précisément à des questions aussi fondamentales que : « Quel est mon rendement en tonnes de matière sèche par hectare ? » ou « Combien me coûte réellement la tonne de matière sèche produite dans mes prairies ? ». Selon la base de données Agritel², en 2018, seulement 16 % des producteurs laitiers québécois connaissaient leur coût de production en fourrages. Ce chiffre, à lui seul, explique une partie du manque d'amélioration observé au fil des ans. Pendant ce temps, les cultures annuelles comme le maïs fourrager gagnent du terrain et sont suivies rigoureusement, avec des rendements mesurés et comparés d'année en année.

C'est pourquoi il est essentiel pour le secteur de l'élevage laitier

de développer une méthodologie alliant performances et bénéfices écosystémiques afin de repositionner les cultures fourragères pérennes au cœur des priorités et en assurer une meilleure valorisation par les producteurs.

Grâce à leur enracinement continu, les plantes fourragères pérennes soutiennent les fonctions biologiques et physiques du sol. Bien que ce fait soit reconnu au Canada, la rétribution pour ce type de couvert végétal n'a débuté que tout récemment. Cette rétribution fait partie du Plan Agriculture Durable (PAD), initiative qui vise à reconnaître et à encourager financièrement l'adoption de pratiques agroenvironnementales qui vont au-delà des exigences réglementaires et qui génèrent des gains environnementaux importants. On peut donner à titre d'exemple la substitution d'une part des cultures de maïs grain par d'autres cultures annuelles ou par des cultures fourragères pérennes³.

Des recherches récentes montrent une corrélation directe entre la présence des cultures pérennes dans la rotation et une teneur plus élevée en matière organique des sols cultivés, qui est un indicateur clé de leur qualité et de leur résilience. Les services écosystémiques qu'elles offrent sont nombreux (Thivierge, 2020) : biodiversité accrue, captation de carbone, protection des sols contre l'érosion, infiltration de l'eau, beauté des paysages et réduction des risques environnementaux. Dans un contexte où le changement climatique intensifie les stress hydriques, la capacité des systèmes pérennes à stabiliser les rendements et soutenir la résilience des écosystèmes devient un avantage stratégique majeur (Caron *et al.*, 2023). Sur le plan agronomique et économique, les données acquises sur le long terme démontrent qu'intégrer des plantes pérennes dans les rotations améliore la productivité des cultures annuelles. Par exemple, selon une récente étude québécoise les rendements de maïs-grain augmentent significativement grâce aux bénéfices cumulés des systèmes diversifiés : meilleure structure du sol, vie microbienne plus active, fertilité accrue, meilleure rétention des nutriments, meilleur développement racinaire de la culture suivant la prairie (Pelletier *et al.*, 2025).

Les constats exposés précédemment soulèvent plusieurs questions clés. Afin d'y répondre de manière concrète et appliquée, la suite du texte adopte une approche sous forme de questions et réponses qui s'appuient sur des initiatives existantes. Ces témoignages sont des retours d'expériences qui considèrent à la fois le secteur fourrager et les entreprises qui intègrent les cultures fourragères à leurs systèmes.

Pourquoi observe-t-on encore, au Québec, une faible adoption des mesures de rendement en plantes fourragères, malgré leur importance stratégique dans les systèmes laitiers ?

Dans les grandes cultures, la mesure des rendements s'est imposée très tôt parce qu'elle influence directement les revenus marchands.

¹<https://agriculture.canada.ca/fr/secteur/production-animale/centre-canadien-information-laitiere/industrie-laitiere>

²<https://agritel.vialepole.com/>

³<https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/agriculture/aide-financiere/retribution-agroenvironnementale>

Dans le cas de la production fourragère, les produits étant souvent autoconsommés et pas vendus, le suivi précis des rendements est perçu comme moins indispensable par les agriculteurs.

Les chantiers de récolte rapides, l'hétérogénéité des prairies et la faible utilisation voire l'absence d'outils simples de quantification ont également contribué à maintenir des pratiques fondées sur l'estimation plutôt que sur la mesure dans les cultures pérennes. Ce constat met en lumière le besoin criant de développer et promouvoir des méthodes accessibles de quantification des rendements fourragers pour passer d'une logique d'estimation à une gestion basée sur des données mesurées.

Quel est l'impact de cette faible prise de données sur la capacité du Québec à atteindre ses objectifs climatiques, notamment la neutralité carbone visée pour 2050 ?

L'industrie laitière québécoise s'est engagée à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Les plantes fourragères pérennes ont le potentiel d'être un pilier majeur de cette transition. Toutefois, pour démontrer ces contributions sur une base quantitative, il faut pouvoir fournir des mesures standardisées des rendements fourragers et des stockages de carbone, et cela en tenant compte des différents systèmes fourragers. Sans cela, il devient difficile d'intégrer les prairies dans des scénarios fiables de réduction des gaz à effet de serre. Par la mesure des rendements, nous pourrions potentiellement déterminer le point d'inflexion où les prairies ne sont plus suffisamment productives plutôt que de se baser sur l'intuition, permettant ainsi d'établir un seuil de renouvellement à la fois économique et environnemental, tout en maintenant les objectifs de neutralité carbone de l'industrie laitière (Samson et al. 2023).

Quels projets sont à venir au Québec pour combler ces lacunes et produire des données probantes sur les prairies ?

Des travaux sur le long terme (actuellement en attente de financement) porteront sur la quantification des services écosystémiques eux-mêmes. Ces recherches nécessitent du temps mais sont indispensables pour établir la « valeur économique réelle » des prairies. À titre d'exemple un projet travaille à évaluer la valeur économique des services écosystémiques rendus par des pratiques culturelles bénéfiques à la santé du sol sur une longue durée, telles que la culture de plantes fourragères pérennes et les rotations annuelles diversifiées.

Quels sont les leviers prioritaires pour accélérer l'adoption des bonnes pratiques fourragères au Québec ?

Trois leviers sont essentiels :

1. Harmoniser et démocratiser la prise de mesure afin d'obtenir des bases de données suffisamment robustes pour alimenter la recherche et orienter les politiques.

2. Développer des modèles économiques intégrant les services écosystémiques, pour permettre une rémunération juste et équitable et basée sur des mesures reproductibles.

3. Mobiliser le secteur afin que producteurs, conseillers, chercheurs et instances gouvernementales travaillent sur des références communes.

Quelle politique et quels programmes du gouvernement québécois soutiennent l'adoption des bonnes pratiques ?

Au Québec, plusieurs programmes et initiatives soutenus par le MAPAQ visent à promouvoir une agriculture durable et à renforcer les capacités des producteurs. Le Plan d'Agriculture Durable (PAD) et la Politique bioalimentaire du Québec fournissent un cadre stratégique pour la transition agroécologique et la valorisation des pratiques durables. Les Rétributions des Pratiques Agricoles (RPA) encouragent financièrement l'adoption de pratiques favorables à la santé des sols, à la biodiversité et à la qualité de l'eau. Pour favoriser le partage de connaissances et le développement de compétences, le MAPAQ appuie également des communautés de pratique et des cohortes de transfert de connaissances dans le cadre du programme Prime-Vert, volet 2. Ces cohortes abordent des thématiques variées telles que la production de fourrages pérennes et annuels, la santé et conservation des sols, les plantes fourragères au niveau régional, ou encore la régénération des pâturages grâce à des techniques à faibles intrants et impacts sur les animaux. Parmi ces initiatives figurent aussi des événements comme la Caravane santé des sols, qui contribuent à sensibiliser et mobiliser les producteurs autour de pratiques durables et innovantes.

Lorsque la prise de mesure devient simple, voire automatique (capteurs de rendements, données satellitaires, etc.), et est soutenue par des incitatifs cohérents, les producteurs sont beaucoup plus enclins à l'adopter. De leur côté, les conseillers disposent des connaissances sur la valeur agronomique et environnementale des prairies et en possession de données précises pourront guider beaucoup plus efficacement les producteurs vers l'amélioration de leur pratique. Finalement, les institutions pourront enfin baser leurs programmes sur des faits. C'est cette convergence qui permettra d'ancrer durablement les plantes fourragères pérennes dans les objectifs québécois de durabilité.

Y-a-t-il des projets d'envergure qui ont été mis en place pour soutenir l'agriculture durable ?

Le Laboratoire vivant – Lait carboneutre est un projet de 5 ans, financé à plus de 7 millions de dollars qui constitue une avancée majeure en production laitière durable, puisqu'il génère des données issues de conditions réelles d'exploitation.

Les protocoles standardisés, les essais conduits directement en ferme et les mesures couvrant l'ensemble du bilan carbone permettent d'identifier les leviers les plus réalistes pour réduire l'empreinte carbone des systèmes laitiers.

* **Objectifs et approche** : Le projet vise le codéveloppement, l'évaluation et l'adoption de pratiques de gestion bénéfiques (PGB) favorisant la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la séquestration du carbone. Cette démarche repose sur une collaboration structurée entre producteur-trice-s, scientifiques et expert-e-s afin de concevoir, tester et diffuser des solutions adaptées aux contextes réels.

* **La ferme comme plateforme d'innovation** : Chaque composante de la ferme — champ, bâtiment et fosse — sert de milieu d'expérimentation. Les PGB y sont coconstruites, mises à l'essai et ajustées en temps réel avec les producteur-trice-s. Cette approche permet d'évaluer leur performance et leur faisabilité opérationnelle, tout en optimisant leur contribution à la diminution de l'empreinte carbone.

* **Cadre national** : Cette initiative s'inscrit dans le plan d'action en développement durable des Producteurs de lait du Québec (PLQ) et contribue à la lutte contre les changements climatiques. Le Laboratoire vivant – Lait carboneutre fait partie du réseau pancanadien de 14 laboratoires vivants soutenus par le programme *Solutions agricoles pour le climat – Laboratoires vivants* d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. En raison des récentes compressions budgétaires fédérales, l'ensemble de ces laboratoires prend toutefois fin en 2026.

D'autres projets existent. Depuis 2017, AgriClimat, un projet porté par le Conseil pour le Développement de l'agriculture du Québec (CDAQ), soutient les producteurs agricoles dans leurs efforts d'adaptation aux changements climatiques. Il se déploie dans toutes les régions du Québec et repose sur une démarche collaborative, ancrée dans la science et le terrain.

Un deuxième Laboratoire Vivant – « Racines d'avenir » a pour objectif d'innover pour renforcer et accélérer la capacité des producteurs agricoles à adopter des pratiques qui améliorent la séquestration du carbone ou qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre de leur entreprise. Ce projet est réalisé par l'Union des producteurs agricoles, en collaboration avec Agriculture et Agroalimentaire Canada, ainsi que d'autres collaborateurs. Dans les prochaines années, le MAPAQ en collaboration avec le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs se basera sur un indice de contribution agroenvironnementale pour construire leurs programmes de financement. C'est un signe positif du gouvernement. Le Conseil Québécois des Plantes Fourragères (CQPF) a réalisé à l'aide de toutes les parties prenantes de la filière du secteur fourrager, un plan stratégique sectoriel pour les cinq prochaines années qui aligne les actions vers une agriculture durable et rentable. (CQPF, 2024). Mise en place d'un réseau de parcelles phares de longues durées (figure 1) : Malgré des initiatives dans les années 1990, le Québec ne dispose toujours pas d'un réseau structuré de parcelles agricoles de longue durée (Rompré, 1994). La province accuse un retard marqué comparativement à d'autres juridictions, notamment

l'Ontario (Reynolds *et al.*, 2007), la France (DELT) ou la Suisse (Agroscope). Le Québec possède un système de suivi de la santé des sols ainsi que quelques essais de longue durée (>15 ans). Toutefois, ces dispositifs présentent plusieurs limites :

- Représentativité insuffisante des principales zones de production et des ordres de sols ;
- Faible présence de scénarios de gestion actuels et prospectifs ;
- Hétérogénéité élevée des traitements et des mesures ;
- Peu d'essais liés au compactage et au drainage et l'infiltration ;
- Données technico-économiques limitées ;
- Contraintes d'accès, de partage et d'intégration des données.

Dans le cas des parcelles phares Québécoises, chaque site serait constitué de six parcelles comparant divers systèmes de gestion en grandes cultures sur sols minéraux et serait implanté dans différentes régions. Chaque traitement couvrirait 2 ha, pour un total de 12 ha par site (voir Figure 1[A4.1]). La sélection repose sur le type de sol, l'historique cultural, la variabilité spatiale et les conditions locales. Ce projet est encore phase d'élaboration, il est donc possible que ces paramètres changent d'ici la mise en place de ce réseau de parcelles phares.

Les systèmes comparés incluent :

- Grandes cultures en gestion conventionnelle, rotation courte maïs-soya ;
- Rotation maïs-soya-céréale avec cultures de couverture ;
- Système intégré à la production laitière (maïs-soya-céréale + prairie) ;
- Prairie permanente ;
- Système agroforestier intercalaire ;
- Grandes cultures en régie biologique ;
- Une bande témoin de sol nu et, lorsque possible, un suivi en forêt adjacente complète le dispositif.

Pouvez-vous nommer un exemple qui démontre que l'industrie se préoccupe aussi de l'agriculture durable ?

Les Producteurs laitiers du Québec¹ (PLQ) ont un comité de développement durable où l'on discute et priorise des actions pour soutenir les producteurs laitiers :

- Promouvoir les formations et les activités de transfert sur les bonnes pratiques (eau, sol, biodiversité) ;
- Mettre en place un processus pour suivre l'évolution de l'empreinte carbone ;
- Former les producteurs sur les pratiques d'adaptation ;

¹<https://lait.org/>

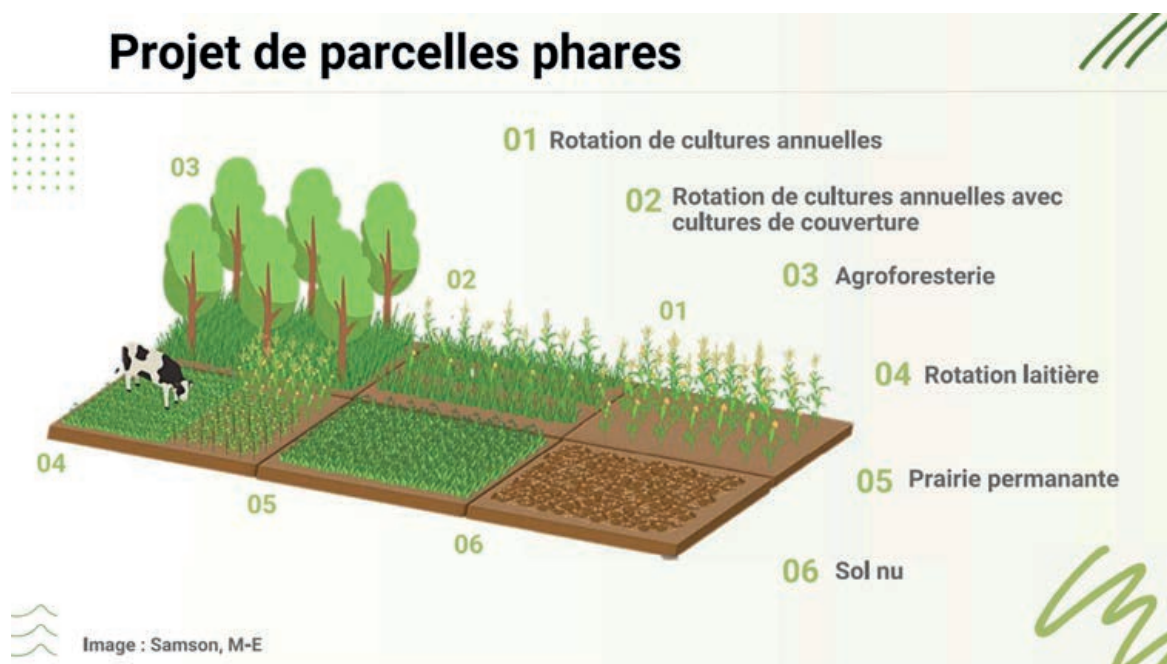


Figure 1 : Parcelles phares de longues durées

- S'assurer que les producteurs ont accès à des ressources d'accompagnement.

Plusieurs initiatives en transfert de connaissances illustrent les efforts déjà en place pour soutenir l'adoption de pratiques durables en production fourragère. Parmi celles-ci, on retrouve notamment le plan de formation Durable et rentable, de la prairie à l'étable, mis en œuvre par les Producteurs laitiers du Québec (PLQ) en collaboration avec Lactanet, ainsi que la Caravane des pâturages, qui favorise le partage d'expertise directement sur le terrain. De son côté, le CQPF joue également un rôle clé en offrant des activités de transfert de connaissances destinées tant aux producteurs qu'aux conseillers, contribuant ainsi à l'amélioration continue des pratiques agronomiques liées aux prairies.

Parallèlement, le besoin d'établir et de documenter les valeurs écosystémiques associées aux plantes fourragères pérennes se fait sentir de façon croissante et des demandes de financement de projets de recherche ont été récemment déposés au MAPAQ par plusieurs centres de recherche comme L'Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA) en vue d'une meilleure quantification des services rendus par les prairies au-delà de leur seule valeur productive.

Comment s'organise la recherche et le transfert de connaissances ?

Depuis novembre 2024, il y a eu la création d'une table de concertation réunissant un groupe de chercheurs, conseillers, éleveurs qui réfléchissent et débattent ensemble d'actions, d'idées de projets qui répondent aux priorités identifiées par le secteur en 2023. La mission : stimuler et concerter la recherche et le transfert de connaissances dans les centres de recherche, les universités et les Centre Collégiaux de Transfert de Technologies (CCTT).

Les initiatives de transfert de connaissances et les projets de recherche en cours témoignent d'un intérêt croissant pour améliorer la productivité et mieux valoriser les services écosystémiques des plantes fourragères. Pour soutenir durablement le secteur et les entreprises qui les utilisent, il demeure essentiel de combiner mesures concrètes, outils adaptés et diffusion de connaissances ciblée. Comme en témoigne cet article, c'est en mobilisant ces efforts collectifs que le secteur fourrager pourra pleinement révéler son potentiel, tant économique qu'agroécologique, pour les années à venir.

Références bibliographiques

- Caron J., Grégoire V., Rousseau A., Dessureault-Rompré J., Gumièr T., & Bonakdari H. (2023). Impact technique et économique à court et à long terme de la conservation des sols en grandes cultures au Québec. Communication présentée au 90e Congrès de l'Acfas.
- Chaput D., Chartrand C., Morin M. (2022). Portrait-diagnostic sectoriel de l'industrie des plantes fourragères. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Disponible en ligne : https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/agriculture-pecheries-alimentation/agriculture/types-de-productions/ED_portrait_diagnostic_plantes_fourrageres_MAPAQ.pdf
- CQPF (2024). Plan stratégique de la filière des plantes fourragères pérennes du Québec 2025-2030. Disponible en ligne : [https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYoRnfHXmL6W5Oj5BzbHy5X/asset/files/PlanSrate%CC%81gique_PlantesFourrag%C3%A8resPerennes_VF_241219\(1\).pdf](https://cdn.ca.yapla.com/company/CPYoRnfHXmL6W5Oj5BzbHy5X/asset/files/PlanSrate%CC%81gique_PlantesFourrag%C3%A8resPerennes_VF_241219(1).pdf)
- Gouvernement du Canada (2017). Changes in Canadians' preferences for milk and dairy products, 1960 to 2015. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/170421/dq170421e-eng.htm>
- Pelletier, K., Thivierge, MN., Chantigny, M.H. et al. (2025). Corn and soybean root traits improved by preceding perennial forage crops. *Plant Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07532-1>
- Reynolds, W.D., C.F. Drury, X.M. Yang, C.A. Fox, C.S. Tan, T.Q. Zhang, 2007. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. *Soil & Tillage Research* 96 (2007) 316–330
- Samson, M. E., Angers, D. A., & Poirier, V. (2023). Séquestrer du carbone dans

les sols agricoles du Québec ; concepts, perspectives et défis. Rapport remis au Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Québec, Université Laval.

Thivierge M.N., Angers D., Belanger G., Martel H. (2020). Bénéfices des plantes fourragères pérennes pour nos écosystèmes agricoles. Colloque Plantes fourragères du CRAAQ, 20 février 2020. https://www.agrireseau.net/documents/Document_102143.pdf?fbclid=IwAR2gLkeyK0IKi_QANIBD8ypnCBv7HABm13xrgB_v0ByyP6ruuNqKrzU8aic