



Circularité des protéines végétales et animales au Manitoba – Une évaluation des possibilités d'économie circulaire pour soutenir les pratiques agricoles du Manitoba

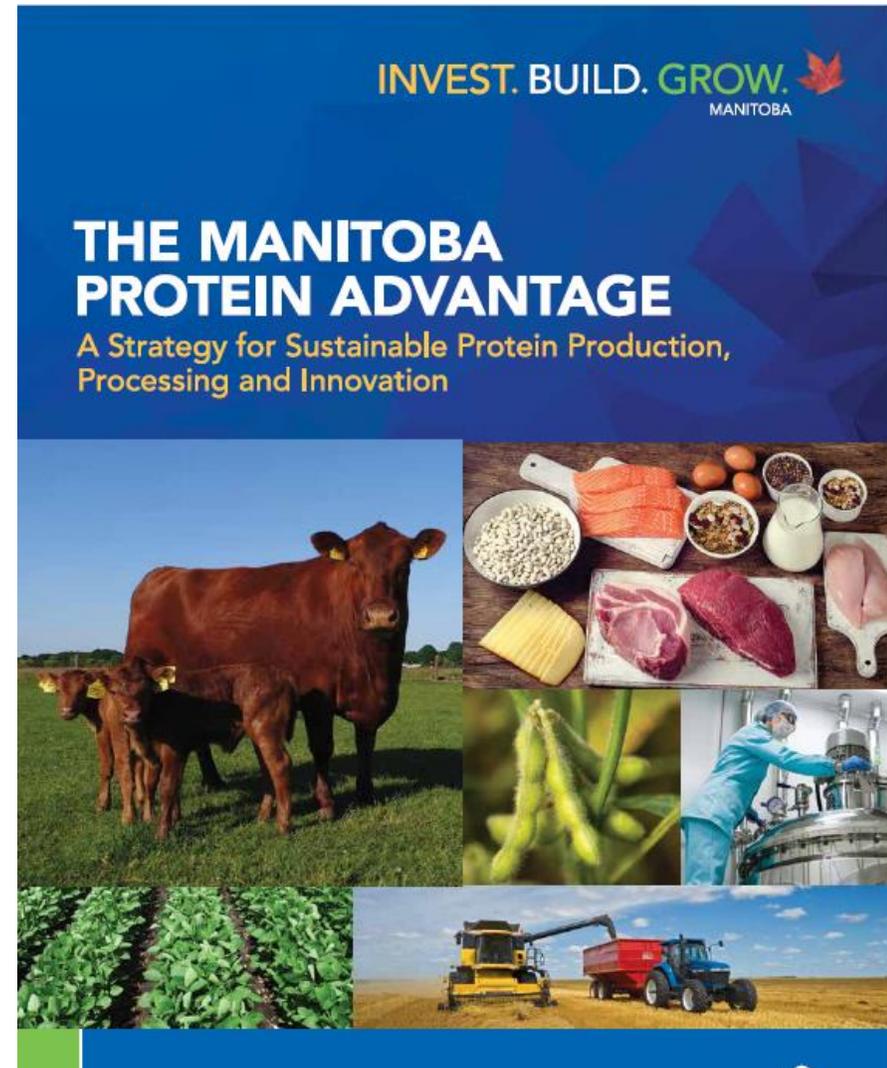
Joachim Roth
Analyste des politiques, IIDD

Estan Beedell,
Consultant, IIDD



Objectifs du projet

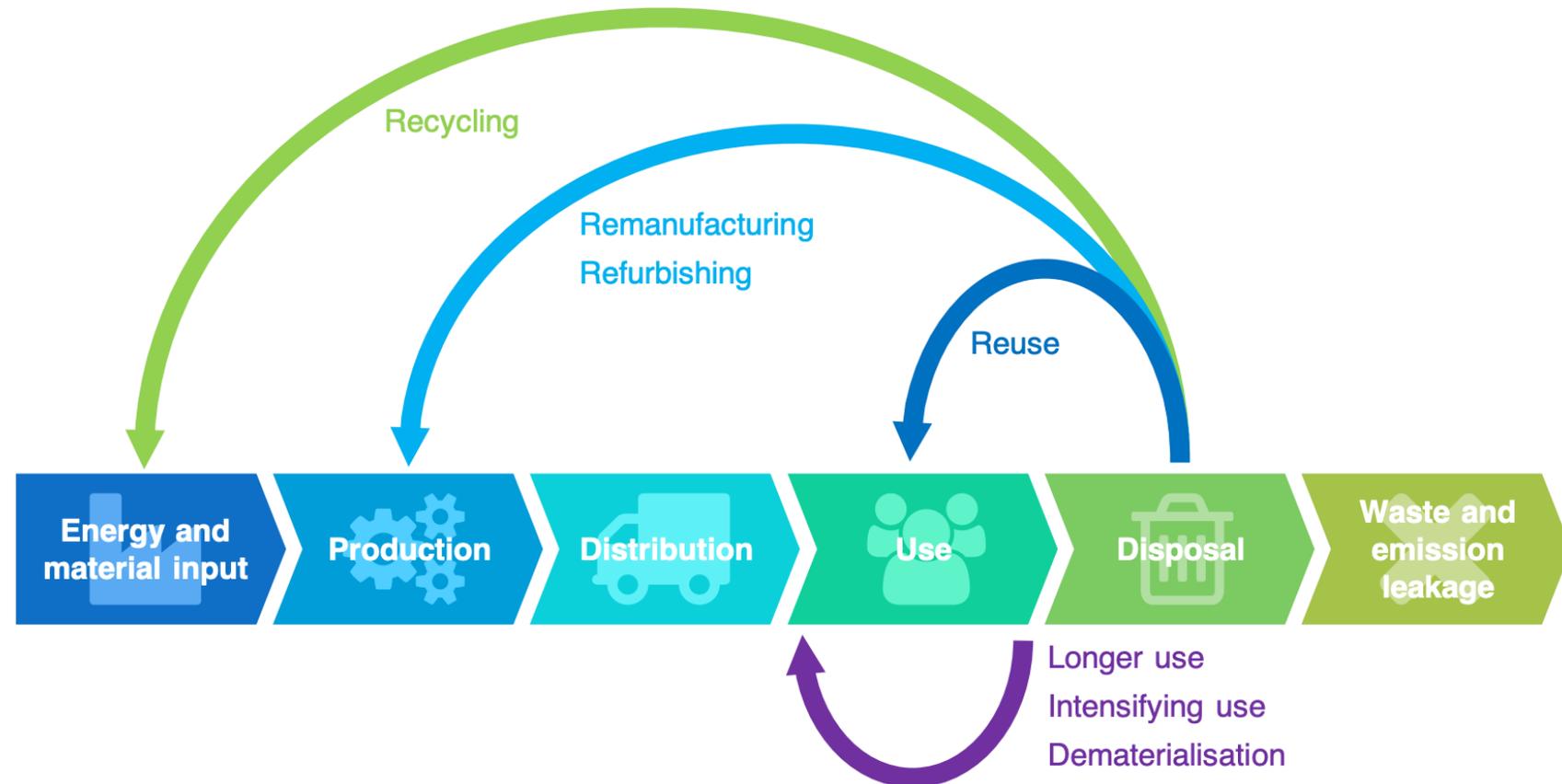
- Examiner les possibilités d'économie circulaire au Manitoba dans les sous-secteurs des protéines végétales et animales.
- Examiner les pratiques exemplaires internationales et canadiennes et dégager des possibilités pertinentes d'économie circulaire.
- Évaluer l'applicabilité de telles possibilités au Manitoba, en fonction des obstacles techniques, des coûts, des politiques et d'autres obstacles potentiels à la mise en œuvre.





Qu'est-ce que l'économie circulaire

Un modèle économique qui ne se concentre pas sur la production croissante de marchandises, mais dans lequel la consommation est basée sur l'utilisation de services – partage, location et recyclage – au lieu de la possession. Les matériaux ne sont pas détruits à la fin; ils sont plutôt utilisés pour fabriquer de nouveaux produits encore et encore. (SITRA)





Sous-secteur des protéines végétales

- Les protéines végétales sont de plus en plus perçues comme étant un marché attrayant.
- À l'échelle mondiale, le marché des protéines végétales devrait atteindre 14,5 milliards de dollars américains d'ici 2025.
- Le risque perçu par les investisseurs est moindre : moins de pression exercée sur les ressources naturelles.
- Possibilité économique de créer de la valeur à partir des déchets agricoles et de créer de nouveaux produits et ingrédients industriels.



État de la situation des stratégies en matière de protéines végétales au Manitoba et à l'étranger

- Les principaux acteurs au Manitoba et à l'échelle internationale comprennent :
 - Merit Functional Foods
 - Roquette, entreprise basée en France
 - Paterson GlobalFoods
 - Aliments Maple Leaf
 - DSM, entreprise basée aux Pays-Bas
- D'autres pays de l'UE comme la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Finlande ont également lancé leurs propres stratégies en matière de protéines végétales.
- Pour accroître le financement public-privé, les obligations vertes pourraient être portées à une plus grande échelle pour inciter à une plus grande circularité.
 - Obligations vertes du Manitoba
 - Innovateurs canadiens en alimentation au niveau fédéral



Harmoniser une stratégie en matière de protéines végétales avec des pratiques agricoles régénératrices.

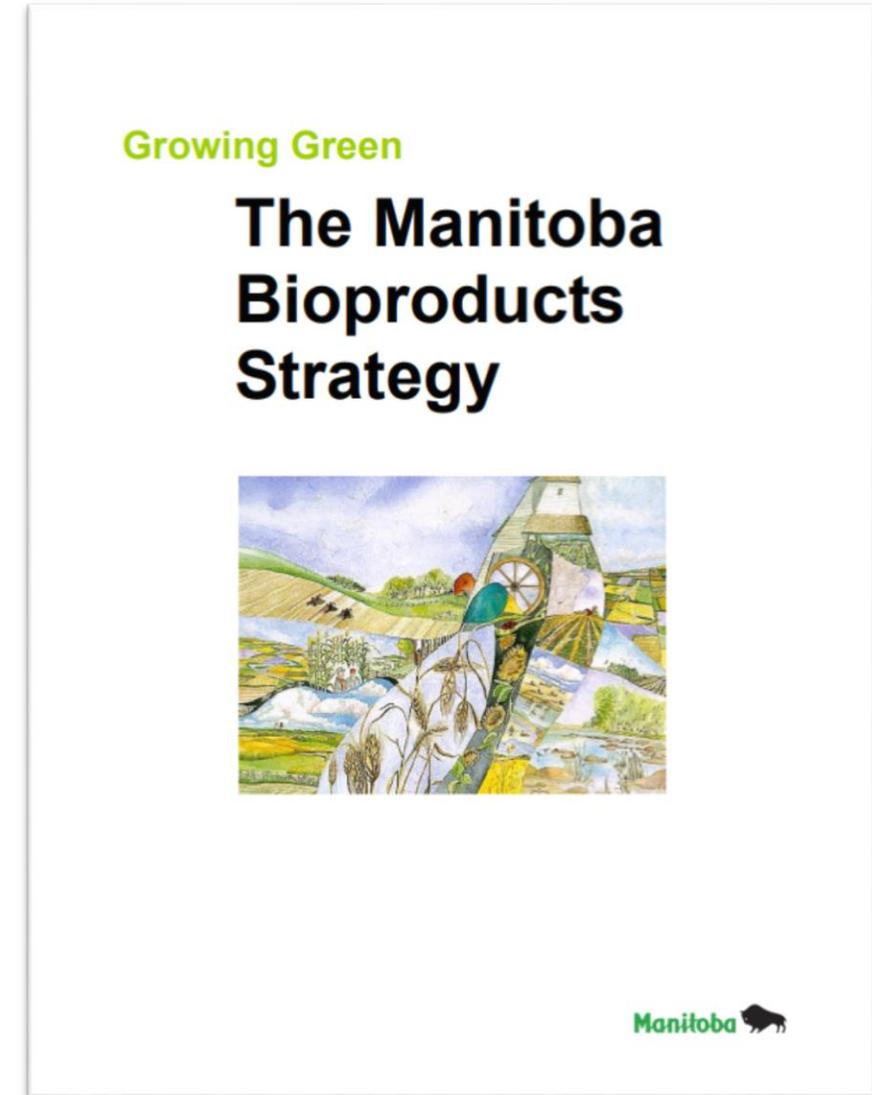
- Le Manitoba applique de plus en plus des pratiques agricoles régénératrices, mais celles-ci pourraient être étendues davantage, notamment grâce aux mesures suivantes :
 - Favoriser le recyclage des nutriments
 - Encourager la restauration des sols et des paysages
 - Choisir des cultures fixatrices d'azote
 - Soutenir une gestion durable des pâturages
 - Obtenir un financement supplémentaire pour permettre des formations et un suivi des données afin d'encourager les agriculteurs à adopter la gestion des nutriments 4R (réduction, réutilisation, recyclage, récupération).
- Les pratiques exemplaires internationales comprennent :
 - La stratégie « De la ferme à la fourchette » de l'UE
 - La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) de la France
 - Le financement en recherche et développement pour les pratiques régénératrices aux Pays-Bas





Accroissement de la circularité dans le cadre de la Stratégie en matière de bioproduits du Manitoba

- Le Manitoba a élaboré en 2011 sa stratégie décennale de bioproduits avec un financement de 20 millions de dollars canadiens.
- Il est important de suivre les progrès réalisés dans le domaine des bioproduits dans le cadre de cette stratégie.
- De multiples possibilités dont :
 - Isolant en mousse à base de soja à vaporiser
 - Panneaux de toiture en matériau biocomposite
 - Carreaux de plafond en chanvre
 - Production de solvants, de bioplastiques et d'émulsifiants pour l'agroalimentaire



Créations possibles et existantes de bioproduits au Manitoba



Création connue de produit	Secteur	Entreprises manitobaines concernées
Biodiesel	Transports	En cours d'élaboration
Isolant en mousse à - base de soja à vaporiser	Construction	En cours d'élaboration
Panneaux de toiture en matériau biocomposite	Construction	En cours d'élaboration
Carreaux de plafond en chanvre	Construction	En cours d'élaboration
Ficelle à presse et enrubannage avec bioplastiques	Agriculture	En cours d'élaboration
Traverses de chemin de fer en matériau biocomposite	Transports	Marathon Composites
Biofibres de chanvre et de lin pour remplacer les fibres de carbone	Multiples	En cours d'élaboration
Utilisation de la lignine comme matière première pour des produits chimiques et des plastiques	Industriel	En cours d'élaboration

Créations possibles et existantes de bioproduits au Manitoba



Création connue de produit	Secteur	Entreprises manitobaines concernées
Utilisation d'huiles végétales à des fins industrielles, pour les solvants et les émulsifiants dans la transformation des aliments	Industriel	En cours d'élaboration
Utilisation de la féculé de pomme de terre pour les bioplastiques et les prébiotiques	Industriel/santé	Solanyl Biopolymers, Manitoba Starch Products, MSPrebiotics
Biofertilisants/biopesticides	Agriculture	Ag-Quest
Production de granulé à partir de quenouilles, d'écales d'avoine et de bois	Énergie	Viterra, Central Grain Company, Winnipeg Forest Products, Prairie Pellet Company, Spruce Products Limited
Systèmes de digestion par compostage, brûleurs de biomasse, fours et séchoirs à grains	Agriculture	Triple Green Products
Tapis anti-érosion et tapis de renforcement du gazon d'origine biologique	Agriculture	ECBVerdyol
Amendements biotiques du sol	Agriculture	ECBVerdyol
Résines d'origine biologique	Multiples	Ecopoxy
Papier fabriqué à partir de déchets de paille de blé	Industriel	Prairie Paper (Step Forward Paper)



Améliorer la gestion du compost et préserver l'azote

- Le compost peut améliorer la qualité du sol pour les cultures qui nécessitent plus de matière organique et pour les terres souffrant d'érosion.
- En 2014, le Manitoba a élaboré un programme de compostage pour détourner les déchets organiques des sites d'enfouissement.
- Une étude à méthode mixte en Belgique montre qu'il existe plusieurs obstacles à l'utilisation du compost, notamment :
 - une pénurie de biomasse en raison de la demande concurrente liée aux biocarburants;
 - des réglementations complexes;
 - des coûts financiers initiaux élevés pour l'équipement de compostage.
- L'amélioration de la récupération de l'azote dans le compost est essentielle et nécessite ce qui suit :
 - ajouter certains additifs chimiques ou organiques;
 - tenir compte des rapports carbone/azote et carbone/phosphore.



Réutiliser les nutriments des eaux usées agricoles

- La réutilisation des nutriments des eaux usées va au-delà du secteur agricole.
- De nouvelles approches et technologies pourraient être étendues avec :
 - L'assimilation biologique par la préservation et la construction de zones humides.
 - L'utilisation de technologies novatrices de récupération des nutriments.
- Les pratiques exemplaires internationales comprennent :
 - L'installation israélienne de récupération des nutriments d'Ostara.
 - L'International Green Deal of the North Sea Resources Roundabout (Accord vert international sur le carrefour des ressources de la mer du Nord) de l'UE pour exporter de la struvite.



Sous-secteur des protéines animales



Comment faire croître le secteur pour répondre à une demande croissante, tout en réduisant au minimum les impacts environnementaux?

Émissions de GES

- Émissions de méthane
- Émissions d'oxydes d'azote
- Émissions de dioxyde de carbone
- Séquestration du carbone

Impacts

environnementaux

Perte de biodiversité
Ruissellement agricole
Érosion
Gaspillage

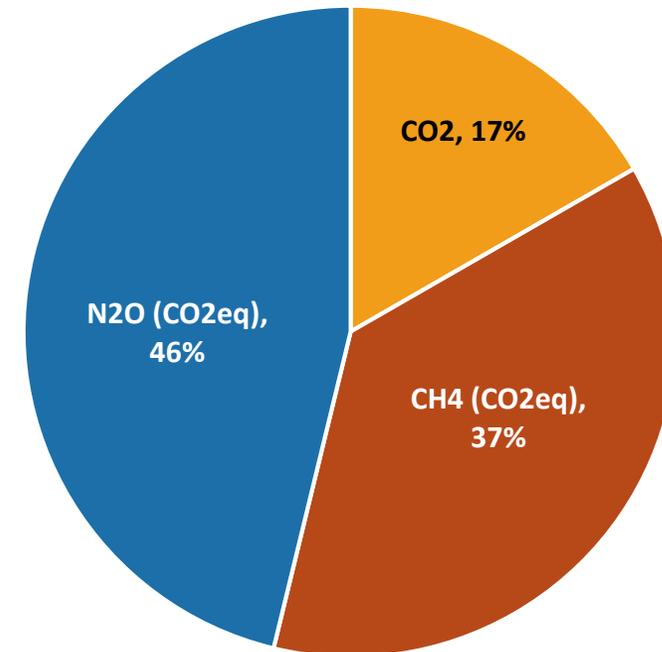
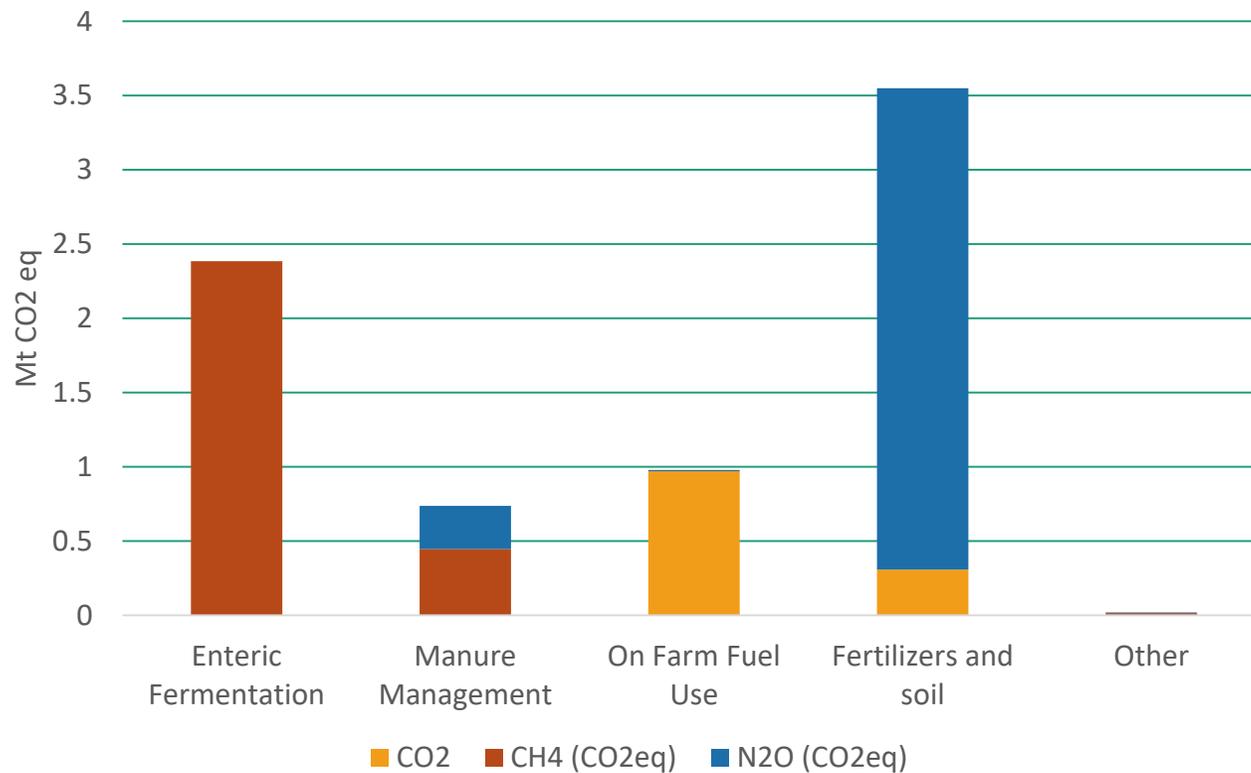
Autres considérations importantes

- Moyens de subsistance et conditions de travail des agriculteurs
- Bien-être des animaux

Profil d'émissions de GES



Émissions de GES agricoles du Manitoba, 2018

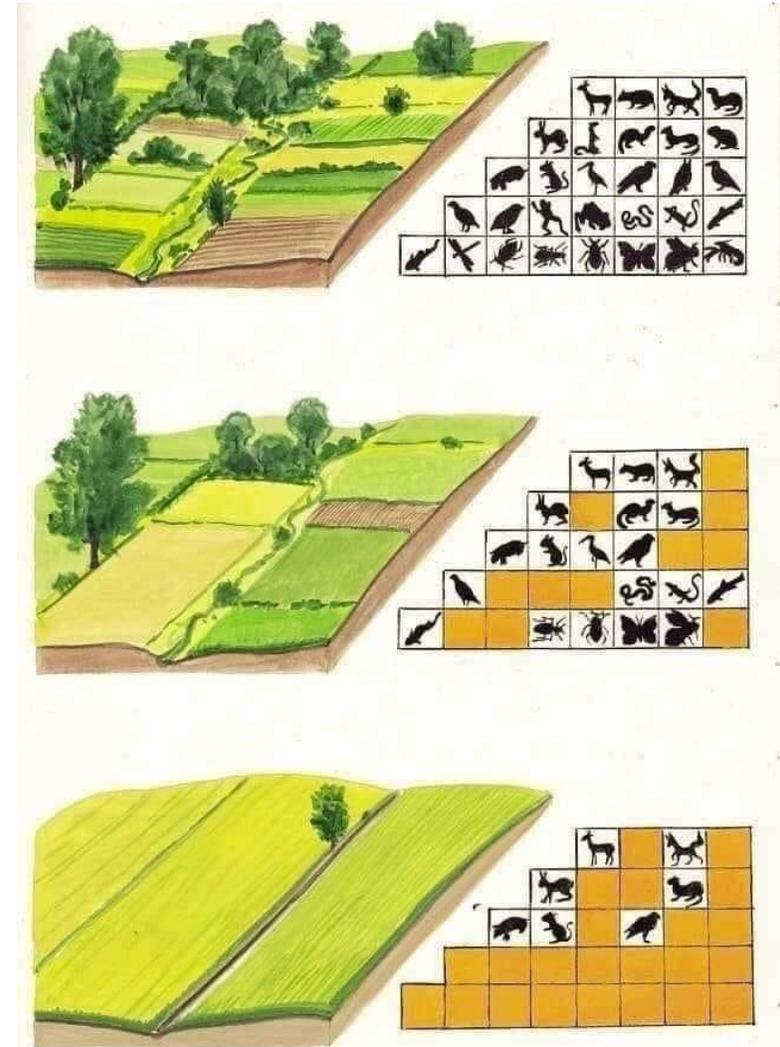


Source : Environnement et Changement climatique Canada (2020)

Gestion des prairies



- Les ruminants au pâturage peuvent compenser de 20 à 60 % des émissions de méthane entérique par une séquestration accrue du carbone (Garnett *et al.*, 2017).
- Programmes d'intendance des terres agricoles.
- Mesures d'incitation pour :
 - adopter des pratiques de pâturage durables (p. ex. pâturage en rotation);
 - les cultures de couverture végétale et d'autres pratiques qui restaurent naturellement l'azote du sol et accumulent du carbone dans le sol;
 - maintenir la couverture herbacée ou arborée sur les terres cultivées et marginales.
- Les indicateurs de la gestion durable des prairies comprennent ce qui suit :
 - matière organique du sol, y compris le rapport carbone/azote;
 - stabilité du mélange du sol;
 - activité microbienne;
 - érosion des sols;
 - mesures de la qualité de l'eau, y compris les niveaux d'azote;
 - mesures de conservation, y compris l'étendue des zones humides et des systèmes riverains.



Aliments pour bétail



Les sous-produits agricoles offrent des aliments à faible coût d'option.

- En créant des réseaux d'approvisionnement pour les résidus de récolte, les agriculteurs qui cultivent des cultures vivrières à double usage peuvent à la fois réduire les déchets et générer des sources de revenus supplémentaires.
- **Les céréales pérennes** peuvent être récoltées puis pâturées.
- **Les sous-produits de la transformation des aliments** doivent être recyclés dans le système alimentaire.
- **Les déchets alimentaires** peuvent être convertis en protéines de haute qualité grâce à l'élevage d'insectes.
- Autres protéines du CO₂ et du CH₄.
- Des aliments optimaux (contenu et quantité des aliments) peuvent réduire les émissions de méthane.
- Indicateurs :
 - Perte et gaspillage de nourriture.
 - Intensité en GES de la production d'aliments pour animaux.

Gestion du fumier



- **Une gestion efficace du fumier** réduit les GES provenant du fumier sur les sites de production de bétail et fournit un approvisionnement en fumier de haute qualité pour réduire l'utilisation d'engrais artificiel.
 - Accroît la circularité des systèmes agricoles en réduisant au minimum les intrants externes et en réduisant la consommation d'énergie liée à la fabrication et au transport.
 - Atteindre le rapport azote/phosphore optimal dans les sols en utilisant du fumier présente des défis.
 - Séparation des solides et des liquides pour éliminer le phosphore du fumier et pour un transport plus économique.
- **Stockage du fumier** pour éviter la perte d'ammoniac et le rejet de méthane et de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.
 - Plus de recherches sont nécessaires sur les technologies qui fonctionnent à des températures extrêmes.
- **Application optimale du fumier**, y compris le choix du bon moment, l'incorporation et l'injection, et l'application à taux variable (précision).

Déchets d'abattoir



- L'équarrissage des sous-produits d'abattoir.
 - Le traitement des sous-produits de la viande par équarrissage libère un quart des gaz à effet de serre et produit cinq fois plus de valeur en tant que compost (Gooding & Meeker, 2016).
 - Industrie mature, mais s'est traditionnellement concentrée sur les produits de faible valeur.
- Projet Water2REturn, Espagne.
 - Traitement et récupération des eaux usées.
 - Extraction de matières premières.
 - Fabrication de produits agronomiques, y compris des engrais de source organique et des biostimulants.
 - Réduction des déchets envoyés au site d'enfouissement, des émissions de GES et de la pollution des eaux usées.



Production d'énergie à la ferme



- Utilisation des déchets agricoles comme source d'énergie.
 - Utilisation pour la combustion en tant que biomasse (p. ex., pour le séchage des céréales et le chauffage des serres).
 - Transformation en biogaz pour le chauffage ou la production d'électricité.
- Carburants de remplacement dans les machines agricoles (biodiesel, hydrogène).
- Rénovations de bâtiments pour accroître l'efficacité du chauffage.



Recommandations



Source de protéines	Recommandations	Indicateur
Viande	Soutien aux pratiques durables pour les pâturages	Amélioration de la santé du sol
	Programmes pour encourager l'utilisation d'aliments optimaux pour atténuer les émissions de méthane.	Émissions de GES
Plantes	Choisir des cultures fixatrices d'azote	Amélioration de la santé du sol
	Choix de cultures qui nécessitent moins d'intrants	Amélioration de la santé du sol
	Formation des agronomes à la gestion 4R de l'azote	Émissions de GES, efficacité énergétique
	Utilisation de fourrages/légumineuses pérennes dans les pâturages pour réduire et optimiser l'utilisation des fertilisants et du fumier.	Émissions de GES, efficacité énergétique
	Restauration des sols et des paysages	Amélioration de la santé du sol
	Fournir un soutien financier et des incitations fiscales aux agriculteurs pour passer du chauffage utilisant des combustibles fossiles au chauffage renouvelable pour des activités comme le séchage des céréales.	Émissions de GES
Viande et plantes	Programmes d'intendance des terres agricoles.	Terres protégées
	Élaborer et renforcer des outils pédagogiques permettant aux agriculteurs de tirer parti des sous-produits agricoles.	Réduction du gaspillage

Approche de l'économie circulaire

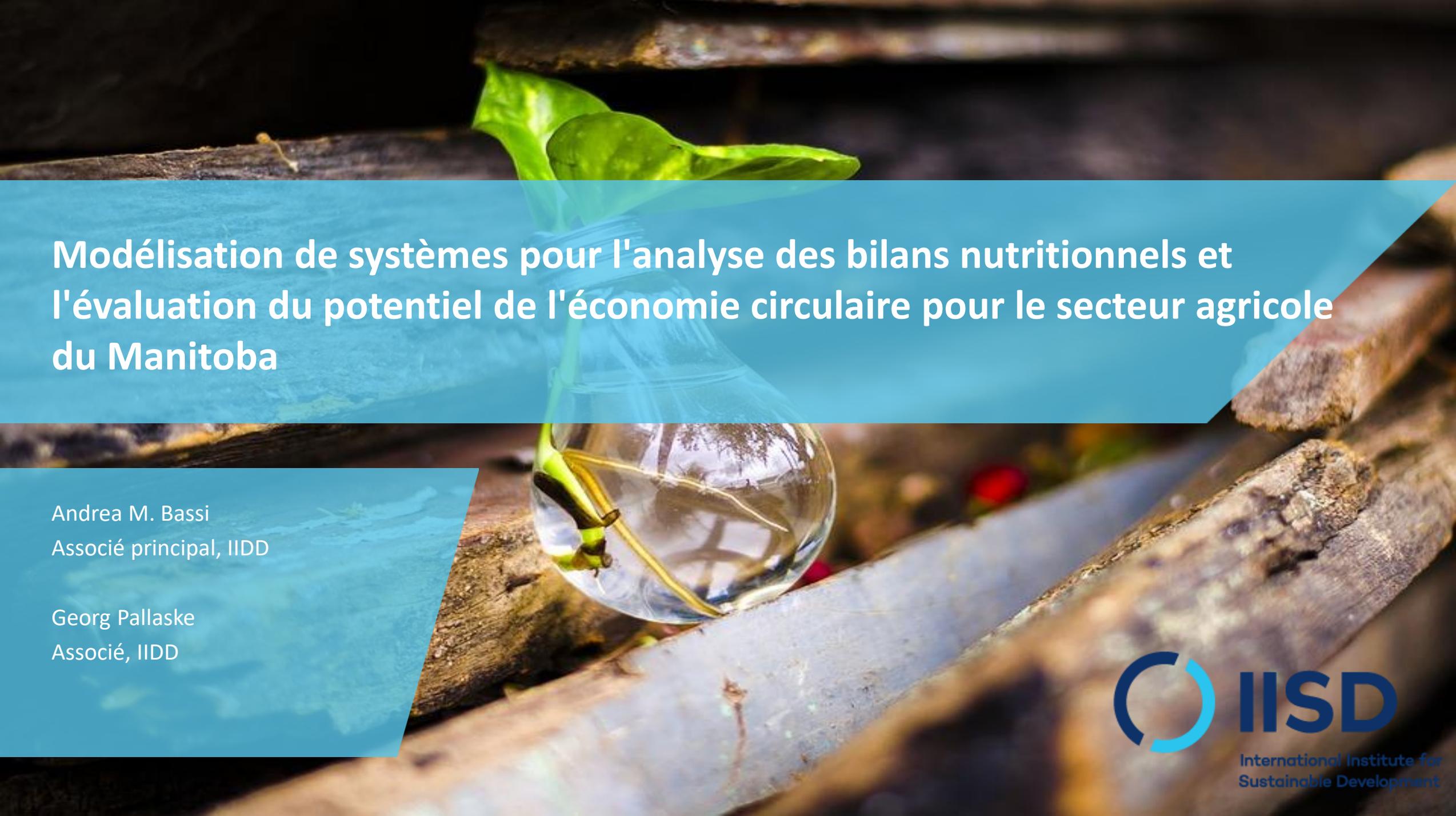


Grâce à la stratégie L'atout des protéines du Manitoba, le Manitoba est bien placé pour tirer parti du marché en croissance de la viande et des protéines végétales.

L'approche de l'économie circulaire est :

- essentielle pour réutiliser les déchets, améliorer l'efficacité énergétique, réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer la qualité des sols et augmenter les revenus des agriculteurs;
- un moyen d'établir des synergies entre les secteurs des protéines végétales et de la viande.





Modélisation de systèmes pour l'analyse des bilans nutritionnels et l'évaluation du potentiel de l'économie circulaire pour le secteur agricole du Manitoba

Andrea M. Bassi
Associé principal, IIDD

Georg Pallaske
Associé, IIDD



International Institute for
Sustainable Development

Analyse quantitative



Une analyse quantitative a été effectuée pour étudier la demande en nutriments de divers types de cultures et la disponibilité en nutriments provenant de multiples sources, à l'échelle provinciale.

- Une étude de modélisation quantitative des nutriments pour le secteur de la production agricole du Manitoba a été menée afin d'évaluer le potentiel de récupération des nutriments (ou même de recyclage).
- L'analyse se concentre sur l'incidence de l'utilisation et de la gestion des terres ainsi que des pratiques de gestion du bétail sur l'utilisation future des nutriments.
- Les nutriments examinés dans le cadre de cette étude sont l'azote (N) et le phosphore (P). En ce qui a trait à l'épandage de nutriments, on fait la distinction entre les engrais synthétiques et organiques (fumier).
- On a simulé une gamme de scénarios futurs pour évaluer les effets des pratiques de gestion des terres et trouver des pistes potentielles pour permettre au secteur de la production agricole de s'orienter davantage vers une approche d'économie circulaire.

Six scénarios



Six scénarios différents ont été simulés pour l'évaluation du bilan nutritionnel, un scénario de référence (maintien du statu quo, ou MSQ) et cinq scénarios de politique.

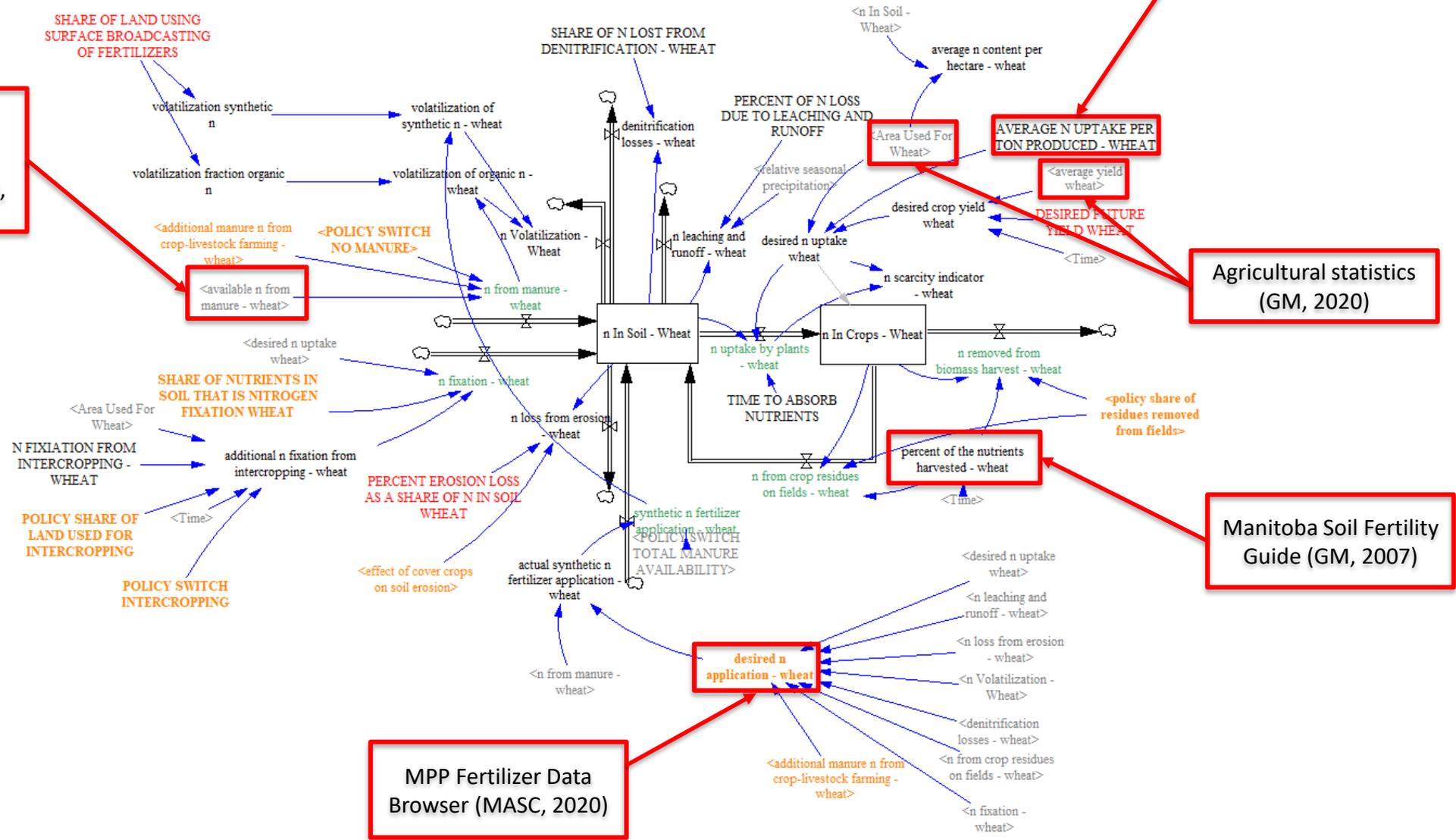
- Le scénario MSQ suppose qu'aucun changement n'est apporté à la gestion des terres ou à l'application d'engrais et sert de base de référence pour comparer les autres scénarios.
- Les autres scénarios possibles suivants ont été simulés.
 - Cultures intercalaires (fixation supplémentaire d'azote).
 - Alimentation améliorée (réduction de N et P dans le fumier, tout le bétail).
 - Alimentation améliorée (réduction de P dans le fumier, non ruminants).
 - Intégration agriculture-élevage (disponibilité supplémentaire de fumier « du pâturage »).
 - Élimination des résidus (élimination des résidus de culture et des nutriments qu'ils contiennent).

Modèle, données et validation



Manitoba NIR
 Properties of Manure (GM, 2015)
 Agricultural statistics (GM, 2020)
 Manitoba Land Base Calculator (GM, 2020c)

Manitoba Soil Fertility
 Guide (GM, 2007)



Agricultural statistics
 (GM, 2020)

Manitoba Soil Fertility
 Guide (GM, 2007)

MPP Fertilizer Data
 Browser (MASC, 2020)

Aperçu des résultats



Les effets des politiques sur l'application de nutriments varient selon le type d'intervention et le degré de mise en œuvre de leurs ambitions.

Un lien explicite entre l'évaluation quantitative et les enseignements tirés de l'étude qualitative permettrait de prévoir comment certaines pratiques d'économie circulaire affecteraient la gestion des nutriments des cultures à moyen et long terme.

- Toutes les interventions envisagées ont une incidence sur l'application des nutriments (synthétiques, organiques ou les deux).
- Alors que la plupart des interventions réduisent les besoins en nutriments, les politiques concernant le contrôle des nutriments dans le fumier animal ou l'élimination des résidus de culture contribuent à une augmentation de ces besoins.

Scénario	Application de N		Application de P ₂ O ₅	
	Changement annuel moyen (tonnes de N/an)	Changement cumulatif 2020-2050 (tonnes de N)	Changement annuel moyen (tonnes de P ₂ O ₅ /an)	Changement cumulatif 2020-2050 (tonnes de P ₂ O ₅)
<i>(nommé par le type de politique simulée)</i>				
Élimination des résidus	31 485	1 007 514	7 612	243 584
Cultures intercalaires	-18 525	-592 805	0	0
Alimentation améliorée (réduction de N et P)	899	28 761	501	16 047
Alimentation améliorée (réduction de P uniquement)	0	0	1 115	35 685
Intégration cultures/élevage	-6 938	-222 007	-568	-18 185
Expansion de la production porcine	-2 185	-69 927	-1 321	-42 257
Expansion de la production bovine	-10 262	-328 397	-922	-29 508

Remarque :

Une série d'hypothèses simplificatrices était nécessaire pour permettre l'analyse de l'application et de la gestion des nutriments au niveau provincial.

Aperçu des résultats



Chaque intervention possible entraîne une modification de la dynamique des nutriments. Les avantages et les inconvénients de chaque option doivent être analysés par rapport aux objectifs liés à l'amélioration de la circularité.

- *Élimination des résidus* : l'élimination de la biomasse du sol réduit la quantité de N et P disponible, qui doit être remplacée par une nouvelle application.
- *Cultures intercalaires* : faire pousser des cultures et des légumineuses pour la fixation de N conduit à une fixation accrue de N dans le sol, et réduit donc le besoin d'application de N.
- *Alimentation améliorée* : une alimentation améliorée réduit les émissions, ainsi que la teneur en N et P du fumier. La réduction en N et P nécessite une nouvelle application.
- *Intégration culture/élevage* : l'intégration des cultures et de l'élevage rend le fumier directement disponible pour les champs, réduisant les besoins d'application de N et P.
- *Expansion de la production de porcs/bovins* : l'augmentation du nombre d'animaux générera un plus grand approvisionnement en fumier.

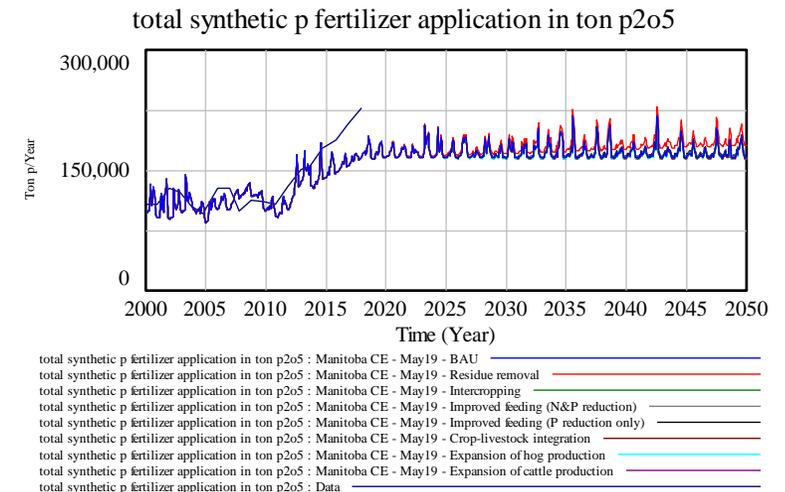
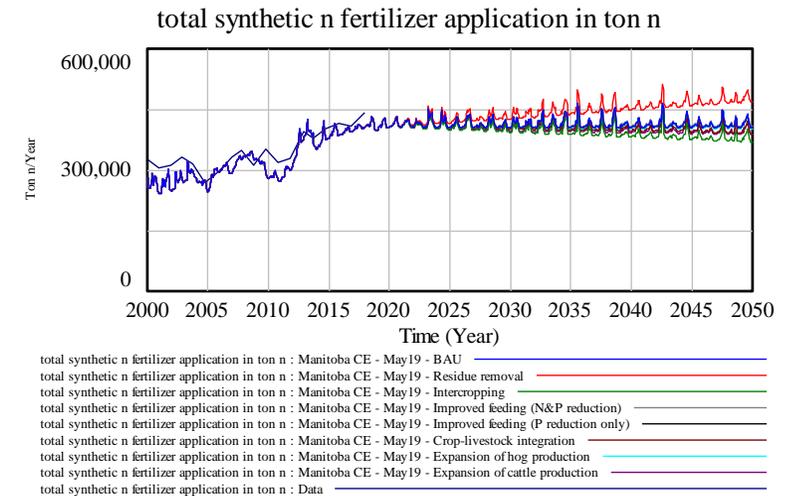
Dans tous les cas, lors de l'épandage de fumier, des précautions doivent être prises pour éviter une application excessive de P (si l'épandage de fumier est effectué en fonction des besoins en N). Une multitude d'options politiques pourraient déclencher les changements prévus.

Résultats : Application d'engrais



Diverses voies affectant les apports en nutriments ont été simulées isolément. En réalité, il est plus probable qu'une combinaison d'interventions soit mise en œuvre.

- Dans la plupart des scénarios, l'apport en nutriments diminue par rapport à la base de référence (**ligne bleu foncé**) en raison des politiques simulées.
- La **plus forte réduction** des apports en N est observée dans le scénario « cultures intercalaires » (**ligne vert foncé**). Le N supplémentaire fixé par les cultures de légumineuses contribue à réduire considérablement les apports en N requis.
- La **plus forte augmentation** des apports de N et de P est prévue dans le scénario « élimination des résidus » (**ligne rouge**). En effet, l'élimination des résidus retire également des champs des nutriments qui seraient produits par la décomposition.

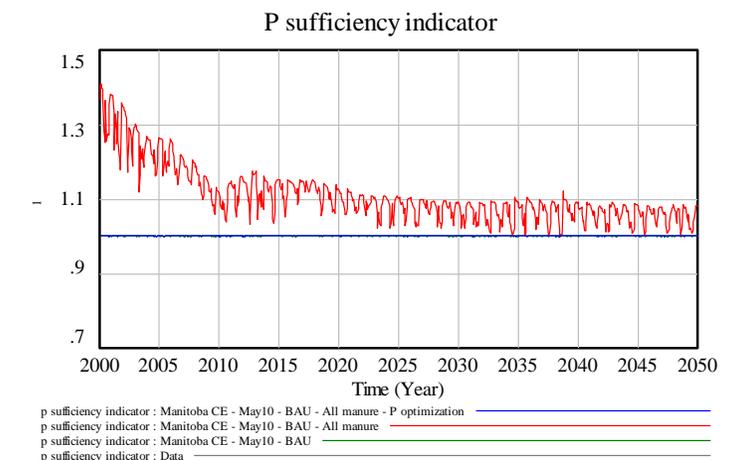
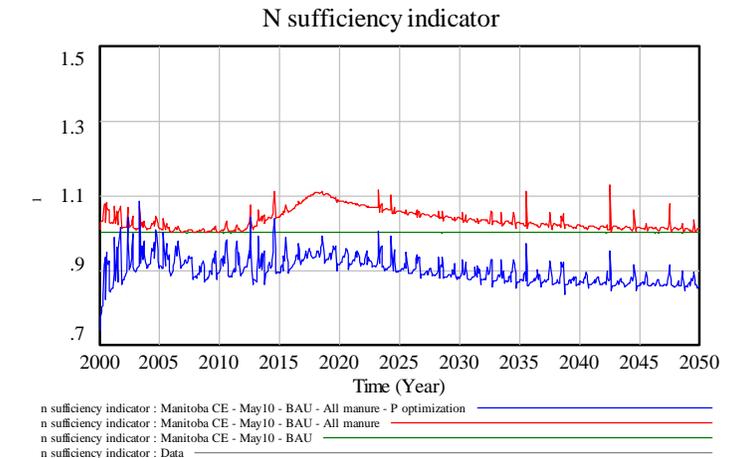


Résultats : Suffisance en nutriments



Un scénario (hypothétique) dans lequel on présume que toutes les demandes en nutriments sont satisfaites par l'épandage de fumier ne fait que souligner l'importance de l'analyse du sol et de l'utilisation de données propres à la parcelle.

- Les indicateurs de suffisance en nutriments comparent l'application souhaitée et réelle de N et de P_2O_5 . Cette approche permet de détecter
 - les pénuries potentielles de nutriments (valeur des indicateurs < 1) et
 - les applications excessives de nutriments (valeur des indicateurs > 1).
- Si l'épandage du fumier est **optimisé pour répondre aux besoins en P_2O_5 des plantes (ligne bleu foncé)**, la simulation prévoit une pénurie de N.
- Si l'épandage de fumier est **optimisé pour répondre aux besoins en N de la plante (ligne rouge)**, les résultats suggèrent une surapplication de P_2O_5 par rapport aux besoins de la plante.

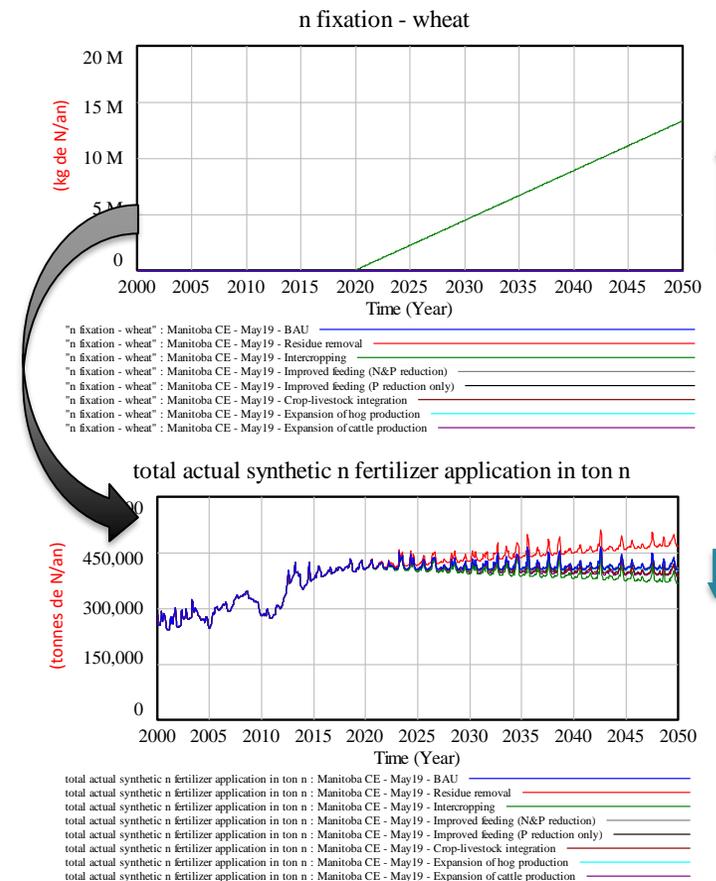


Résultats : Cultures intercalaires



Par cultures intercalaires, on entend la méthode consistant à faire pousser des cultures non légumineuses avec des légumineuses, qui est censée contribuer à la fixation de N supplémentaire.

- Dans le scénario des cultures intercalaires, la fixation supplémentaire de N par les cultures de légumineuses contribue à réduire les apports d'engrais pour les terres, en utilisant une rotation des cultures.
- Les résultats présentés reposent sur des hypothèses obtenues à partir d'études internationales à ce stade et pourraient varier si des hypothèses propres au Manitoba sont utilisées.
- La mesure dans laquelle le recours à des cultures intercalaires est réalisable dépend d'une variété de facteurs, indiquant que les renseignements propres à chaque site devraient orienter la mise en œuvre des rotations de cultures.

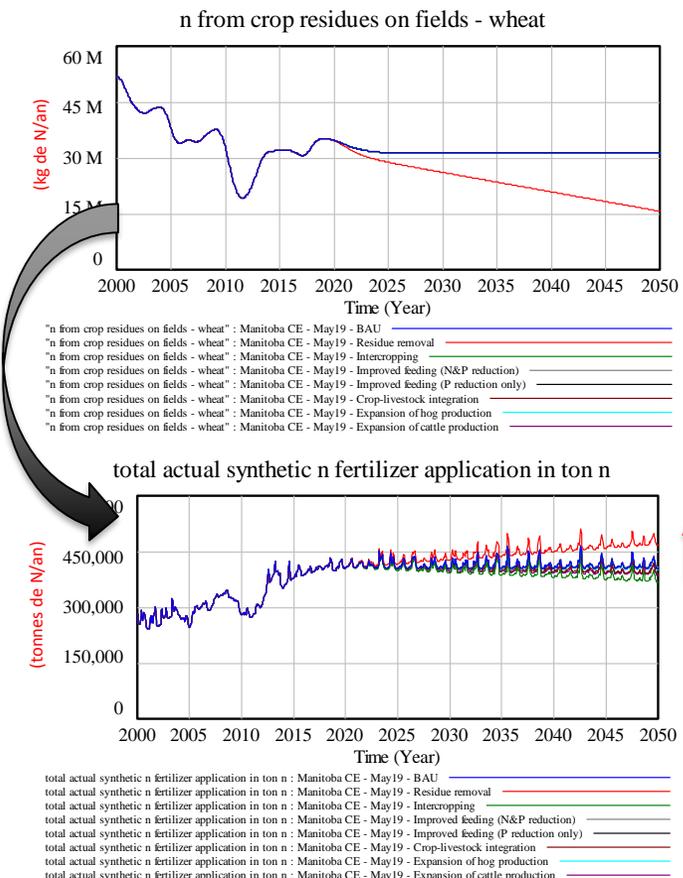


Résultats : Élimination des résidus



Les résidus de récolte peuvent être des intrants précieux pour une gamme de processus visant à accroître la circularité du secteur agricole.

- L'élimination des résidus pour d'autres utilisations réduit la quantité de nutriments créés par la décomposition.
- Selon la quantité de résidus enlevés, les sols peuvent devenir plus sensibles à l'érosion, ce qui contribue à la perte de la couche arable et des nutriments et augmente donc la nécessité d'appliquer des nutriments.
- De plus, si ces résidus sont entièrement éliminés, cela peut contribuer à une perte de carbone (C) organique du sol au fil du temps.
 - Des études ont montré qu'il existe un juste milieu entre l'élimination des résidus et la gestion du C du sol. Si des résidus devaient être réutilisés à grande échelle, le renforcement des capacités pour l'entretien du C des sols serait utile.



Principales recommandations



Les besoins en nutriments et les applications de nutriments au Manitoba varient considérablement et nécessitent un échantillonnage du sol et du fumier pour garantir que la bonne quantité de nutriments est appliquée.

- L'application d'azote synthétique offre l'avantage d'être immédiatement disponible pour les plantes, mais comporte également le **risque** de pertes plus élevées dues à la dénitrification ou à la volatilisation, et d'autres risques comme le lessivage et le ruissellement.
- Il est plus difficile d'atteindre la suffisance en nutriments par l'épandage de fumier, mais l'épandage de fumier peut **réduire** les pertes de nutriments par ruissellement et **contribuer** au développement du C organique du sol.
- L'expansion de la production de porcs et de bovins peut fournir du fumier supplémentaire, réduisant ainsi l'application de N et P. Il serait possible de créer une synergie entre les résultats économiques, environnementaux et sociaux.
- Les nutriments peuvent devenir rares ou plus chers à l'avenir, comme dans le cas du P. L'utilisation du fumier pour réduire la dépendance au P synthétique peut créer une synergie importante, mais il faut veiller à éviter la surapplication de P lorsque l'application du fumier est optimisée pour répondre aux besoins des plantes en N.

Principales recommandations



Les recommandations découlant de l'évaluation sont éclairées à la fois par les résultats de la modélisation et par des dialogues soutenus avec des experts locaux.

- La prestation supplémentaire de services de renseignements climatiques aux agriculteurs pourrait contribuer à réduire les pertes d'azote. Comme la dénitrification se produit particulièrement dans les sols gorgés d'eau, des renseignements supplémentaires sur l'humidité du sol et les précipitations attendues pourraient aider à améliorer les programmes de fertilisation afin de **réduire** les pertes d'engrais et donc l'application requise.
- L'intégration de la production de récoltes et de l'élevage permet le recyclage des nutriments du bétail dans les sols utilisés pour les approches d'agriculture intégrée, ce qui permet de **réduire** les apports d'engrais synthétiques.
- L'utilisation de pratiques de gestion durable des terres, comme les systèmes de culture intercalaire et de travail du sol, contribue à l'**ajout et à la rétention** de nutriments dans le système. Cependant, l'ordre et le calendrier des rotations sont cruciaux pour la gestion des nutriments des cultures.

Sources des images



https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en

<https://ostara.com/about/>

<http://digitalcollection.gov.mb.ca/awweb/pdfopener?smd=1&did=18297&md=1>

Fischesser, B. et Dupuis-Tate, M.-F. (1996). Le guide illustré de l'écologie. La Martinière.

Triple Green Products. (s.d.). Grain Drying. <https://www.triplegreenproducts.com/grain-drying/>

Water2REturn. (15 février 2018). Water2REturn - REcovery & REcycling of nutrients TURNing wasteWATER into added-value products.

<https://www.youtube.com/watch?v=7oxln8YhocQ>

https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en

<https://ostara.com/about/>

<http://digitalcollection.gov.mb.ca/awweb/pdfopener?smd=1&did=18297&md=1>

Fischesser, B. et Dupuis-Tate, M.-F. (1996). Le guide illustré de l'écologie. La Martinière.

Triple Green Products. (s.d.). Grain Drying. <https://www.triplegreenproducts.com/grain-drying/>

Water2REturn. (15 février 2018). Water2REturn - REcovery & REcycling of nutrients TURNing wasteWATER into added-value products.

<https://www.youtube.com/watch?v=7oxln8YhocQ>

<https://bim-bg.com/en/environment-and-circular-economy/>