

## RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Léa Cappelaere, PhD., chercheure postdoctorale en sciences animales, Université Laval [lea.cappelaere.1@ulaval.ca](mailto:lea.cappelaere.1@ulaval.ca)

### Collaborateurs :

Marie-Pierre Létourneau Montminy, PhD., professeur titulaire, Université Laval [marie-pierre.letourneau-montminy.1@ulaval.ca](mailto:marie-pierre.letourneau-montminy.1@ulaval.ca)

Laetitia Cloutier, agr. M.Sc., responsable en alimentation et nutrition, CDPQ [lcloutier@cdpq.ca](mailto:lcloutier@cdpq.ca)

Nadine Bachand, Analyste et gestionnaire de projets, Terre à Table [nadine@foodbridge.ca](mailto:nadine@foodbridge.ca)

# Le seigle hybride pour réduire les impacts environnementaux de l'élevage porcin

La filière porcine s'est dotée d'objectifs de réduction des impacts environnementaux, notamment les émissions de gaz à effet de serre (GES). La production de l'aliment, et plus particulièrement le maïs, est responsable d'une part importante des impacts environnementaux du porc au Québec (plus de 50% pour le changement climatique par exemple). Le remplacement du maïs par des matières premières à plus faible impact est donc un levier important pour améliorer la durabilité, mais la disponibilité de telles matières premières est réduite au Québec.

La production locale de céréales d'automne, et notamment de seigle et plus particulièrement le seigle hybride qui présente de hauts rendements, permet de diversifier les rotations, d'augmenter l'utilisation des cultures de couverture et de réduire les impacts des cultures. L'augmentation de ces productions au Québec permettrait de fournir des céréales avec un meilleur bilan environnemental.

Le but de ce projet était donc de quantifier les bénéfices environnementaux de l'utilisation du seigle hybride d'automne en nutrition porcine, ainsi que d'évaluer la rentabilité de cette production pour les producteurs de grains, et d'identifier les freins et leviers à son introduction dans les rotations québécoises et dans les aliments porcins. Cet article se concentre sur le premier volet du projet.

### Intérêt nutritionnel du seigle en nutrition porcine

L'utilisation du seigle dans les aliments de porc à l'engrais en remplacement du maïs a fait l'objet de plusieurs essais récemment, y compris en contexte québécois. Le consensus de la littérature montre que l'utilisation de seigle n'affecte pas les performances de croissance des porcs pour des rations à caractéristiques nutritionnelles identiques (iso-énergie nette, iso-lysine digestible etc.), et ce, même quand le seigle remplace totalement le maïs.

Divers bénéfices existent par ailleurs avec l'utilisation de seigle : présence de phytase endogène améliorant la digestibilité du phosphore, intérêt pour la santé intestinale, effet de satiété et réduction de la contamination des carcasses notamment.

### Pourquoi le seigle ? Intérêts agronomiques

Le seigle hybride est une culture intéressante agronomiquement puisqu'elle sert de culture de couverture après son implantation et permet également une récolte suffisamment hâtive pour planter une culture de couverture à sa suite. Cela permet de réduire fortement le lessivage de phosphore et de nitrates. C'est également une culture qui demande peu de traitements phytosanitaires, notamment d'herbicides. Il a été démontré qu'il améliorait la santé des sols et que son ajout dans une rotation permet d'augmenter les rendements des autres cultures grâce aux bénéfices de la diversification.

Les variétés hybrides ont permis d'augmenter fortement les rendements, rendant la culture plus intéressante économiquement et environnementalement. Ces variétés sont également moins sensibles à l'ergot, une mycotoxine qui affecte le seigle et peut avoir des impacts sur les performances des truies notamment.

## Évaluation par analyse de cycle de vie du seigle québécois

La première étape de l'évaluation environnementale a consisté à calculer des valeurs d'impacts environnementaux de seigle hybride produit au Québec, par analyse de cycle de vie (ACV). Elles ont été réalisées avec le logiciel SIMAPRO à l'échelle de l'année de culture à partir d'un inventaire recoupant statistiques régionales, recommandations agronomiques et entretiens avec des agronomes et de modèles de calcul d'émissions au champ. Des ACV comparant une rotation maïs-soja et maïs-soja-seigle ont aussi été réalisées pour prendre en compte les bénéfices de la diversification de la rotation et des couverts. Nous avons considéré une amélioration des rendements du maïs et du soya, une réduction du besoin en fertilisation azotée du maïs et une baisse du lessivage de nitrates et de phosphore.

Pour la réalisation des ACV de l'utilisation du seigle en production porcine, nous avons besoin de valeurs d'impacts par kg de seigle. Un premier jeu de valeurs est celui calculé pour l'ACV prenant en compte l'année de culture du seigle uniquement. Des valeurs seigle créditées des réductions d'impacts du maïs et du soja ont été calculées pour prendre en compte les bénéfices de l'introduction du seigle à l'échelle de la rotation :

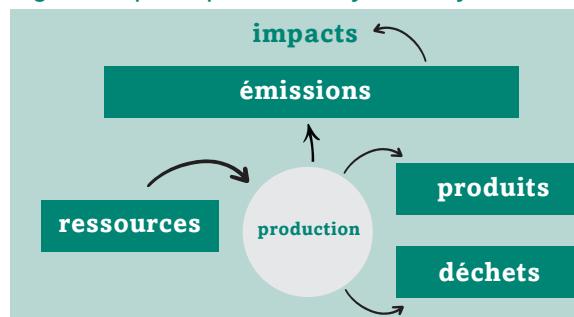
$$\begin{aligned} \text{impact seigle avec bénéfices de la diversification } (\text{kg}) = \\ (\text{impact seigle } (\text{ha}) - \text{réduction impact maïs } (\text{ha}) - \text{réduction } \\ \text{impact soya } (\text{ha})) \\ \hline (\text{rendement seigle } (\text{kg/ha})) \end{aligned}$$



## L'analyse de cycle de vie : qu'est-ce que c'est?

C'est une méthode d'évaluation environnementale dont le cadre de travail est fixé par les normes ISO 14040 et 14044, qui fait la compilation et l'évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie (Figure 1).

Figure 1 : principe de l'analyse de cycle de vie



Le cycle de vie d'un produit s'étend de l'acquisition des matières premières et ressources jusqu'à la gestion des déchets et de la fin de vie du produit (traitement, recyclage, mise au rebut).

Pour une ACV de production végétale, on va prendre en compte la production et l'utilisation des intrants (semences, fertilisants, produits phytosanitaires), l'utilisation de machinerie agricole, le séchage des grains, les transports et également les émissions au champs (émissions gazeuses et lessivages). Les résultats sont exprimés par kg de produit et on divisera donc par le rendement.

Pour une ACV en porc, on prendra aussi au compte nos intrants (production d'un porcelet, aliment), les consommations d'eau et d'énergie sur la ferme, le transport et les émissions liées aux fermentations entériques et à la gestion des effluents. Les émissions du lisier au champ peuvent être incluses ou non.

Les ressources consommées et les éléments émis dans la biosphère sont convertis en catégories d'impacts. Les catégories d'impacts présentées ici sont celles auxquelles l'agriculture contribue le plus, par rapport aux activités humaines.

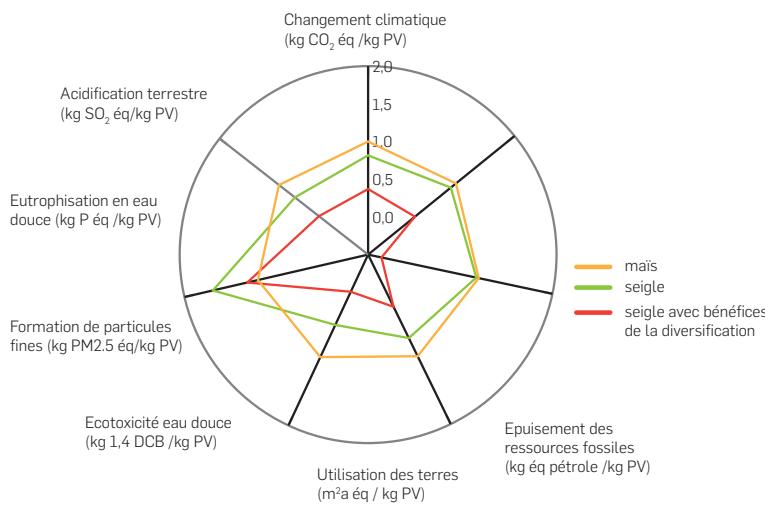
- **Changement climatique** : potentiel de réchauffement climatique d'ici 100 ans associé à l'émission de GES et exprimé en équivalent CO<sub>2</sub>.
- **Acidification terrestre** : potentiel d'acidification des sols, les rendant toxiques aux formes de vie. Elle est principalement liée aux émissions d'ammoniac.
- **Eutrophisation en eau douce** : potentiel de dégradation d'un milieu aquatique lié à l'accumulation de nutriments, provoquant l'augmentation de la production de biomasse et la réduction de l'oxygénation du milieu. Il est associé principalement au phosphore en eaux douces.
- **Formation de particules fines** : accumulation dans l'atmosphère de particules de très petite taille (inférieur ou égal à 2,5 micromètres) nocives pour la santé. Les résidus de combustion, les poussières (provenant de l'aliment par exemple) sont des sources primaires, mais des particules peuvent aussi se former sous l'effet de gaz comme l'ammoniac.
- **Ecotoxicité en eau douce** : toxicité pour les écosystèmes aquatiques de substances comme les métaux lourds, les résidus pharmaceutiques ou les produits phytosanitaires.
- **Utilisation des terres** : occupation de surfaces par les activités humaines, qui réduit la surface disponible pour les milieux naturels.
- **Épuisement des ressources fossiles** : impact de l'extraction et de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel), mesurant leur rareté ou la difficulté future à y accéder.

# Les rations

contenant du seigle avaient une inclusion plus élevée de co-produits et d'acides aminés libres.

Les impacts environnementaux du seigle étaient tous inférieurs à ceux du maïs sauf l'utilisation des terres, à cause du rendement plus faible du seigle. L'inclusion des bénéfices apportés par la rotation a réduit fortement les impacts, de plus de 30% par rapport à la valeur année de culture (graphique Figure 21), sauf pour l'écotoxicité comme il n'y avait pas de réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires sur le maïs et le soya. Pour l'eutrophisation, la réduction des impacts du maïs et du soja était même plus importante que l'impact du seigle, grâce à la forte réduction du lessivage des phosphores grâce aux cultures de couverture.

**Figure 2 – Impacts environnementaux de 1kg de seigle produit au Québec calculé avec des limites de système standard ou étendues, en comparaison du maïs ACV de l'utilisation du seigle en alimentation porcine**



Nous avons utilisé les valeurs d'impact du seigle québécois produites dans une ACV de la production porcine. Des rations pour porcs à l'engrais (alimentation quatre phases), iso-énergie nette et iso-lysine digestible, ont été formulées avec un remplacement de 25 ou 50% du maïs par du seigle, par rapport à un témoin représentant les pratiques locales (tableau 1). Les rations contenant du seigle avaient une inclusion plus élevée de co-produits et d'acides aminés libres.

Une ACV en sortie de ferme de ces stratégies a été réalisée, pour obtenir des valeurs d'impacts par kg de poids vif (PV). Les performances de croissance étaient supposées constantes. Nous avons calculé par modélisation la composition du lisier, les émissions de méthane entérique et les émissions du lisier. Les émissions des effluents étaient similaires sauf les émissions de méthane qui augmentaient de 3 et 6% respectivement pour les traitements remplacement de 25 et 50%, à cause de la teneur en fibre fermentescible du seigle plus élevée.

**Tableau 1 - Composition des rations testées dans l'ACV : témoin, remplacement de 25% du maïs par du seigle et remplacement de 50% du maïs par du seigle**

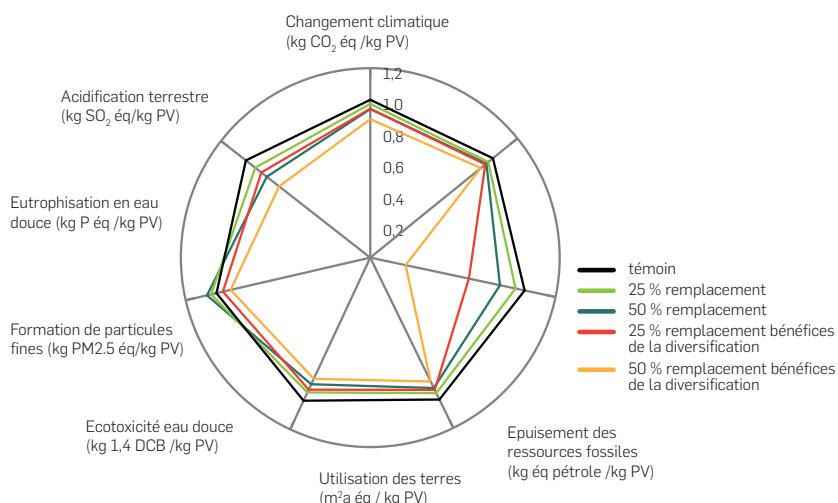
Inclusion (kg/t)	25-45 KG			45-65 KG			65-100 KG			100-135 KG		
	témoin	25%	50%	témoin	25%	50%	témoin	25%	50%	témoin	25%	50%
Maïs	659	479	246	712	484	225	722	466	202	791	552	273
Seigle hybride		165	330		180	355		180	360		200	395
Tourteau de soya	212	185	180	161	143	137	101	98	92	83	60	51
Drèche	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Farine de biscuiterie		40	115		65	156	51	133	224		64	158
Pierre à chaux	10.7	10.9	11.2	10.6	10.5	10.5	9.9	7.9	7.5	10.1	9.2	9.2
Phosphore dicalcique	1.6	1.5										
Sel	5.7	5.5	5.0	5.7	5.3	4.7	5.3	4.8	4.2	5.7	5.4	4.8
Lysine sulfate	6.6	7.5	7.3	6.5	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.3	5.8	5.8
DL-Methionine	0.81	1.07	1.13	0.54	0.72	0.79	0.28	0.32	0.41	0.10	0.10	0.22
L-Thréonine	1.13	1.51	1.58	1.13	1.38	1.46	1.13	1.18	1.25	1.11	1.02	1.16
L-Tryptophane	0.51	0.55	0.45	0.53	0.50	0.38	0.49	0.37	0.25	0.51	0.38	0.27
L-Valine		0.41	0.41		0.23	0.24	0.10					
Phytase	0.30	0.29	0.30	0.22	0.21	0.19	0.18	0.34	0.34	0.19	0.15	0.12
Prémix	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Avec les valeurs seigle échelle année de culture, l'impact changement climatique de la production porcine a été réduit de 3% avec 25% de remplacement du maïs et de 6% pour 50% de remplacement (Figure 3). L'acidification était réduite de 4 et 5% pour les deux paliers de remplacement, l'eutrophisation de 6 et 16%, la formation de particules fines de 5 et 8%, l'écotoxicité de 6 et 11% et l'épuisement des ressources fossiles de 7 et 17%. L'utilisation des terres qui a augmenté de 3 et 6% respectivement pour les deux niveaux de remplacement.

En prenant en compte les bénéfices de la rotation, l'eutrophisation était réduite de 36% par rapport au témoin pour un remplacement de 25% du maïs, et 77% pour 50% de remplacement. L'épuisement des ressources fossiles était réduit de 12% avec 25% de remplacement du maïs et 27% pour 50%. Le changement climatique était réduit de 6 et 12% respectivement pour 25 et 50% de remplacement. L'utilisation des terres était également réduite de 4 et 9% respectivement. Les autres impacts étaient réduits entre 6 et 8% avec 25% de remplacement et entre 10 et 15% avec 50% de remplacement.

Les impacts les plus réduits sont ceux pour lesquels l'alimentation a une contribution majoritaire à l'impact de la production porcine. Ainsi, certains impacts comme l'acidification, principalement liés aux émissions du lisier, sont plus faiblement réduits.

**Figure 3 – Impacts environnementaux par kg de poids vif (PV) selon le taux de remplacement du maïs par du seigle et la valeur d'impact attribuée au seigle (en ratio du témoin)**



## Et économiquement ?

Une évaluation économique de la rentabilité de la production de seigle pour les producteurs de grains a également été réalisée dans ce projet. Nous avons évalué qu'avec un seigle vendu à son prix d'intérêt pour la production porcine (96% du prix du maïs), une rotation maïs-soya-seigle était plus rentable pour les producteurs de grain qu'une rotation maïs-soya dès leur deuxième cycle de rotation. Ce bénéfice arrive encore plus rapidement dans les régions périphériques.

L'utilisation du seigle peut donc être intéressante économiquement pour les producteurs de porc et de grain!



## Conclusion

L'utilisation de seigle hybride local en remplacement du maïs dans les rations de porcs à l'engrais québécois permet de réduire les impacts environnementaux de la production porcine de manière importante. Il y a peu de compromis à faire et l'utilisation des terres est le seul impact qui pourrait augmenter avec l'introduction du seigle.

Le seigle hybride d'automne est une culture intéressante agronomiquement, environnementalement et économiquement pour les producteurs de grains et les éleveurs de porcs. Une mise en lien des acteurs a été entamée dans ce projet et est nécessaire pour mettre en évidence l'existence du marché, augmenter la mise en culture et donc la disponibilité sur le marché de l'alimentation animale.

## Remerciement

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Alimentation dans le cadre du Programme de développement territorial et sectoriel 2023-2026.

Merci également aux autres partenaires financiers du projet, soit Terre à Table, KWS et Les Éleveurs de porcs du Québec. ■