



Une Approach Systémique de la Production Agricole Biologique

Dr. Martin Entz, Département des sciences
végétales, Université du Manitoba



Une approche systémique de la production agricole biologique

Cette formation a été élaborée et dispensée par le Dr Martin Entz, Ph.D., Département des sciences végétales, Université du Manitoba. Le matériel est destiné à inciter les lecteurs à :

- évaluer de manière critique leurs ressources agricoles;
- cartographier leur exploitation agricole afin de mieux visualiser la ferme comme un système incluant les nombreux branchements ; et
- renforcer leur capacité d'apprentissage adaptatif.

Le matériel comprend également les motivations et les processus de transition et d'intégration culture-élevage en tant qu'outil de production durable.

Les informations sur ces pratiques de production spécifiques complètent la pensée systémique. Ce matériel écrit est destiné à être utilisé conjointement avec les quatre (4) présentations enregistrées :

- Leçon 1 : Une approche systémique de la production agricole biologique – Aperçu
- Leçon 2 : Faire le point sur les ressources agricoles et les processus de planification
- Leçon 3 : Systèmes d'apprentissage pour l'agriculture biologique
- Leçon 4 : Planification globale de l'exploitation agricole avec intégration culture-élevage

Une formation sur l'approche systémique de la production agricole biologique a été élaborée dans le cadre de la Stratégie canadienne sur les ingrédients biologiques du Prairie Organic Development Fund.

**La Stratégie Canadienne des Ingrédients Biologiques
a été financée par :**

 PARTENARIAT
CANADIEN pour
l'AGRICULTURE





Table des matières

Une approche systémique de la production agricole biologique ...	2
Chapitre 1. Introduction à l'agriculture biologique	3
Chapitre 2. Inventaire des ressources agricoles comme moyen d'optimiser la production biologique	6
Chapitre 3. Processus de planification	14
Chapitre 4. Systèmes d'apprentissage en agriculture biologique	23
Chapitre 5. Transition vers l'agriculture biologique.....	32
Chapitre 6. Planification de l'exploitation avec intégration des productions animale et végétale	38
Chapitre 7. Agronomie de l'agriculture biologique	54
Remerciements et crédits	55

Une approche systémique de la production agricole biologique

Martin Entz, Ph. D., Département des sciences végétales, Université du Manitoba

Introduction

« L'agriculture connaît une profonde révolution qui rivalise avec la révolution industrielle du 19^e siècle et la révolution verte du 20^e siècle. Les révolutions passées ont transformé des systèmes de production jusqu'alors essentiellement tributaires de ressources locales et de marchés locaux en des systèmes plus complexes de haut niveau technologique. Au fil du temps, ces systèmes sont devenus de plus grands consommateurs de combustibles fossiles, ont vu diminuer leur rendement par unité d'intrant énergétique et se sont adaptés au contexte de la mondialisation. Pour certains, les bouleversements frappant le monde agricole actuel ne se définissent que par les technologies utilisant la transgénèse végétale ou permettant d'obtenir des données spatiales grâce à la localisation GPS. Pourtant, un changement plus profond s'opère actuellement, en particulier à l'échelle locale – un changement qui émerge de la reconnaissance du fait que la résilience et la durabilité des systèmes écologiques et naturels ont beaucoup à apprendre à l'agriculture moderne. Les systèmes de production biologique sont l'une des manifestations de cette nouvelle prise de conscience ». [TRADUCTION]
Charles Francis, professeur à l'Université du Nebraska.

Dans le document publié par le gouvernement canadien et intitulé [Systèmes de production biologique – Principes généraux et normes de gestion](#), on décrit la production biologique comme étant « un système de gestion holistique qui vise à maximiser la productivité et à favoriser la santé de diverses communautés agroécosystémiques, notamment les organismes du sol, les végétaux, les animaux et les êtres humains. Le but premier de la production biologique est de développer des exploitations durables et respectueuses de l'environnement. »

La présente publication reflète certains des principes holistiques auxquels adhèrent Charles Francis et l'Office des normes générales du Canada. Certains de ses chapitres invitent les producteurs à évaluer de manière critique les ressources dont ils disposent, à cartographier leur exploitation afin de mieux la voir comme un système d'interconnexions et à renforcer leur capacité d'apprentissage adaptatif. D'autres chapitres traitent de facteurs de motivation, de modèles de transition et d'outils de production durables reposant sur l'intégration de productions animale et végétale. Un complément d'information sur des pratiques de production en particulier vient compléter la réflexion sur les systèmes, et le chapitre 7 présente les ressources bibliographiques utilisées par l'auteur.

Chapitre 1. Introduction à l'agriculture biologique

Portrait de l'agriculture biologique au Canada

Le secteur de l'agriculture biologique a pris de l'expansion partout sur la planète : il y avait plus de 50,9 millions d'hectares cultivés dans le monde en 2015 contre seulement 11 millions en 1999 (augmentation de 360 %; FiBLIFOAM, 2017). Le nombre de producteurs biologiques au Canada a également augmenté. Après une croissance modeste mais continue de 1980 à 2008, le nombre d'exploitations biologiques a stagné en 2008 en raison de la crise financière mondiale qui a sévi cette année-là. Au cours des quatre années qui ont suivi cette crise (2008 à 2013), le nombre d'exploitations biologiques a légèrement diminué mais, depuis 2014, il est de nouveau à la hausse : le pays compte aujourd'hui plus de 5 500 exploitations biologiques certifiées.

Histoire de l'agriculture biologique au Canada et dans le monde

L'information qui suit est directement tirée de la [Bibliothèque du Parlement – Publications de recherche – L'agriculture biologique au Canada](#). Selon Helga Willer et Julia Lernoud de l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), le concept d'« agriculture naturelle » apparaît dès la fin du XIX^e siècle en Allemagne et en Suisse. Ce modèle prône notamment le retour à la terre, l'emploi limité de la machinerie et la couverture permanente du sol. En raison de leurs convictions végétariennes, les tenants de l'agriculture naturelle limitaient également l'utilisation des animaux à la ferme, notamment des animaux de trait. En parallèle, l'Autrichien Rudolf Steiner a développé en 1924 l'agriculture biodynamique, qui proscrie également la machinerie et les engrais minéraux, et se fonde sur des principes ésotériques comme le respect des cycles lunaires dans les cultures. Au Royaume-Uni, la Soil Association est fondée en 1946 et représente l'une des premières organisations faisant la promotion de la conservation des sols avec des pratiques telles que les cultures sans labour, le maintien de couvertures végétales sur les sols et la rotation des cultures. Enfin, aux États-Unis, l'érosion importante des sols dans la région des Prairies qui a sévi dans les années 1930, causée notamment par le labour intensif, conduit à l'émergence d'organismes similaires comme les Friends of the Land qui promeuvent des solutions de remplacement au labour, comme l'utilisation de compost sur les cultures.

Jusque dans les années 1970, ces différentes écoles de pensée opéraient de manière largement indépendante et l'utilisation et la définition du concept d'agriculture biologique variaient d'un organisme à l'autre. À l'initiative d'associations représentant ces différents courants de pensée, la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM) est créée en 1972 afin de consolider le mouvement biologique. L'organisme compte aujourd'hui plus de 750 organisations membres, parmi lesquelles se trouvent des associations de producteurs, de transformateurs et de consommateurs, des instituts de recherche et des entreprises privées, répartis dans plus de 100 pays.

Au Canada, l'histoire de l'agriculture biologique reflète ces évolutions à l'échelle mondiale. La Canadian Organic Soil Association est fondée en 1953. Cette organisation faisait la promotion des pratiques de conservation des sols et de biodynamie dans tout le pays dans les années 1960. Dans les années 1970, l'Université McGill a mis sur pied le programme intitulé « Projets pour une agriculture écologique », qui devient alors un important centre d'information pour les acteurs de la filière. Les premiers organismes de certification sont apparus dans les années 1980. Cette institutionnalisation est parachevée avec la mise en place des Normes canadiennes sur la culture biologique en 1999 et d'une réglementation qui rend le respect de normes obligatoire pour les produits destinés à la vente en 2009.

Principes généraux de l'agriculture biologique

« **Le principe de la santé** – L'agriculture biologique devrait soutenir et améliorer la santé des sols, des plantes, des animaux, des hommes et de la planète, comme étant une et indivisible.

Le principe d'écologie – L'agriculture biologique devrait être basée sur les cycles et les systèmes écologiques vivants, s'accorder avec eux, les imiter et les aider à se maintenir.

Le principe d'équité – L'agriculture biologique devrait se construire sur des relations qui assurent l'équité par rapport à l'environnement commun et aux opportunités de la vie.

Le principe de précaution – L'agriculture biologique devrait être conduite de manière prudente et responsable afin de protéger la santé et le bien-être des générations actuelles et futures ainsi que l'environnement. » inspection.canada.ca/produits-biologiques/normes/fra/1300368619837/1300368673172

Recherche de longue durée sur la production biologique au Canada menée au Centre de recherche Glenlea

Un essai de longue durée est mené sur des parcelles de production biologique au Centre de recherche Glenlea de l'Université du Manitoba depuis 1992 et continue de fournir des données importantes aux producteurs et aux agronomes. Pour en apprendre davantage sur cet essai, veuillez consulter la [chaîne YouTube du ministère de l'Agriculture du gouvernement du Manitoba](#) (en anglais seulement).

Welcome to the Glenlea Study

Canada's oldest organic-conventional cropping comparison study

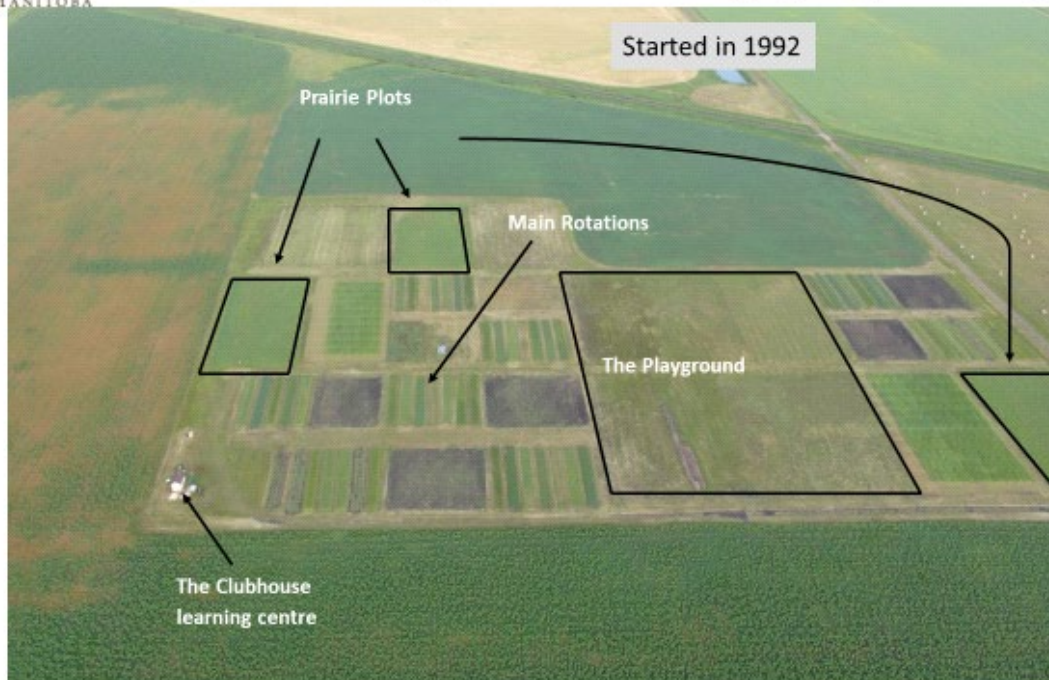
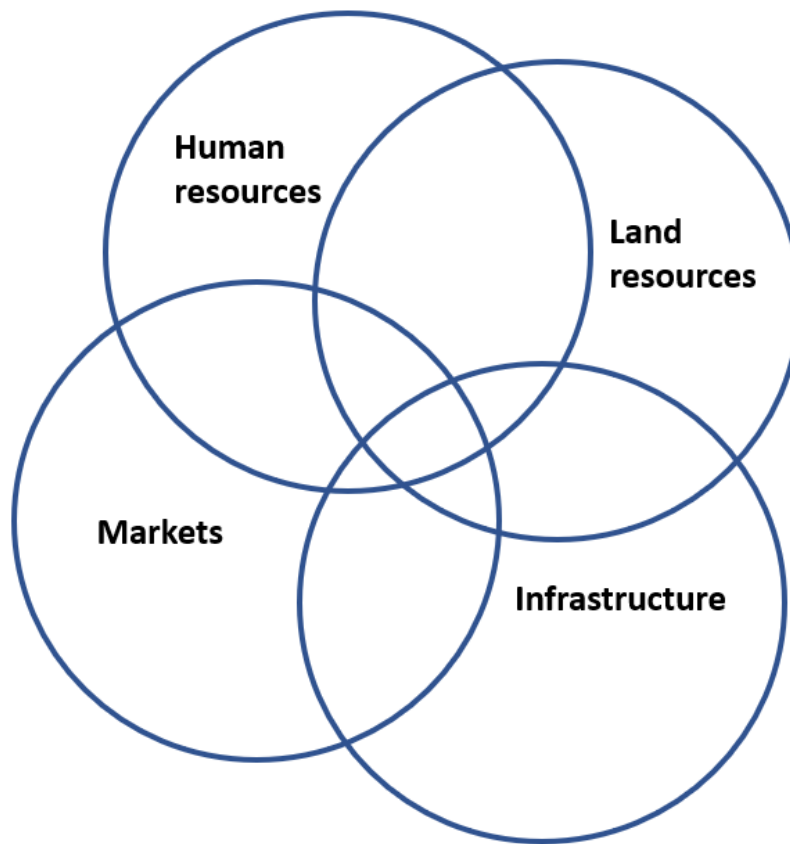


Photo credit: Gary Martens

Portrait de l'essai mené au Centre de recherche Glenlea

Chapitre 2. Inventaire des ressources agricoles comme moyen d'optimiser la production biologique

L'inventaire des ressources agricoles est une étape importante de tout processus de planification à long terme. Ces ressources comprennent notamment la terre, le capital, les gens, les machines, les connaissances.



Ressources humaines, Ressources pédo-logiques, Marchés, Infrastructure

Ressources humaines

Pour réussir en agriculture, il faut posséder de nombreuses compétences, les trois principales étant celles-ci : 1) compétences en matière de production; 2) compétences en matière de commercialisation; 3) compétences en matière de gestion financière. Ernesto, un Argentin travaillant dans une région rurale d'Australie, m'a fait comprendre qu'il est extrêmement rare qu'une personne possède ces trois compétences. Il importe alors que vous déterminiez quels sont vos points forts et que vous trouviez une personne qui pourra vous aider dans des domaines où vous avez des faiblesses. Vous pourriez déléguer des tâches à un membre de

votre famille proche ayant des compétences complémentaires aux vôtres ou vous tourner vers un membre de votre « famille agricole ».

Le concept de « famille agricole » a été inventé par une communauté de producteurs et d'ouvriers agricoles de l'ouest du Manitoba. Il désigne des membres d'une famille proche, des travailleurs à temps plein, des travailleurs saisonniers, des travailleurs à temps partiel et des membres d'une famille élargie propriétaires d'une partie des terres cultivées ou appelés en renfort pendant les périodes de pointe comme la récolte ou le vêlage. Le concept peut aussi englober des planificateurs financiers, des comptables, des experts juridiques. Il importe que vous preniez le temps de connaître les compétences et les intérêts de chacun des membres de votre « famille agricole ».

La part de femmes qui s'établissent en agriculture au Canada est d'environ 30 %. Pourtant, le sexisme est une menace bien présente dans les communautés agricoles où les femmes dirigent ou codirigent des exploitations. Un article publié dans [La conversation](#) (en anglais seulement) donne des idées sur la manière de lutter contre le sexisme auquel font face les productrices.

Ressources pédologiques

L'inventaire de vos terres et de vos ressources pédologiques est une autre étape importante du processus de planification d'une exploitation agricole. « L'Inventaire des terres du Canada est un inventaire complet et pluridisciplinaire des régions rurales du Canada, couvrant plus de 2,5 millions de kilomètres carrés de terres et d'eau. On a cartographié le potentiel des terres pour l'agriculture, la foresterie, les loisirs, la faune (les ongulés et la sauvagine). Plus de 1000 feuilles de carte à l'échelle de 1/250 000 ont été créées dans les années 1960 et 1970 et au début des années 1980. Même si l'information n'est pas récente et même s'il existe de meilleurs renseignements pour certaines régions, les interprétations sont encore valides dans une large mesure, et de nombreuses administrations les utilisent encore pour planifier l'utilisation des terres. Sept [classes](#) sont utilisées pour coter le potentiel agricole des terres. Les terres de la classe 1 ont la cote la plus élevée et celles de la classe 7 offrent les plus faibles possibilités pour soutenir des activités agricoles. Des sous-classes servent à identifier des facteurs de limitation précis pour chaque classe. Pour plus d'information sur les classes de l'Inventaire des terres du Canada, consultez l'[aperçu de la méthodologie de classification](#). » Des cartes détaillées sont accessibles pour chaque région du Canada. Cliquez [ici](#) pour afficher une liste de cartes qui vous aideront à déterminer le type de sol de votre ferme.

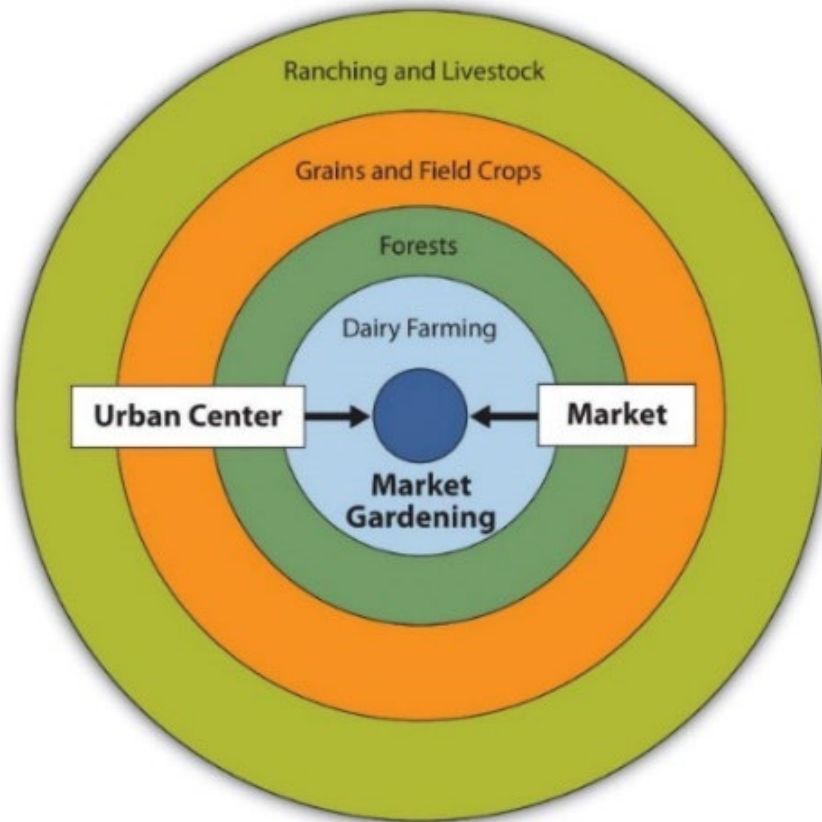
Pour la plupart des provinces, on a établi des cartes pédologiques plus détaillées qui fournissent des données supplémentaires telles que le risque de salinité, le risque de sécheresse et d'inondation, etc.

Province/territoire	Information sur les études pédologiques
Yukon	sis.agr.gc.ca/siscan/publications/surveys/yt/yts174/index.html
Territoires-du-Nord-Ouest et Nunavut	sis.agr.gc.ca/siscan/publications/surveys/nt/index.html
Colombie-Britannique	www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/agricultural-land-and-environment/soil-nutrients/mapping-and-classification (en anglais seulement)
Alberta	open.alberta.ca/publications/ss-22 (en anglais seulement)
Saskatchewan	sis.agr.gc.ca/siscan/publications/surveys/sk/index.html#DSS
Manitoba	www.gov.mb.ca/agriculture/soil/soil-survey/importance-of-soil-survey-mb.html#detailed (en anglais seulement)
Ontario	geohub.lio.gov.on.ca/datasets/ontarioca11::soil-survey-complex/explore?location=47.937243%2C-60.208957%2C2.34 (en anglais seulement)
Québec	www.irda.qc.ca/fr/services/protection-ressources/sante-sols/information-sols/etudes-pedologiques
Maritimes	openpress.usask.ca/soilscience/Chapitre/soils-of-the-atlantic-provinces (en anglais seulement)

Marchés

L'emplacement physique d'une exploitation agricole commerciale est un facteur qui mérite d'être pris en considération. Une question particulièrement importante est celle de l'emplacement de l'exploitation par rapport aux marchés. L'endroit où se situe une ferme peut parfois influencer sur ce qui peut y être produit avec succès et de manière rentable.

En 1826, Von Thunen a conçu un modèle d'utilisation concentrique des terres agricoles qui peut encore être utilisé (dans une certaine mesure) aujourd'hui. Ce modèle a d'abord été appliqué pour l'analyse des modes d'utilisation des terres agricoles dans l'Allemagne du XIX^e siècle. L'hypothèse principale du modèle de Von Thunen est que l'utilisation des terres agricoles forme des cercles concentriques autour d'un marché central. Le marché consomme tous les surplus de production qui y sont transportés depuis les zones rurales.



Maraîchage

Lorsque le modèle a été conçu il y a 200 ans, les producteurs n'avaient pas accès aux systèmes de transport et de réfrigération d'aujourd'hui. Les légumes et les produits animaux étaient donc produits à proximité du centre urbain (c'est-à-dire du marché). Les légumes et le lait sont encombrants et se gâtent facilement. Les céréales, en revanche, peuvent être stockées pendant de longues périodes et peuvent donc être apportées au marché à tout moment. Les troupeaux de bovins, de moutons et d'autres herbivores peuvent être conduits jusqu'aux abattoirs situés à proximité du marché. Certaines réalités de cet ancien modèle d'utilisation des terres s'appliquent toujours et peuvent jouer un rôle dans la planification de l'utilisation des terres et des exploitations agricoles.

Bien que les principes énoncés par Von Thunen ne soient plus d'actualité, nous pouvons toujours en tirer des leçons. Ces principes nous amènent à tenir compte de la distance entre la ferme et le marché et du coût d'expédition des produits sur de longues distances. Ainsi, les kilomètres-assiettes sont devenus un facteur important dans les décisions d'achat des consommateurs. Une analyse de Kissinger (2012) illustre (figure ci-dessous) les émissions de CO₂ liées aux kilomètres-assiettes au Canada par groupe d'aliments. La figure montre clairement qu'une production plus locale de fruits et légumes aurait une incidence importante sur la réduction des émissions de CO₂.

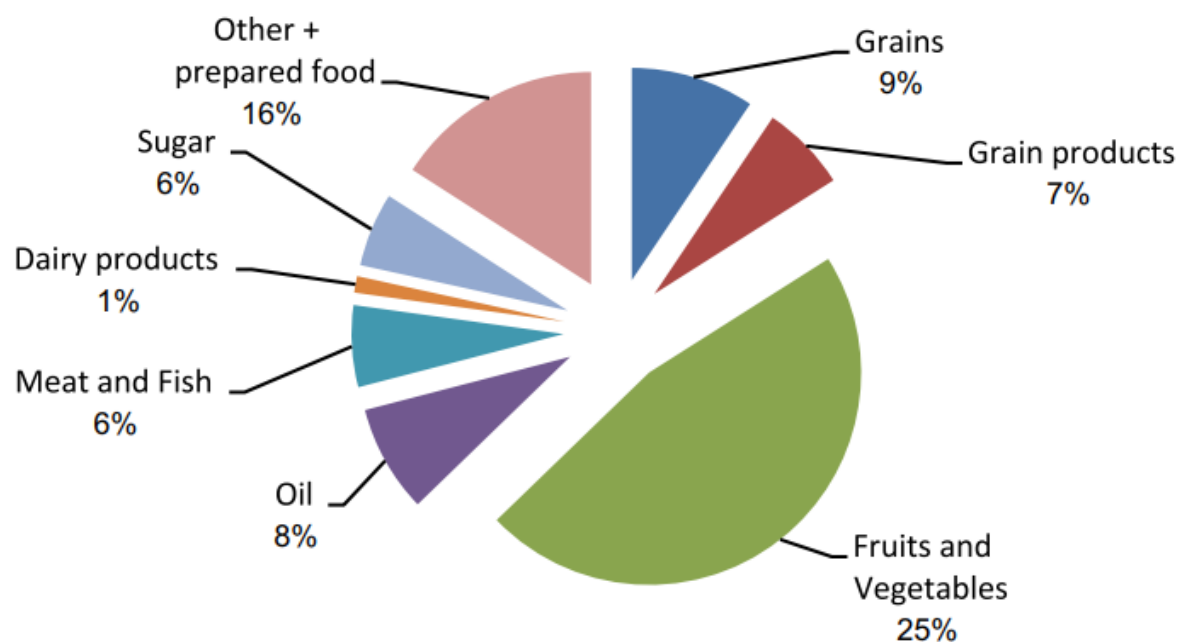


Fig. 1. Canada's food miles related CO₂ emissions by specific food group.

Figure 1. Émissions de CO₂ liées aux kilomètres-assiettes au Canada, par groupe d'aliments

Infrastructures

Les infrastructures à prendre en considération sont les systèmes d'approvisionnement en eau, les routes, les sources d'électricité triphasée, les machines agricoles appartenant à l'exploitant, les étables et les aires d'alimentation, les installations d'entreposage des récoltes, etc. La cartographie des infrastructures peut aider le producteur à planifier de nouveaux achats. En effet, de nouvelles machines sont maintenant offertes sur le marché pour la production biologique, et les pièces d'équipement utilisées en production classique sont moins utiles pour la production biologique (comme les pulvérisateurs de grandes cultures).



Dispositif de semis pour céréales à petits grains et cultures de couverture, Ontario

Inventaire tenant compte des caractéristiques propres à chaque ferme

Chaque exploitation agricole est unique. Même les exploitations avec des sols, des conditions climatiques, des cultures et des infrastructures similaires peuvent être différentes sur le plan social. Ainsi, une exploitation peut se démarquer par la plage d'âges des membres de « famille agricole » et une autre peut posséder une structure de gouvernance dans laquelle tous ses membres, même ceux qui ne participent pas activement aux activités quotidiennes, détiennent des parts.

L'une des façons de personnaliser l'exploitation agricole est de concevoir une carte heuristique ou une carte mentale. Dessinée à la main ou générée par ordinateur, une carte heuristique est utilisée pour représenter tous les éléments d'un système de production agricole. Elle décrit la structure et la fonction de base de l'exploitation et en relie les différentes parties. Par exemple, si on travaille beaucoup le sol pour lutter contre le chardon des champs, on peut établir un lien entre le travail du sol et les pratiques de conservation du sol employées pour atténuer les effets du travail du sol. Voici quelques conseils sur la conception d'une carte heuristique.

- Pour concevoir une carte heuristique, commencez par un thème central, puis entourez-le de thèmes connexes (Rhodes, 2021). Entourez ensuite ces thèmes de sous-thèmes connexes. Vous verrez parfois des recouvrements entre les sous-thèmes et constaterez que ceux-ci s'imbriquent les uns dans les autres comme le font les éléments d'un organigramme.
- Une bonne façon de voir une carte heuristique est de comparer celle-ci à un système planétaire, le soleil étant le point central autour duquel gravitent des planètes qui possèdent elles-mêmes leur propre lune.
- Certaines des personnes les plus intelligentes et les plus efficaces de l'histoire utilisaient régulièrement des cartes heuristiques. De Vinci utilisait ces cartes pour prendre des notes. Albert Einstein, qui en était aussi un fervent utilisateur, rejetait de nombreux modes de pensée linéaires, numériques et même verbaux. Selon Einstein, l'imagination n'a pas de limite et est donc plus importante que la connaissance. Les cartes heuristiques vous aideront à trouver des idées, puis à les organiser pour que vous puissiez mieux les comprendre, les diffuser, les enseigner, les communiquer et les utiliser.
- L'aspect le plus important des cartes heuristiques est qu'elles nous permettent de comprendre un thème dans son intégralité et d'en visualiser les éléments les plus importants d'un seul coup d'œil. Elles nous permettent également d'expliquer très simplement les choses à d'autres personnes. Lorsqu'un contenu est organisé et structuré, nous pouvons plus facilement le comprendre nous-mêmes et le faire comprendre aux autres. En fait, la carte heuristique nous pousse, voire nous force, à préciser notre pensée.
- Vous n'avez pas nécessairement besoin d'un programme informatique sophistiqué pour créer une carte heuristique. Vous pouvez en dessiner une très rapidement sur une

feuille de papier ordinaire. Toutefois, vous trouverez [ici](#) des programmes informatiques facilitant la création de cartes heuristiques.

- En déplaçant les thèmes et sous-thèmes d'une carte heuristique, vous ouvrez de nouvelles portes à votre créativité.

Vous trouverez ci-dessous deux cartes heuristiques que des étudiants ont créées après avoir visité des exploitations agricoles biologiques (figures 1 et 2). La troisième carte heuristique (figure 3) représente l'écosystème de gestion de la folle avoine dans un système de production biologique.

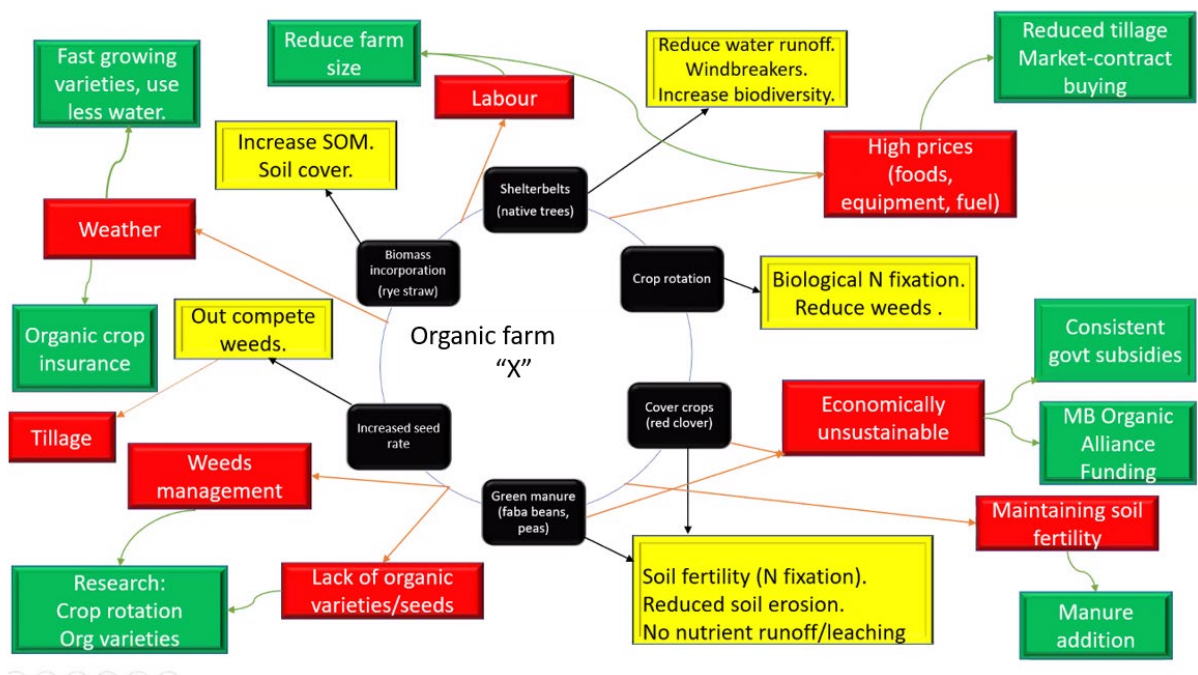


Figure 1. Carte heuristique d'une exploitation céréalière biologique au Manitoba. Les couleurs permettent de distinguer les facteurs positifs (vert) des facteurs négatifs (rouge). Auteur : Laetitia Mukungu, étudiante à la maîtrise es sciences, à l'Université du Manitoba.

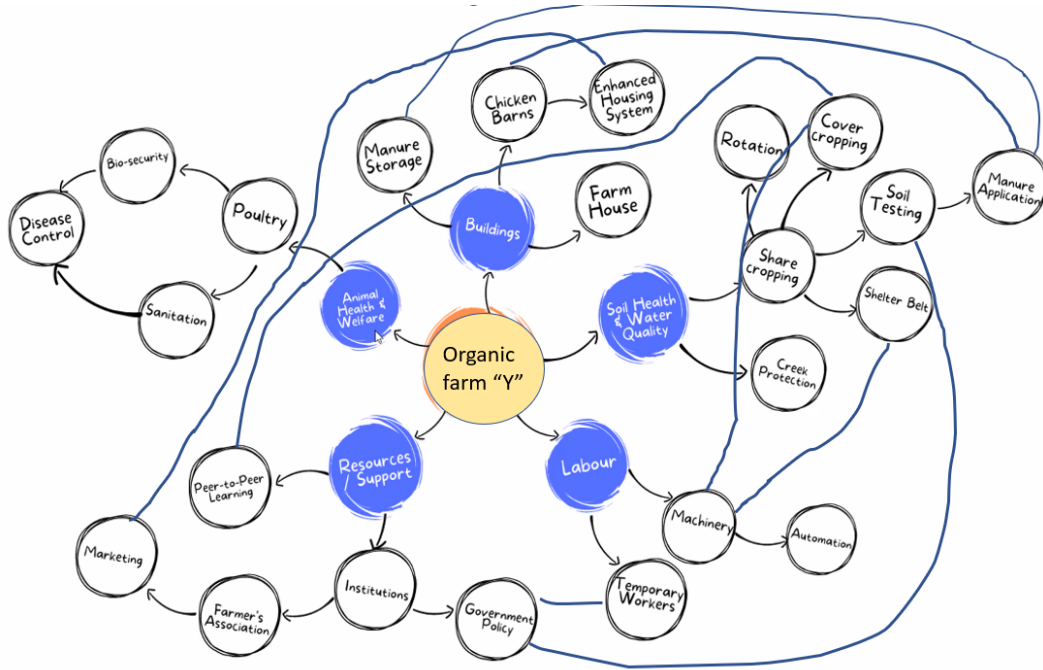


Figure 2. Carte heuristique d'une exploitation biologique intégrant la production céréalière et l'élevage, en Ontario.

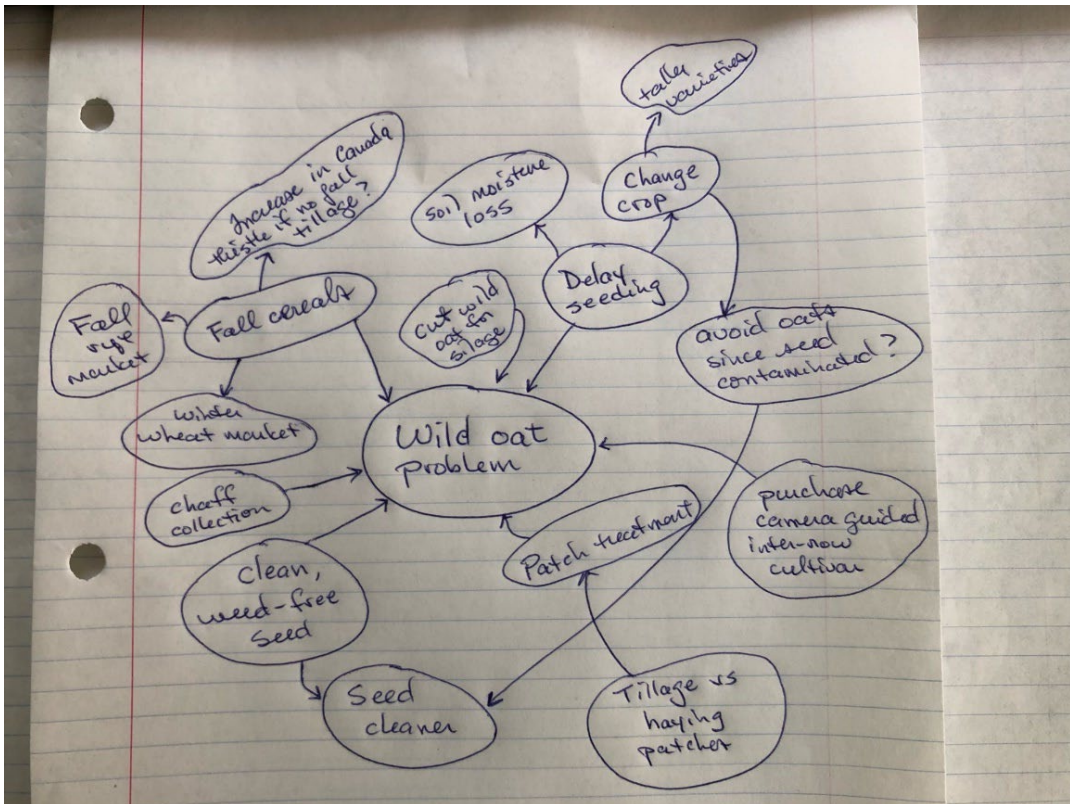


Figure 3. Carte heuristique axée sur la gestion de la folle avoine dans un système de production biologique de céréales.

Chapitre 3. Processus de planification

« Nous ne planifions pas l'échec, mais nous échouons parfois à planifier. »

Planification agronomique

Si des outils de planification en matière d'agriculture biologique sont largement accessibles, c'est grâce au travail acharné de fonctionnaires, du personnel d'organismes non gouvernementaux et de producteurs travaillant ensemble à renforcer le secteur de la production biologique. Au Canada, l'organisme Cultivons biologique Canada adopte une approche nationale de l'agriculture biologique et met à la disposition de tous un riche ensemble de ressources accessible sur cette [page](#). Une des premières étapes importantes du processus de planification est de prendre conscience de l'existence des ressources à votre disposition.

Notre pays est vaste, et ses régions sont diversifiées. C'est pourquoi l'accès à des ressources de planification propres à chaque région est si important. Dans les Prairies, par exemple, des ressources de planification sont accessibles (en anglais seulement) sur les sites Web suivants : [Manitoba Organic Alliance](#) (Manitoba), [SaskOrganics](#) (Saskatchewan) et [Organic Alberta](#) (Alberta). Certains producteurs biologiques trouvent utile de suivre une formation en gestion holistique. Vous obtiendrez des renseignements à ce sujet auprès de nombreux centres de gestion holistique tels que [Holistic Management International](#) (en anglais seulement).

Établissement d'objectifs

L'établissement d'objectifs est un aspect important pour toute entreprise commerciale. C'est un point sur lequel vous pourriez avoir besoin de l'aide d'un professionnel. Vous obtiendrez une excellente vue d'ensemble des étapes à suivre pour obtenir la certification biologique sur le site de la [Manitoba Organic Alliance](#) (en anglais seulement). N'oubliez pas d'apporter la carte heuristique de votre exploitation à toute séance de planification, car cette carte vous aidera à adapter votre planification aux caractéristiques de votre exploitation.

Planification du paysage

Nous avons abordé précédemment la question des ressources pédologiques propres à votre exploitation, mais qu'en est-il des autres caractéristiques de votre paysage? Réfléchissez à la manière dont vous pourriez gérer ou créer des haies brise-vent, des prairies naturelles, des boisés ou des zones humides (figure 4) à l'intérieur d'espaces non cultivés de votre exploitation. Les « biens et services écologiques » contribuent de plus en plus au revenu agricole, et une plus grande diversité peut améliorer les résultats nets d'une exploitation.



Fig. 20.10 This small farm in Morocco demonstrates how agroecological practices can convert a barren landscape into a diverse and productive organic farm. (Photo credit: A. M. Hammermeister)

Figure 4. À gauche : Bandes de graminées et structure de nidification de rapaces dans une ferme biologique du Montana. Références photographiques : vilicusfarms.com. À droite : Concept de diversité végétale employé pour transformer un paysage aride en une ferme biologique productive dans les zones arides du Maroc. Références photographiques : Andy Hammermeister.

Planification de la rotation des cultures

La rotation des cultures est l'un des outils les plus importants et les plus puissants dont disposent les producteurs biologiques. Le type de rotation peut varier selon que vous êtes un producteur souhaitant passer de l'agriculture classique à l'agriculture biologique ou démarrer une nouvelle exploitation. Si vous convertissez une exploitation, vous devez vous demander quelles sont, parmi vos cultures, celles qui peuvent passer facilement à la production biologique. Pour le blé, l'avoine, le pois, le soja et les fourrages, la conversion peut se faire assez facilement. Cependant, vous devrez sans doute retirer de votre système agricole d'autres cultures sensibles à la contamination transgénique comme le canola. Le maïs, bien qu'il soit également sensible à la contamination transgénique, est produit biologiquement avec succès à proximité de champs de maïs classiques dans des endroits comme le Minnesota. Vous devrez trouver des sources de semences approuvées pour l'agriculture biologique pour toutes vos cultures et porter une attention particulière aux exigences en matière de zones tampons. Si vous passez à la production biologique de maïs et de soja, vous devrez vous procurer des semences variétales ou hybrides non génétiquement modifiées. [Agriculture Manitoba](#) a préparé un résumé de certaines des étapes à suivre par les producteurs biologiques débutants.

Le tableau 1 présente quelques exemples de rotations utilisées par des exploitations biologiques au Canada. La durée de la rotation varie de 3 à 7 ans. Bien que la rotation du Québec ne soit que de 3 ans, elle comprend au moins cinq espèces cultivées (soja, blé, maïs, cultures commerciales et plusieurs cultures de couverture). Difficile à produire dans les Prairies où on trouve un grand nombre de cultures génétiquement modifiées, le canola biologique est

inclus dans la rotation de la ferme biologique située dans une région de l'Ontario où le canola génétiquement modifié se fait beaucoup plus rare.

Tableau 1. Rotations types dans les exploitations biologiques canadiennes					
<i>Sud-est de la Saskatchewan</i>	<i>Alberta</i>	<i>Manitoba</i>	<i>Île-du-Prince-Édouard</i>	<i>Ontario</i>	<i>Québec</i>
<i>Luzerne (3 ans)</i>	<i>Engrais verts (céréales/légumineuses)</i>	<i>Culture d'engrais verts (en pâturage)</i>	<i>Culture d'engrais verts (trèfle des prés)</i>	<i>Légumineuses/graminées fourragères (3 ans)</i>	<i>Soja</i>
<i>Chanvre</i>	<i>Seigle d'automne</i>	<i>Blé ou lin</i>	<i>Blé de printemps</i>	<i>Canola d'hiver</i>	<i>Blé d'hiver/culture de couverture de pois ou de trèfle</i>
<i>Lin (contre-ensemencé de luzerne)</i>	<i>Culture intercalaire pois/avoine (pour alimentation humaine)</i>	<i>Lentille ou pois</i>	<i>Soja</i>	<i>Épeautre</i>	<i>Maïs (ensemencement sous abri de ray-grass)</i>
<i>ou</i>	<i>Engrais verts (céréales/légumineuses)</i>	<i>Foin de luzerne (2 ans)</i>	<i>Culture intercalaire pois/orge</i>	<i>Soja</i>	
<i>Culture d'engrais verts (an 1)</i>	<i>Blé de printemps</i>	<i>Blé ou lin</i>	<i>Avoine contre-ensemencée de trèfle des prés</i>	<i>Avoine/pois cultivé pour le grain</i>	
<i>Blé de printemps (an 2)</i>	<i>Culture intercalaire pois/orge (pour alimentation animale)</i>	<i>Avoine</i>			
<i>Deux rotations différentes; le choix est fait en fonction des sols</i>	<i>Culture d'engrais verts tous les trois ans</i>	<i>Grande diversité – Intégration d'animaux d'élevage dans la rotation</i>	<i>Diversité d'espèces de légumineuses</i>	<i>Céréales d'hiver et de printemps</i>	<i>Fumier utilisé pour fournir un apport en azote</i>

La dernière ligne du tableau (ligne inférieure en rouge) décrit une caractéristique de chaque rotation contribuant à rendre l'exploitation biologique plus durable. Chaque exploitation a une stratégie qui lui est propre. Ainsi, la ferme de l'Île-du-Prince-Édouard utilise une diversité d'espèces de légumineuses, une stratégie qui lui permet de réduire l'incidence des maladies racinaires des légumineuses. L'exploitation de l'Alberta ajoute une culture d'engrais verts de pleine saison tous les trois ans dans la rotation. Ces cultures d'engrais verts ne fournissent pas un revenu immédiat l'année-là où elles sont incluses dans la rotation, mais les producteurs de l'Alberta estiment que leur utilisation fréquente rend l'ensemble de la rotation plus rentable et plus durable. Étant donné que l'augmentation du prix des terres fait qu'il est plus difficile de retirer des terres de la production pendant une année entière, les producteurs des Prairies envisagent de recourir aux cultures de couverture de légumineuses en intersaison pour ajouter de l'azote au système.

Incidence de l'augmentation de la valeur des terres agricoles sur les choix en matière de rotation

L'augmentation du coût des terres agricoles au Canada a contraint les producteurs biologiques à optimiser leurs pratiques en passant, par exemple, de cultures de couverture de légumineuses régénératrices du sol de pleine saison (qui ne produisent aucun revenu pendant une année) aux cultures de couverture et intercalaires en intersaison. La figure 5 montre à quel point, en 2023, une culture d'avoine en rotation avec une culture de couverture d'engrais verts adéquate a été beaucoup plus productive qu'une culture d'avoine dans une rotation n'incluant pas une quantité suffisante de légumineuses. L'enjeu pour les producteurs biologiques est d'intégrer à leurs rotations rentables des éléments tels qu'un bon apport en azote. Les cultures de couverture d'intersaison sont largement utilisées dans les fermes biologiques de l'est du Canada et sont maintenant mises à l'essai dans les fermes biologiques des Prairies. Une autre façon d'établir un équilibre entre l'apport d'azote et la rentabilité est le broutage des cultures d'engrais verts de pleine saison.



Figure 5. Avoine cultivée dans un système intensif d'engrais verts de légumineuses (bas de la parcelle) vs avoine cultivée uniquement avec des céréales dans la rotation (haut de la parcelle). Essai de longue durée mené au Centre de recherche Glenlea, en juin 2023.

Collecte de données et tenue de registres

La tenue de registres est importante dans toute entreprise. Les producteurs biologiques devraient non seulement comptabiliser leurs dépenses et leurs revenus, mais aussi surveiller le rendement biologique de leurs systèmes agricoles. Les mesures recommandées sont des

analyses pédologiques, des bilans nutritifs ainsi que des évaluations de la santé des sols et du risque phytosanitaire.

Planification d'entreprise

Dans toute entreprise, il est important de connaître : 1) le coût d'une production; 2) la valeur marchande des produits mis en marché; 3) le risque lié à une production. Le ministère de l'Agriculture du Manitoba a préparé des calculs du coût de production pour diverses cultures biologiques. Ces calculs qui sont présentés [ici](#) (en anglais seulement). La détermination du prix des cultures biologiques est plus facile qu'auparavant. Le site Web [OrganicBiz](#) (en anglais seulement) publie régulièrement les prix courants des cultures biologiques tout au long de l'année. La variabilité du revenu est un facteur dans la détermination du risque associé à une culture ou à une entreprise particulière. Les études menées au Centre de recherche Glenlea ont montré que les rendements des cultures biologiques variaient davantage que ceux des cultures classiques, mais que les exploitations biologiques pouvaient réduire la variabilité de leurs revenus en effectuant une bonne rotation des cultures et en portant attention à la gestion des éléments nutritifs.

Des recherches menées à Indian Head (Saskatchewan) ont permis de comparer une rotation blé-blé-jachère (monoculture) à une rotation de trois ans luzerne-jachère-blé-blé (système intégré de cultures fourragères et céréalières) sur une période de 30 ans (figure 6). Alors que le revenu net était similaire pour les deux systèmes, la variabilité du revenu, ou le risque financier, était beaucoup plus faible pour le système intégré de rotation. L'autre facteur pris en considération dans l'analyse est l'assurance-récolte (les carrés représentent les cultures protégées par une assurance-récolte universelle, et les cercles représentent celles qui ne sont pas protégées). Les résultats montrent que la rotation réduit plus efficacement la variabilité du revenu que l'assurance-récolte. Ils montrent également que le système intégré a obtenu des résultats économiques se rapprochant de la frontière d'efficacité – un seuil correspondant au meilleur rendement qu'une entreprise peut obtenir.

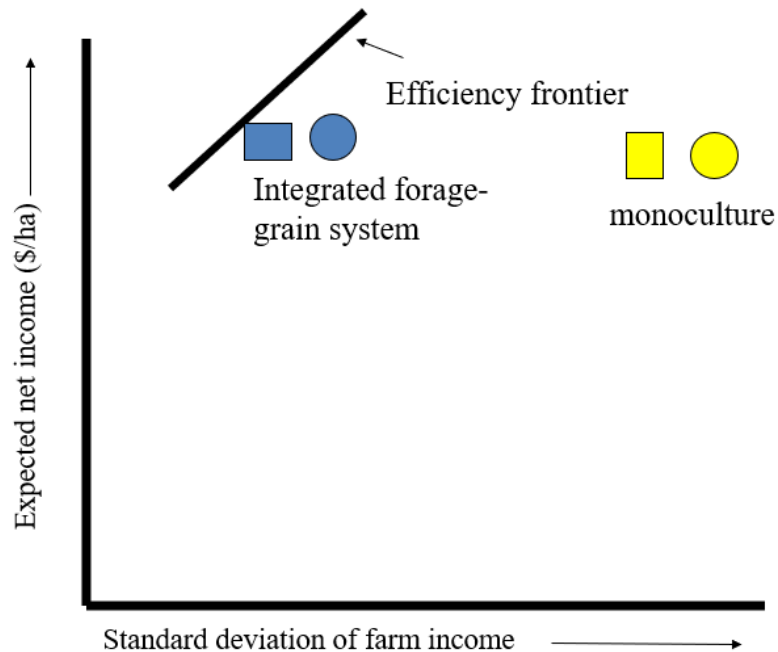


Figure 6. Rendement économique de deux rotations de cultures sur une période de 30 ans (Zentner *dans* Campbell *et al.*, 1990). La frontière d'efficacité représente la limite à laquelle se situe le meilleur rendement qu'on peut obtenir.

Commercialisation des produits biologiques

Les producteurs biologiques utilisent un large éventail de méthodes de commercialisation. La commercialisation directe est utilisée par les nombreux producteurs de fruits et légumes qui écoulent leurs produits dans les marchés fermiers ou qui adoptent le modèle d'agriculture soutenue par la collectivité, un modèle également utilisé par certains producteurs de céréales.

Les marchés fermiers prennent de l'expansion. Selon les estimations, les retombées économiques des marchés fermiers au Manitoba, qui avaient pratiquement disparu du Manitoba il y a 30 ans, ont atteint un total de 134 M\$ en 2022. Le client moyen dépense 46,44 \$ à chaque visite au marché, et il y achète une variété de produits tels que des viandes, des céréales, des légumes, des fruits, des fleurs coupées. Il existe de nombreux autres modèles de commercialisation directe des produits de la ferme. La coopérative [Direct Farm Manitoba](#) (en anglais seulement) en est un exemple.

Lorsqu'il s'agit de commercialiser des céréales biologiques, la qualité est récemment devenue le principal argument de vente. Voici un [balado](#) où l'on entend des producteurs et des acheteurs de céréales discuter de la manière de produire des céréales de qualité constante.

Les webinaires présentés sur la chaîne YouTube de la [SaskOrganic's Grain](#) (en anglais seulement) sont aussi une ressource intéressante.

D'autres ressources sont accessibles par l'intermédiaire de médias agricoles tels qu'[Organic BIZ](#) (en anglais seulement).

Taille des exploitations

Les économistes ont documenté la relation entre la taille des exploitations et la rentabilité. Certains d'entre eux utilisent le concept de productivité totale des facteurs ou de productivité multifactorielle pour mesurer la productivité d'une exploitation en fonction de sa taille. De nombreux économistes ont proposé que la relation entre la taille des exploitations et la productivité multifactorielle prenait la forme d'un « U », les petites et les grandes exploitations obtenant de meilleurs résultats que les exploitations de taille moyenne (figure 7). Foster et Rosenzweig (2017) ont conclu que les exploitations de taille moyenne sont trop grandes pour dépendre uniquement de la main-d'œuvre familiale (ce qui entraîne des coûts associés à une main-d'œuvre salariée) et ne sont pas assez grandes pour réduire efficacement leurs besoins en main-d'œuvre avec la machinerie. En examinant les données agricoles de 1982 à 2012 dans la ceinture de maïs américaine, Rada et Fuglie (2019) ont comparé des exploitations de cinq catégories de tailles et constaté ceci : les grandes exploitations affichaient des niveaux de productivité multifactorielle plus élevés, tandis que les exploitations céréalières d'une superficie inférieure à 100 acres (40 ha) étaient nettement désavantagées sur le plan de productivité. Dans la catégorie des tailles les plus élevées, la productivité multifactorielle semblait augmenter à un rythme légèrement plus rapide que pour les autres exploitations. Des résultats similaires ont été rapportés en Australie. Certains chercheurs sont d'avis que la location de machines pourrait aider les petites exploitations à utiliser efficacement le capital et à combler l'écart de productivité multifactorielle qui les sépare des grandes exploitations. Les services de location de machines ont contribué à combler en partie cet écart.

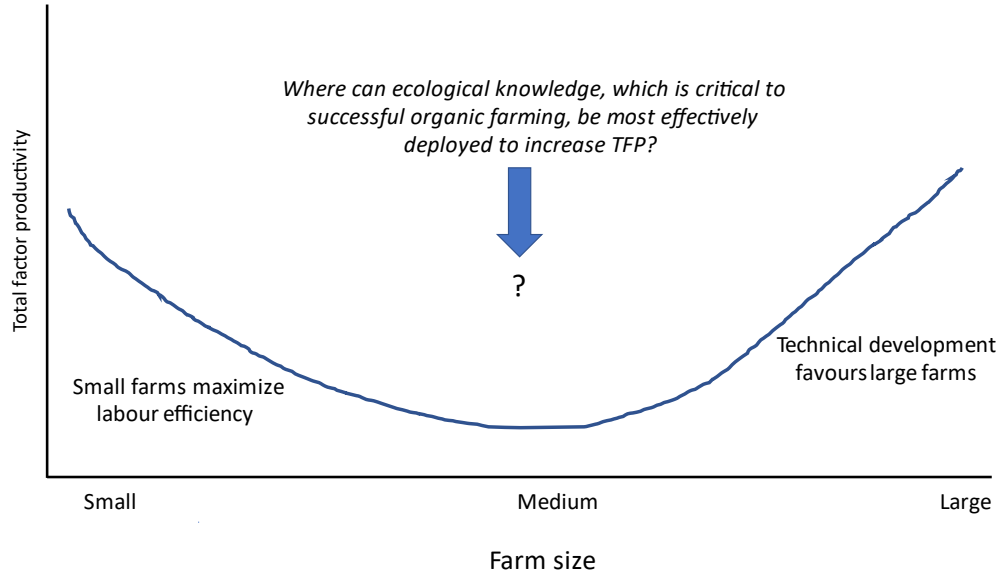


Figure 7. Productiv   multifactorielle en fonction de la taille des exploitations

Les exploitations biologiques suivent-elles la même tendance? Les exploitations biologiques de taille moyenne sont-elles condamnées à une faible productivité multifactorielle? La relation en « U » s’applique sans doute également aux exploitations biologiques étant donné que le coût de la machinerie est élevé et que ce coût est mieux amorti lorsqu’il est réparti sur un plus grand nombre d’hectares. Mais la grande différence entre les exploitations classiques et les exploitations biologiques est la suivante : les premières s’appuient sur des produits chimiques et des machines, tandis que les secondes reposent sur des pratiques écologiques exigeant souvent plus de temps de gestion et plus de main-d’œuvre. Cela *pourrait* procurer un avantage aux exploitations biologiques de taille moyenne, car celles-ci sont souvent plus aptes à appliquer les principes de gestion écologique que les très grandes exploitations biologiques. Par exemple, pourrait-on se fier à la taille pour déterminer lequel des systèmes de rotation évalués à Indian Head serait le plus viable : le système de monoculture ou le système intégré de cultures fourragères et céréalières, comme il est illustré à la figure 6?

Une étude comparative de longue durée entre la production biologique et la production classique avec labour à la charrue ciseau ou sans labour qui a été menée à Beltsville, dans le Maryland, illustre bien la nécessité de rotations complexes. Les résultats de cette étude montrent que les producteurs biologiques utilisant la rotation la plus complexe (6 ans) (maïs- soja-blé-alfalfa) dépendaient moins de la bonification du prix des produits biologiques que ceux utilisant des rotations moins complexes de 3 ans (maïs-soja-blé) ou de 2 ans (maïs-soja) (figure 8). On peut donc conclure que la complexité écologique de la rotation améliore le rendement économique du système de production biologique. La question qu’un producteur

biologique doit se poser est la suivante – Une exploitation et un réservoir de main-d’œuvre de quelle taille me permettrait d’adopter des rotations plus complexes?

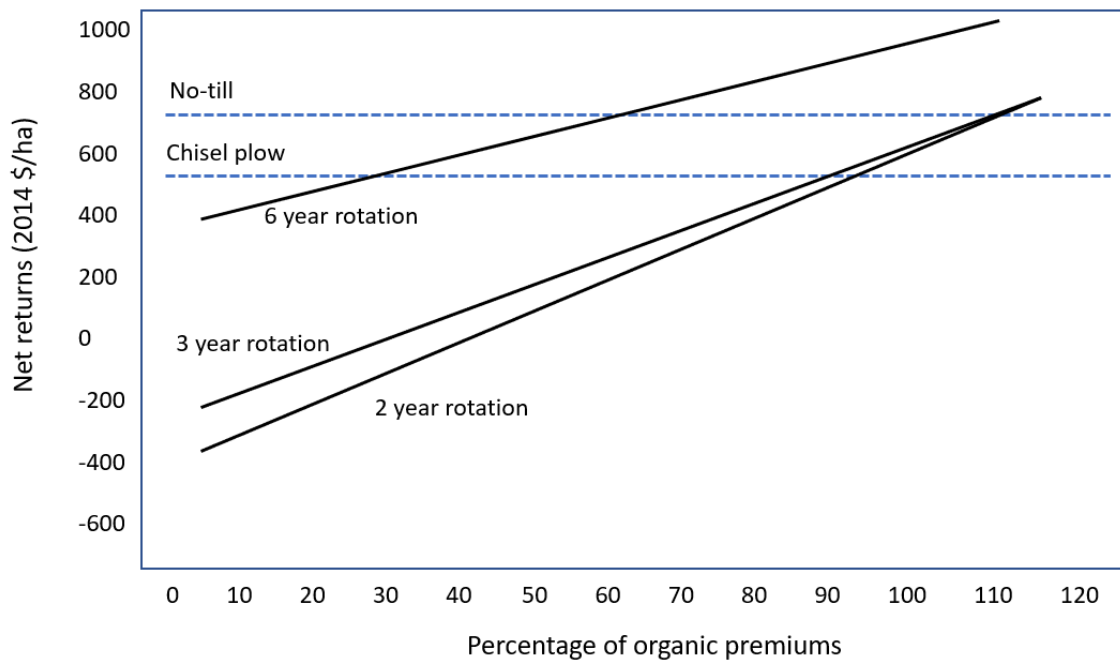


Figure 8. Effet de l’augmentation de la bonification du prix des produits biologiques, de 0 (cultures classiques) à 120 %, par culture et par année, sur les rendements nets moyens de trois systèmes biologiques (2006-2014). Les lignes pointillées indiquent les rendements moyens pour les systèmes de labour à la charrue ciseau ou sans labour. Tableau redessiné à partir de White *et al.*, 2019.

La vulgarisation est un autre facteur qui semble augmenter la productivité multifactorielle dans les exploitations de taille moyenne. Les chercheurs ont constaté que les investissements dans l’éducation publique avaient un effet positif sur la plupart des exploitations. Les économistes reconnaissent qu’une politique unique ne fonctionne plus. Pour en savoir plus, consultez cet article publié en anglais dans [La conversation](#).

Chapitre 4. Systèmes d'apprentissage en agriculture biologique

Les systèmes d'apprentissage en agriculture biologique diffèrent, à certains égards importants, des systèmes d'apprentissage en agriculture classique. Dans cette leçon, nous traiterons des aspects suivants de l'apprentissage en agriculture biologique :

- L'histoire façonne notre pensée
- Le savoir écologique
- Le cycle d'apprentissage adaptatif – c'est en forgeant qu'on devient forgeron
- La pensée systémique

Influences historiques

Les systèmes agricoles canadiens étant à l'origine calqués sur les systèmes agricoles de l'Europe du Nord, il est important de comprendre comment ces derniers sont passés d'une « rotation à deux cultures » (jachère-céréales) dans les années 1500 à des rotations complexes de sept ans au début des années 1900 (figure 9). Ces rotations de 7 ans, vieilles d'un siècle, sont en fait aujourd'hui un excellent modèle d'agriculture biologique pour une grande partie du Canada.

Cependant, lorsque les engrais azotés Haber-Bosch sont devenus largement accessibles dans les années 1930 (bien qu'ils aient été produits dès 1910), les producteurs européens sont passés de rotations pluriannuelles avec intégration du bétail à des rotations simplifiées. Aujourd'hui, les systèmes de culture d'Europe du Nord sont dominés par deux cultures principales : les céréales d'hiver et le colza d'hiver.

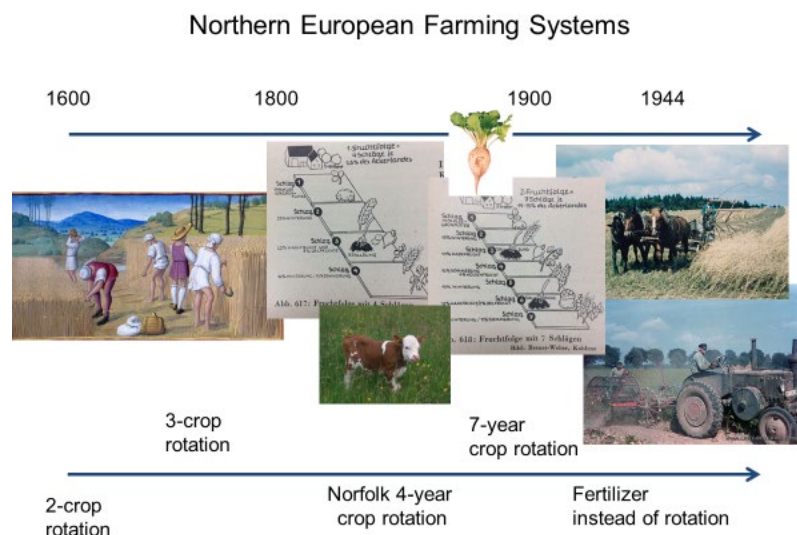


Figure 9. Évolution des pratiques agricoles en Europe sur 400 ans.

Les systèmes agricoles autochtones existaient au Canada bien avant l'arrivée des Européens et ont continué à évoluer par la suite. Ils sont une inspiration pour les systèmes modernes d'agriculture biologique d'aujourd'hui. Par exemple, la culture intercalaire de céréales, aujourd'hui adoptée par de nombreux producteurs biologiques, a été une pratique autochtone courante pendant des siècles (figure 10). Les images ci-dessous montrent une reconstitution du système de culture des « 3 sœurs » (à gauche). L'omoplate de bison servant de bêche a été découverte dans le sud-ouest du Manitoba en 2018 (à droite), ce qui montre que les Autochtones utilisaient des outils aratoires.



Figure 10. Exemples de systèmes agricoles autochtones (trois sites, à gauche) et d'outils (omoplate de bison utilisée comme bêche, à droite) au Manitoba.

Savoir écologique

Les exploitations biologiques complexes et durables s'appuient sur un savoir écologique. Qu'est-ce qu'un savoir écologique? Voici certaines définitions liées au savoir écologique qui sont suivies d'exemples se rapportant aux exploitations biologiques canadiennes.

- **Abondance** – Nombre d'individus d'une espèce par unité de surface ou de volume. Par exemple, combien y a-t-il de pousses de chardon des champs par unité de surface dans un champ? Combien y a-t-il d'animaux d'élevage dans un champ d'engrais verts de 80 acres?
- **Allélopathie** – Effet des produits métaboliques d'une plante sur la croissance des plantes voisines. Le seigle d'automne est l'une des plantes les plus allélopathiques que nous cultivons.

- **Amensalisme** – Relation entre des espèces qui entraîne des dommages unilatéraux. Par exemple, les sauterelles s’attaqueront à l’avoine mais ne s’attaqueront pas aux pois dans une culture intercalaire avoine-pois.
- **Biodiversité** – Diversité d’espèces dans un écosystème. Combien d’espèces végétales poussent dans un pâturage?
- **Biote** – Ensemble des organismes dans une région géographique ou durant une période donnée. Cela inclut toutes les formes de vie.
- **Capacité de charge** – Nombre maximal d’individus qu’une zone donnée peut supporter. Il suffit de penser à la capacité de charge d’un système de pâturage (nombre d’animaux par hectare).
- **Communauté** – Ensemble des populations qui vivent au même endroit et au même moment. Quelles sont les différentes populations présentes dans votre ferme? N’oubliez pas d’inclure les populations vivantes (biotiques) et non vivantes (abiotiques). Notez que les tracteurs font partie de la population abiotique de la ferme.
- **Communauté climacique** – Communauté biologique qui, au fil du processus de **succession écologique**, a atteint un état d’équilibre. Se dit souvent des pâturages naturels.
- **Compétition interspécifique** – Compétition qui s’établit entre des individus appartenant à des espèces différentes (p. ex. la folle avoine et le blé).
- **Compétition intraspécifique** – Compétition qui s’établit entre des individus de la même espèce (p. ex. des plants d’avoine à forte densité de semis entreront en concurrence les uns avec les autres).
- **Compétition** – Interaction mutuellement préjudiciable entre des espèces qui partagent des ressources limitées.
- **Décomposeurs** – Éléments qui décomposent des organismes morts ou en putréfaction. Certains agronomes ont enterré des sous-vêtements pour étudier la vitesse à laquelle les décomposeurs du sol décomposent le coton.
- **Diversité des espèces** – Nombre d’espèces dans une zone donnée. La diversité des espèces végétales favorise l’accumulation de carbone dans le sol.
- **Écosystème** – Ensemble des composantes biotiques (vivantes) et abiotiques (non vivantes) qui interagissent simultanément dans une zone. Une ferme, ou même un champ, est un écosystème. Utilisez une carte heuristique pour décrire les éléments de l’écosystème de cette ferme et leurs interrelations.
- **Espèces généralistes** – Espèces qui peuvent prospérer dans de nombreuses conditions environnementales et utiliser une grande variété de ressources. Les sauterelles en sont un exemple, bien que leur population puisse augmenter au cours de cycles chauds et secs.
- **Facilitation** – Interaction dans laquelle la présence d’une espèce bénéficie à une autre espèce. Par exemple, l’ajout de graminées à une culture de couverture de légumineuses augmente le taux de fixation de l’azote par les légumineuses.

- **Facteurs biotiques** – Tout ce qui est vivant (p. ex. végétaux et animaux). Les facteurs abiotiques se disent de choses non vivantes (p. ex. sol, eau, air, lumière, éléments nutritifs).
- **Mutualisme** – Lorsque deux espèces bénéficient toutes deux d'une relation. Il suffit de penser à certaines combinaisons de cultures intercalaires où deux cultures s'aident mutuellement à accéder à des éléments nutritifs et à lutter contre les organismes nuisibles.
- **Mycorhize** – Associations fongiques ou symbiose entre le mycélium de champignons et les racines d'une plante. Ces champignons augmentent la surface racinaire. Quarante-vingt-dix pour cent des plantes terrestres sont naturellement en mycorhize.
- **Niche** – Rôle qu'un organisme joue dans un écosystème, ce qui inclut les conditions environnementales dont cet organisme a besoin et ses interactions avec d'autres organismes. La moutarde des oiseaux et l'amarante à racine rouge sont des plantes qui ne sont pas en mycorhize et qui, par conséquent, pousse dans des sols affichant une forte teneur en phosphore disponible (rappelons que le mycélium des champignons aide les plantes à accéder au phosphore du sol).
- **Perturbation** – S'entend de l'incidence d'activités physiques (travail du sol, broutage) ou chimiques (pulvérisation d'un herbicide).
- **Population** – Groupe d'organismes de la même espèce vivant ensemble dans la même zone au même moment.
- **Principe d'exclusion compétitive** – Élimination d'une espèce par l'autre lorsque deux espèces ont les mêmes besoins et qu'elles cohabitent.
- **Réseau trophique** – Ensemble de relations trophiques formées de chaînes alimentaires interconnectées. Un réseau trophique peut comprendre des organismes bénéfiques (p. ex. les cultures) et des organismes non bénéfiques (p. ex. les insectes nuisibles).
- **Sélection-reproduction** – Forme de sélection qui se produit dans un environnement où les ressources sont abondantes et qui tend à favoriser les individus qui se reproduisent hâtivement, rapidement et en grand nombre. Il suffit de penser aux espèces de mauvaises herbes annuelles telles que la sétaire verte ou la moutarde des oiseaux.
- **Services écosystémiques** – Services et des ressources fournis par l'écosystème. Par exemple, les zones humides assurent la recharge des nappes phréatiques, ce qui permet aux puits agricoles de continuer à produire de l'eau pour les humains et les animaux d'élevage.
- **Succession primaire** – Première étape de la **succession écologique** (en anglais seulement) après une perturbation extrême qui se produit généralement dans un environnement dépourvu de végétaux et d'autres organismes. La succession primaire se manifeste lorsque des mauvaises herbes annuelles poussent dans un champ immédiatement après le travail du sol.

- **Succession** – Changement directionnel de la structure d’une communauté qui s’opère progressivement au fil du temps. Les mauvaises herbes vivaces comme le chiendent ou le chardon des champs sont des mauvaises herbes de succession tardive.
- **Symbiose** – Interaction entre deux organismes biologiques différents. Les bactéries présentes dans les nodosités en sont l’un des exemples les plus courants. Les rhizobiums (et autres) fournissent l’azote aux plantes; en retour, les plantes fournissent du carbone aux bactéries.

Le concept de diversité des espèces végétales est un outil écologique permettant de stabiliser la productivité des pâturages dans des conditions de croissance défavorables (figure 11).



Figure 11. Don Guilford, grand éleveur de Clearwater, au Manitoba, expliquant les avantages de la diversité des espèces végétales dans un pâturage naturel durant une visite d’étudiants en agroécologie de l’Université du Manitoba.

Application du savoir écologique à la lutte contre les mauvaises herbes vivaces

Le chardon des champs (à gauche de l’image) possède un système racinaire profond et complexe qui lui permet d’émerger de grandes profondeurs (figure 12). La compétition herbacée et la coupe sont plus efficaces contre le chardon des champs qu’un travail du sol répété. Le pissenlit (à droite de l’image), quant à lui, n’a qu’une seule racine pivotante dominante. Le pissenlit est donc beaucoup plus sensible au travail du sol que le chardon des champs. Cela démontre l’importance de comprendre l’écologie et la biologie des mauvaises herbes pour maximiser les mesures de lutte contre les mauvaises herbes dans un système de production biologique.

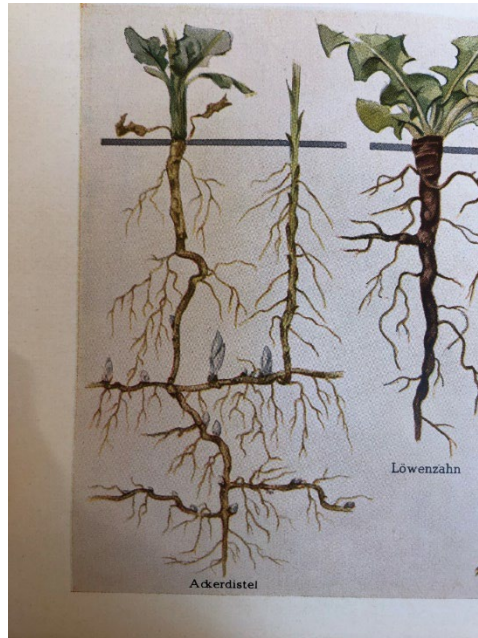


Figure 12. Représentation artistique des systèmes racinaires du chardon des champs (à gauche) et du pissenlit (à droite). Allemagne, 1910.

Apprentissage adaptatif

Comment pouvons-nous continuer à apprendre de nouvelles choses alors que nous sommes ancrés dans nos façons de faire? Pensez à un moment où vous avez appris quelque chose de nouveau. Le concept d'apprentissage adaptatif a été utilisé par l'homme tout au long de l'histoire. Le modèle ci-dessous présente le processus d'apprentissage adaptatif sous une forme facile à comprendre.

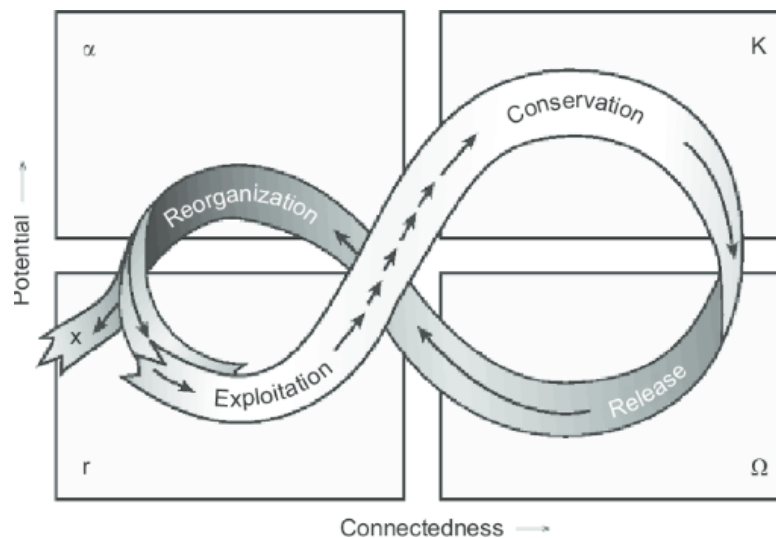


Figure 13. Les quatre phases du cycle d'apprentissage adaptatif (Holling, 1986). (Image tirée de Panarchy, par Lance H. Gunderson et C. S. Holling : figure 2.1, p. 34. Copyright 2002, Island Press).

La phase « Conservation » (k) est celle où vous disposez d'un système qui semble fonctionner correctement. Alors pourquoi changer? Vous devez avoir une raison d'effectuer un changement (p. ex. la raison peut être la résistance de mauvaises herbes aux herbicides pour les producteurs classiques ou une trop grande érosion du sol pour les producteurs biologiques). La phase « Libération » (Ω) est celle où vous décidez que le temps est venu de modifier un système (p. ex. lorsqu'un producteur « se libère » de l'idée que l'utilisation du même herbicide année après année continuera à tuer les mauvaises herbes). La phase « Réorganisation » (∞) est celle où vous apprenez quelque chose de nouveau qui pourrait s'appliquer à votre système agricole (p. ex. lorsqu'un producteur entame une réflexion sur la gestion intégrée des mauvaises herbes). Enfin, la phase « Exploitation » est celle où vous mettez votre nouvelle idée en pratique.

L'apprentissage adaptatif est d'une importance capitale dans l'agriculture biologique. Vous pouvez apprendre d'autres producteurs biologiques, d'où l'importance de participer à des journées d'étude sur le terrain. N'oubliez pas de noter sur votre carte heuristique que l'apprentissage adaptatif est un moyen d'acquérir de nouvelles connaissances.

Pensée systémique

Toute agriculture nécessite une pensée systémique. Souvent plus complexe qu'en agriculture classique, la pensée systémique en agriculture biologique nécessite une réflexion rigoureuse sur des transformations biologiques, écologiques, mécaniques et chimiques qui se produisent souvent de manière simultanée.

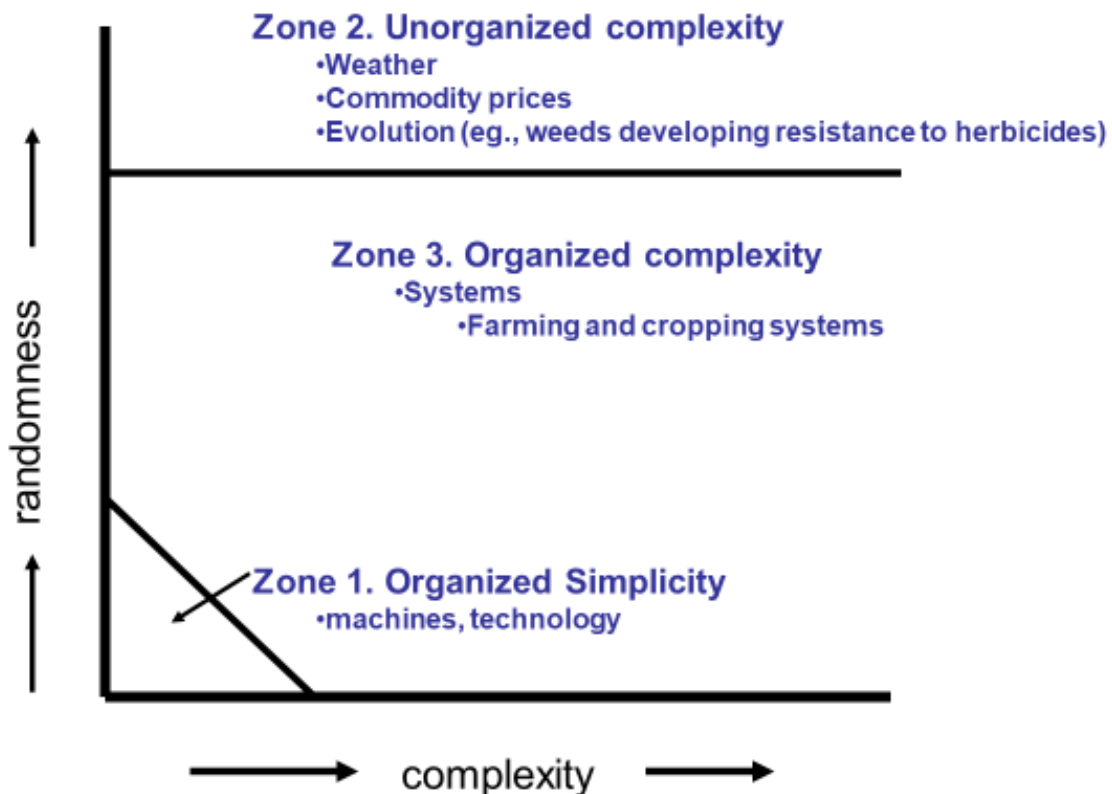
Le modèle de Weinberg (figure 14) a aidé de nombreux étudiants en agriculture à comprendre ce qui distingue les éléments d'une exploitation du système dont ces éléments font partie. Cette figure illustre la part de complexité et d'imprévisibilité de différentes activités et de différents processus agricoles. L'imprévisibilité renvoie au caractère incertain de certains éléments agricoles, tandis que la complexité peut refléter une plus grande diversification des rotations culturales.

La zone 1 contient des éléments agricoles dont la part d'imprévisibilité et de complexité est limitée. Autrement dit, il s'agit d'éléments agricoles dont la fonction est assez prévisible. Le semoir pneumatique en est un exemple. Bien que la machine en soi soit très sophistiquée et complexe, sa fonction dans le système agricole est simple et prévisible. Le semoir place les semences dans le sol. La zone 1 est appelée « zone de simplicité organisée » (figure 14).

La zone 2 présente une part d'imprévisibilité importante. En agriculture, les deux facteurs les plus imprévisibles sont sans doute les conditions météorologiques et les marchés. Tous deux sont difficiles à prévoir avec précision. La zone 2 est appelée « zone de complexité non

organisée ». Dans cette zone, les choses sont complexes et leur nature non organisée rend les prévisions difficiles à établir avec précision.

La zone 3 présente une part d'imprévisibilité moins importante et englobe un éventail d'éléments agricoles complexes. Elle est appelée « zone de complexité organisée » et représente un certain niveau de complexité et d'organisation. L'exploitant en est le maître d'œuvre. Il s'agit de la zone de production et de culture où travaillent les producteurs et les agronomes.



Weinberg, 1975. *An Introduction to Systems Thinking* Wiley Interscience, New York

Figure 14. Types de systèmes par rapport aux modes de pensée. Figure redessinée à partir du modèle de Weinberg, 1975.

Réfléchissez aux systèmes que vous avez expérimentés et essayez de placer leurs différents éléments dans les zones 1, 2 et 3.

Apprendre d'autres praticiens

Les chercheurs et les vulgarisateurs en agriculture biologique reçoivent périodiquement des messages de producteurs souhaitant en apprendre davantage sur l'agriculture biologique.

Certains producteurs veulent appliquer des techniques biologiques dans leur exploitation classique. D'autres producteurs veulent convertir la totalité ou une partie de leur exploitation en une exploitation biologique certifiée. D'excellentes ressources sont actuellement à la disposition de ces producteurs. Trois organismes des Prairies mettent les producteurs en relation avec des ressources pertinentes : [Pivot and Grow d'Organic Alberta](#), [SaskOrganics](#) et [Manitoba Organic Alliance](#). Ce sont des organismes locaux qui organisent des conférences et des journées sur le terrain et qui offrent des ressources documentaires sous différentes formes.

J'encourage les producteurs qui ont des questions à entrer en communication avec des producteurs biologiques actifs, car ces derniers détiennent des connaissances importantes sur la manière de concevoir et de maintenir un système biologique rentable et productif. J'encourage aussi les nouveaux producteurs biologiques à participer à des journées d'information sur l'agriculture biologique et à visiter des fermes (figure 15).



Figure 15. Systèmes d'apprentissage en agriculture biologique. Image de gauche : conversation entre deux producteurs dans un champ. Image du milieu : visite d'une ferme biologique. Image de droite : producteurs biologiques participant à la journée sur l'agriculture biologique à l'Université du Manitoba et écoutant Caroline Halde, alors doctorante, qui est maintenant professeure à l'Université Laval.

Chapitre 5. Transition vers l'agriculture biologique

Il existe de nombreuses raisons qui peuvent amener un producteur à faire passer une partie ou l'ensemble de son exploitation à une production biologique certifiée. Certaines de ces raisons sont présentées à la figure 16. L'objectif principal de la présente leçon est d'examiner les aspects logistiques, agronomiques et économiques de la transition vers un système biologique certifié.

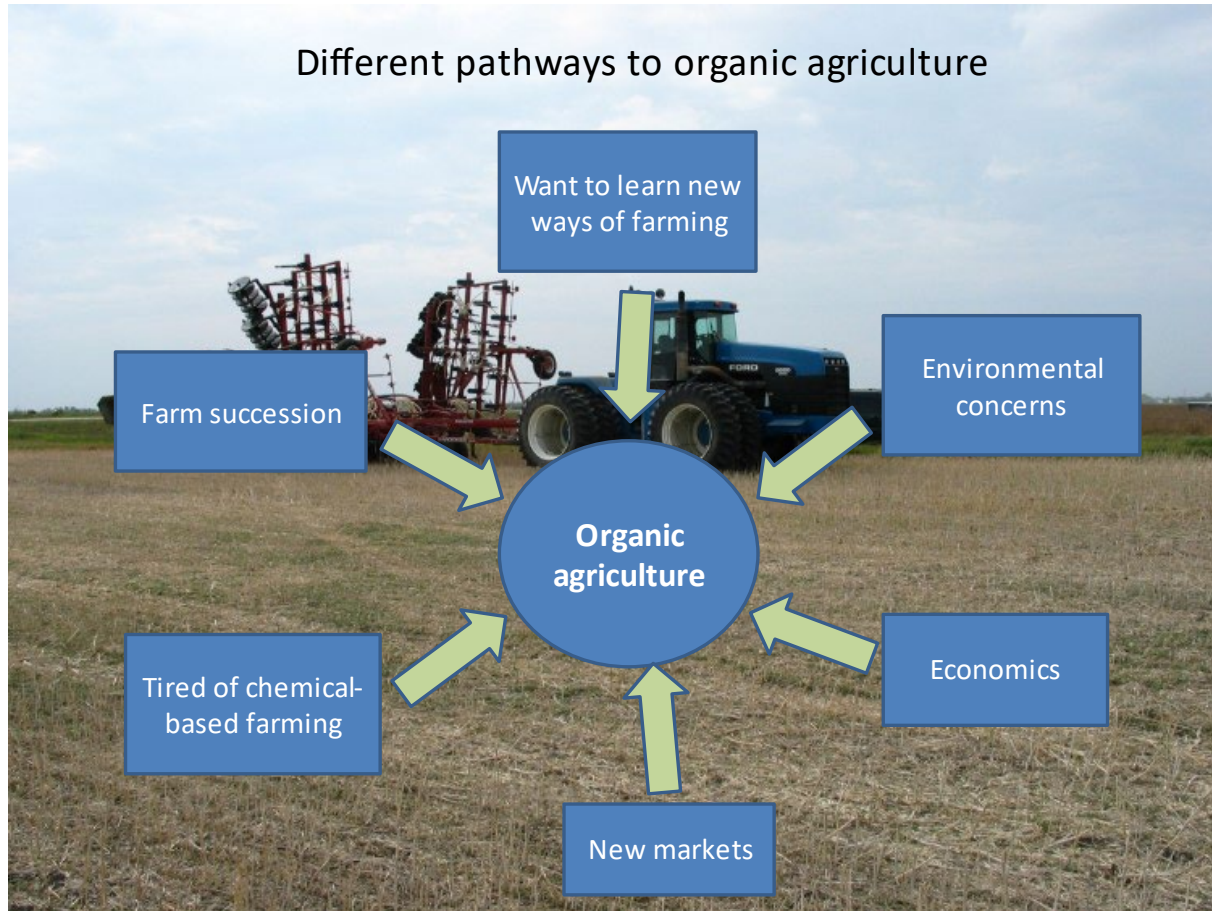


Figure 16. Certaines des raisons qui peuvent amener un producteur à se tourner vers une production biologique certifiée

Considérations logistiques

Durant la transition vers l'agriculture biologique, l'exploitant doit franchir des étapes logistiques importantes : il doit établir la durée du processus de transition, se renseigner auprès d'un organisme de certification, apprendre comment séparer ses cultures biologiques de ses cultures classiques (surtout lorsque la transition s'effectue progressivement) et consulter les [Normes canadiennes sur la culture biologique](#).

Pour la plupart des exploitations agricoles, la période de transition est de 36 mois (figure 17). La figure ci-dessous présente les grandes lignes d'une telle transition pour un système de culture céréalière. La règle veut que la première culture certifiée biologique soit récoltée 36 mois après la dernière application d'une substance interdite. Voici un exemple. Si la dernière culture classique était du canola et que le producteur a appliqué un fongicide en juillet et n'a pas ajouté d'herbicide ou d'engrais inorganique ou minéral à l'automne, la première culture certifiée pourrait être récoltée 3 ans (ou 36 mois) plus tard.

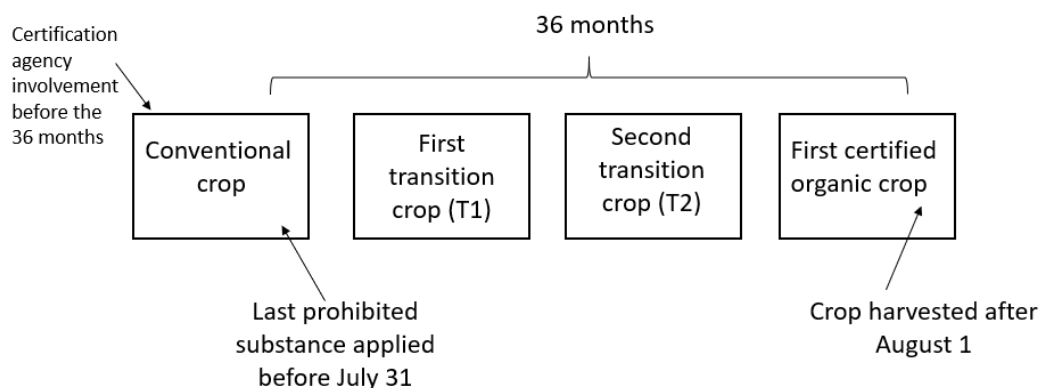


Figure 17. Transition type vers une production biologique certifiée d'une durée de 36 mois

Voici ce que disent les [Normes canadiennes sur la culture biologique](#) (section 5.1.2) : « Lors de l'ajout de nouvelles unités de production à une exploitation biologique existante, l'exploitant doit démontrer par les données consignées dans ses registres qu'aucune substance interdite n'a été utilisée pendant au moins 36 mois (voir [5.1.1](#)); les produits issus de ces nouvelles unités de production doivent faire l'objet d'une vérification avant d'être récoltés. » Remarque : Une vérification signifie que l'inspecteur d'un organisme de certification a visité l'exploitation agricole et vérifié tous les documents requis.

Dans certains cas, la période de transition est plus courte. Par exemple, si un champ a servi à la culture de plantes fourragères vivaces pendant de nombreuses années et qu'aucun intrant interdit n'y a été utilisé, un certificateur peut recommander une période de transition de 15 mois (figure 18). Cependant, comme dans le cas de l'exploitation céréalière ci-dessus, l'exploitant doit communiquer avec l'organisme de certification bien avant le début du processus de transition.

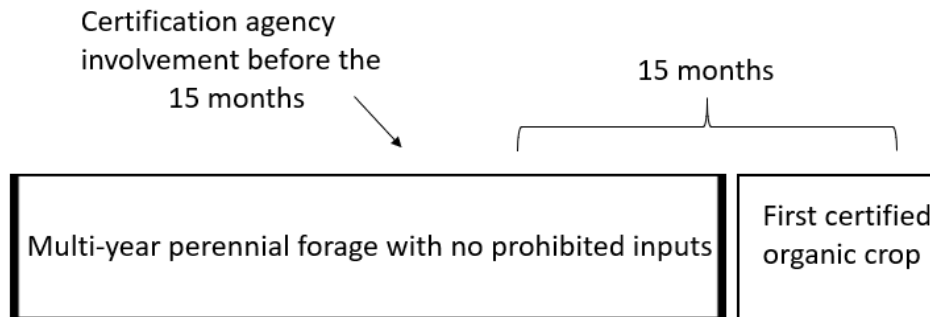


Figure 18. Transition type vers une production biologique certifiée d'une durée de 15 mois

Une autre section des [Normes canadiennes sur la culture biologique](#) décrit la période de transition de 15 mois. Dans le cas d'une demande initiale de certification biologique de cultures en plein champ, on exige que « [...] la demande de certification biologique soit présentée dans un délai d'au moins 15 mois avant la date prévue de mise en marché. Durant cette période, l'organisme de certification évalue la conformité aux exigences de la présente norme. L'évaluation doit comprendre au moins une inspection de l'unité de production, au cours de la production, dans l'année précédant le moment où les végétaux peuvent devenir admissibles à la certification, et une inspection, durant la production, dans l'année où les végétaux sont admissibles à la certification. »

Il existe de nombreux organismes de certification biologique. Dans la plupart des cas, les organismes de certification sont des entrepreneurs privés qui emploient des certificateurs formés et qui facturent leurs services de certification. L'Organic Producers of Manitoba Association (OPAM) est une coopérative qui facture ses services de certification comme le font les entreprises privées. Le site *Web Pivot and Grow* contient une [liste d'entreprises de certification biologique](#) (en anglais seulement) établies au Canada.

Considérations agronomiques

Mauvaises herbes – Les champs très infestés par les mauvaises herbes ne sont pas de bons candidats pour l'agriculture biologique. Les mauvaises herbes les plus préoccupantes sont le liseron des champs, le chardon des champs et la folle avoine. Avant la transition, ces mauvaises herbes doivent avoir été maîtrisées au moyen de pratiques agronomiques standard dans le cadre d'un système agricole classique. Les dicotylédones comme la moutarde des oiseaux, l'amarante à racine rouge et le chénopode blanc sont moins préoccupantes. Bien que difficiles à éradiquer en raison de la longue durée de vie de leurs graines dans la banque de semences du sol, ces mauvaises herbes peuvent être plus facilement gérées que le chardon et la folle avoine dans un système d'agriculture biologique. Le chiendent est également une mauvaise herbe préoccupante, en particulier dans les sols sablonneux. Le chiendent est généralement plus facile à maîtriser que le chardon des champs.

L'une des meilleures stratégies de transition consiste à faire pousser des plantes fourragères vivaces sur une période de 3 à 5 ans avant l'implantation d'une culture de céréales biologiques. Les données ci-dessous ont été recueillies dans 52 champs commerciaux du Manitoba en 1993. Les 24 champs « C. C. » (*continuous cereals*) ont été en production céréalière continue tandis que les 28 champs « A. C. » (*alfafa-cereals*) ont été ensemencés en céréales après qu'on y ait fait pousser des plantes fourragères vivaces (*Medicago sativa*) sur une période de 3 à 5 ans. Les scientifiques ont compté les plants de mauvaises herbes au printemps, après la levée des cultures mais avant toute application d'herbicides. Source : OMINSKI, P.D., M. H. ENTZ, et N. Kenkel, 1999. "Weed suppression by *Medicago sativa* in subsequent cereal crops: a comparative survey", *Weed Science*, 1999, p. 282-290.

TABLE 2. Density, frequency, uniformity, and relative abundance values for *Medicago sativa*/cereal fields (A.C. Fields) and continuous cereal fields (C.C. Fields) in 1993.^a

Species common name	Relative abundance		Density		Level of significance Log scale	Frequency		Uniformity	
	C.C. Fields	A.C. Fields	C.C. Fields	A.C. Fields		C.C. Fields	A.C. Fields	C.C. Fields	A.C. Fields
			— plants m ⁻² —			— % —			
Wild oat	53.03	13.14	27.15	1.26	≤ 0.05	83.33	46.43	54.79	11.43
Green foxtail	44.63	23.86	22.32	2.66	≤ 0.01	75.00	64.29	45.83	26.25
Wild mustard	31.68	32.43	10.63	7.90	≤ 0.10	79.17	57.14	38.13	22.68
Wild buckwheat	31.38	39.71	9.15	6.10	NS	83.33	85.71	40.00	42.14
Annual smartweed spp.	20.85	16.59	6.78	1.80	NS	66.67	57.14	20.21	13.75
Quackgrass	19.79	19.09	7.58	3.70	NS	50.00	42.86	20.83	15.54
Common lambsquarters	15.47	28.99	3.16	5.70	NS	54.17	57.14	18.75	25.71
Canada thistle	13.69	2.52	2.33	0.27	≤ 0.01	54.17	7.14	15.63	2.68
Catchweed bedstraw	12.71	6.76	6.40	1.50	NS	20.83	10.71	13.13	6.07
Field pennycress	7.28	17.86	0.49	3.00	NS	41.67	46.43	5.63	14.46
Dandelion	1.98	28.34	0.08	4.35	≤ 0.01	12.50	64.29	1.25	28.93
Volunteer alfalfa	0.59	39.56	0.03	6.38	≤ 0.01	4.17	85.71	0.21	40.18
Redroot pigweed	3.55	5.32	0.26	0.51	NS	20.83	17.86	2.50	5.00
Perennial sowthistle	5.95	1.48	0.76	0.11	< 0.10	29.17	7.14	5.42	0.71
Persian darnel	4.54	0.00	2.88	0.00	NS	4.17	0.00	4.17	0.00

^a Weed and crop species with (1) nonsignificant differences between field types or (2) population densities less than 1 m⁻² are not included in this table.

Tableau 2. Valeurs de densité, de fréquence, d'uniformité et d'abondance relative pour des champs A. C. (*Medicago sativa* et céréales) et des champs C. C. (production céréalière continue), en 1993.

Les résultats de la colonne « Densité » du tableau ci-dessus montrent que les peuplements de plantes fourragères vivaces ont permis de réduire considérablement la densité du chardon des champs et de la folle avoine. Des réductions de densité ont également été observées pour la sétaire verte, la renouée, le chiendent rampant, le laiteron des champs et d'autres plantes.

Équilibre nutritif du sol – Le deuxième élément majeur à prendre en considération avant et pendant la transition concerne les éléments nutritifs du sol. Il importe que la teneur du sol en phosphore assimilable soit adéquate. Les champs qui affichent une teneur en phosphore du sol inférieure à 10 ppm, selon la méthode Olsen, doivent recevoir un apport en phosphore avant la transition sous la forme, par exemple, d'un engrais de phosphore inorganique. Les champs peuvent aussi recevoir des apports de fumier ou de compost pendant ou après la transition; seul du fumier animal peut toutefois être utilisé.

Les producteurs et les agronomes font souvent l'erreur de penser que les anciennes prairies de fauche ou les anciens pâturages sont de bons candidats pour la production de céréales biologiques parce qu'ils sont riches en éléments nutritifs. L'expérience a montré que les anciennes prairies de fauche sont souvent très déficientes en phosphore, une situation qui peut être très défavorable pour la croissance de cultures céréalières biologiques ultérieures. Cette [vidéo](#) (en anglais seulement) explique comment une telle situation peut se produire au Manitoba.

Machinerie – Les considérations relatives à la machinerie sont également importantes. L'exploitant devrait penser à investir dans un bon matériel de travail du sol. Il lui faudra un bon disque pour incorporer les cultures de couverture d'engrais verts et briser les peuplements de plantes fourragères vivaces. Il devrait aussi investir dans l'achat d'un andaineur puisque les cultures de transition ou les cultures biologiques peuvent être envahies par les mauvaises herbes et doivent être asséchées en andain (avec les mauvaises herbes) en vue du battage. Certains producteurs biologiques ont acheté du matériel de nettoyage des grains qu'ils utilisent pour séparer les cultures intercalaires ou préparer les grains pour la commercialisation. Cependant, pour économiser du temps, de nombreux producteurs biologiques confient leurs céréales à des nettoyeurs de céréales commerciaux (remarque : ces derniers doivent détenir une certification biologique).

Le matériel de désherbage spécialisé est devenu populaire ces dernières années. Les producteurs biologiques canadiens peuvent maintenant se procurer des outils tels que le désherbeur mécanique Combcut, un équipement guidé par caméra pour les cultures en rangs étroit, ainsi que diverses herses à dents. Ces outils de désherbage sont présentés lors de journées sur le terrain et de salons professionnels. L'échange de connaissances entre producteurs joue un rôle important dans l'utilisation optimale de ces outils.



Figure 19. À gauche : Herse à dents avec épandeur rotatif pour cultures de couverture. Références photographiques : S. Beaton. À droite : Combcut. Références photographiques : K. Stanley

Installations d’entreposage des céréales – Les installations réservées aux cultures biologiques doivent être correctement désignées. Cela est particulièrement important au début de la phase de transition, au moment où les producteurs ont encore une production classique. Il importe au plus haut point de séparer en tout temps les céréales biologiques de celles produites selon des systèmes de production classique.

Considérations économiques

Les cultures de transition ne peuvent pas être traitées avec des substances interdites (qu’il s’agisse d’herbicides ou d’engrais). Par ailleurs, elles ne sont normalement pas assujetties à une bonification du prix, ce qui peut être très stressant pour les producteurs.

Il existe un certain nombre de moyens de réduire le risque économique associé aux cultures de transition.

- Choisir des cultures qui, d’après votre expérience, ont le plus de chances d’avoir un rendement net positif. J’encourage les producteurs et les étudiants à utiliser le [Manitoba Agriculture organic cost of production analysis](#) (en anglais seulement) pour déterminer quelles cultures affichent un rendement supérieur au seuil de rentabilité économique.
- Choisir des cultures qui peuvent faire concurrence aux mauvaises herbes. Par exemple, l’avoine et l’orge exercent une concurrence plus forte que le blé, le soja ou les pois.
- Choisir des variétés résistantes aux maladies. Les fongicides ne sont pas une option.
- Utiliser des densités de semis de 30 à 40 % supérieures à la normale. Certains producteurs doublent les densités de semis.
- Ensemencer des cultures intercalaires de céréales.
- Réduire la fenêtre d’émergence des mauvaises herbes en ensemençant immédiatement après le travail du sol au printemps – le même jour si cela est possible.

La culture de plantes fourragères vivaces peut être l’une des meilleures stratégies à adopter pendant la période de transition si les producteurs sont capables d’écouler leurs fourrages sur le marché. Il importe toutefois qu’un champ de plantes fourragères vivaces soit suffisamment riche en éléments nutritifs pour assurer la production d’une culture commerciale biologique rentable une fois que ce champ sera certifié biologique.

Chapitre 6. Planification de l'exploitation avec intégration des productions animale et végétale

Concept d'intégration de productions animale et végétale

Les renseignements présentés dans la présente section proviennent principalement d'un paragraphe sur les systèmes intégrés de productions animale et végétale tiré du document en libre accès suivant : ENTZ, M.H. et J. R. THIESSEN MARTENS. *Organic farming : The ecological system*", 54, 2009, p. 69-84.

L'exploitation agricole mixte traditionnelle représente une excellente forme d'intégration des productions animale et végétale (figure 20). Dans un système agricole, les animaux d'élevage ont principalement pour rôle de convertir la biomasse des prairies ou des pâturages, qui ne serait pas autrement utilisée, en produits économiquement viables, tout en augmentant le flux d'éléments nutritifs. L'intégration représente également une approche écologique de la production tant animale que végétale.

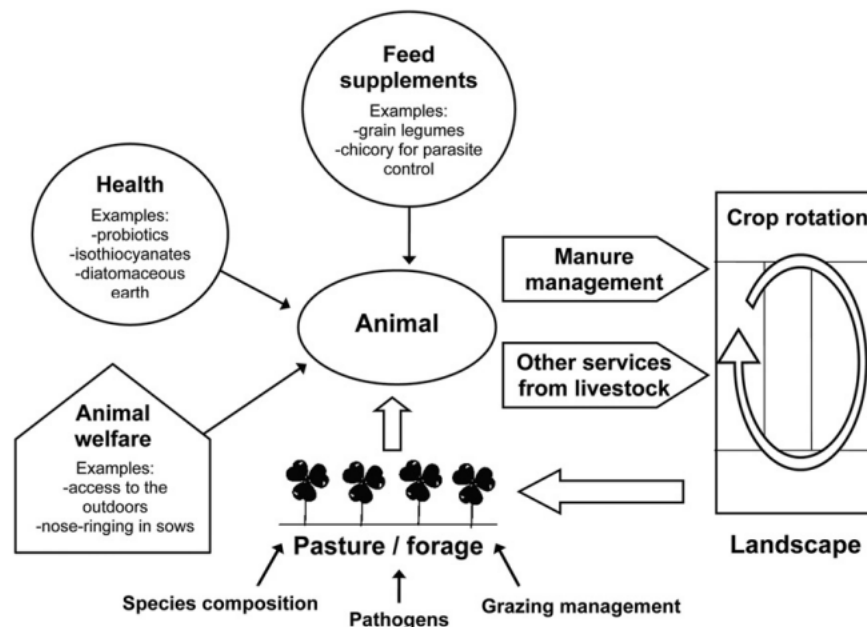


Figure 20. Ferme biologique mixte conceptuelle montrant les liens et les flux au sein d'un système intégré de productions animale et végétale. Source : Entz et Thiessen Martens (2009).

Avant l'utilisation généralisée d'engrais inorganiques et de pesticides, l'intégration des productions animale et végétale était considérée comme un moyen d'augmenter la production alimentaire pour une population humaine en expansion (Granstedt, 2000). Au début des années 1900, des scientifiques de l'Ouest canadien avaient conclu que l'agriculture mixte jouait un rôle important pour la pérennité de l'agriculture. Toutefois, les producteurs n'ont pas écouté les scientifiques et ont préféré utiliser des méthodes de jachère qui

appauvrissent les sols. Aujourd'hui, les observateurs attentifs de l'agriculture considèrent l'intégration des productions animale et végétale comme étant un principe important pour l'établissement de systèmes de production alimentaire durables.

Le producteur et philosophe Wendell Berry (1977) décrit la spécialisation des productions animale et végétale comme un processus qui consiste à trouver une solution et à la diviser en deux problèmes. Clark et Poincelot (1996) ont conclu que l'énergie fossile bon marché a été ultimement responsable de la marginalisation des pâturages dans la production bovine et la production laitière, une marginalisation responsable de l'abandon du seul véritable avantage qu'avaient les ruminants par rapport aux autres catégories d'animaux d'élevage. Par ailleurs, selon Schiere *et al.* (2002), à mesure que le degré d'intégration des productions animale et végétale diminue, le besoin en énergie fossile du système agricole augmente. Enfin, selon Patriquin (1999), les animaux d'élevage sont sous-utilisés dans les systèmes de production biologique et les codes de production biologique n'accordent pas la place voulue à l'intégration des animaux d'élevage dans les exploitations agricoles.

De la diversification à l'intégration

L'intégration des productions végétale et animale ne se limite pas à regrouper des productions animale et végétale dans une même exploitation. Clark et Poincelot (1996) ont défini une exploitation agricole intégrée comme une exploitation où l'élevage, en plus de viser la mise en marché d'un produit, remplit d'autres fonctions et permet d'offrir des services à d'autres entreprises. L'objectif en est un d'intégration de fonctions plutôt que d'une simple diversification (Schiere *et al.*, 2002). Dans les exploitations diversifiées, le succès d'un élément peut compenser l'échec d'un autre, tandis que dans les systèmes intégrés, les éléments s'appuient mutuellement en tirant profit de leurs interactions écologiques.

Dans quelle mesure les producteurs biologiques ont-ils adopté le concept d'intégration des productions animale et végétale? Au Danemark, les producteurs qui se sont convertis aux systèmes biologiques ont augmenté leur superficie en pâturage de 20 % et leur production animale de 6 % (Langer, 2002). L'une des questions qui se posent est celle de l'échelle : dans les exploitations biologiques, l'intégration devrait-elle se pratiquer davantage à l'intérieur des limites de la ferme, à l'échelle locale ou, encore, à l'échelle régionale? Langer (2002) a conclu que l'importance de la diversification par l'élevage dans les petites exploitations démontre que celles-ci avaient adopté les systèmes agricoles mixtes (figure 21), et il a suggéré que les synergies entre les productions animale et végétale pouvaient mieux s'exercer dans les petites exploitations. Il convient de noter que les céréaliers biologiques des Prairies qui épandent du fumier provenant de fermes bovines voisines participent à l'intégration régionale des productions animale et végétale (figure 21).

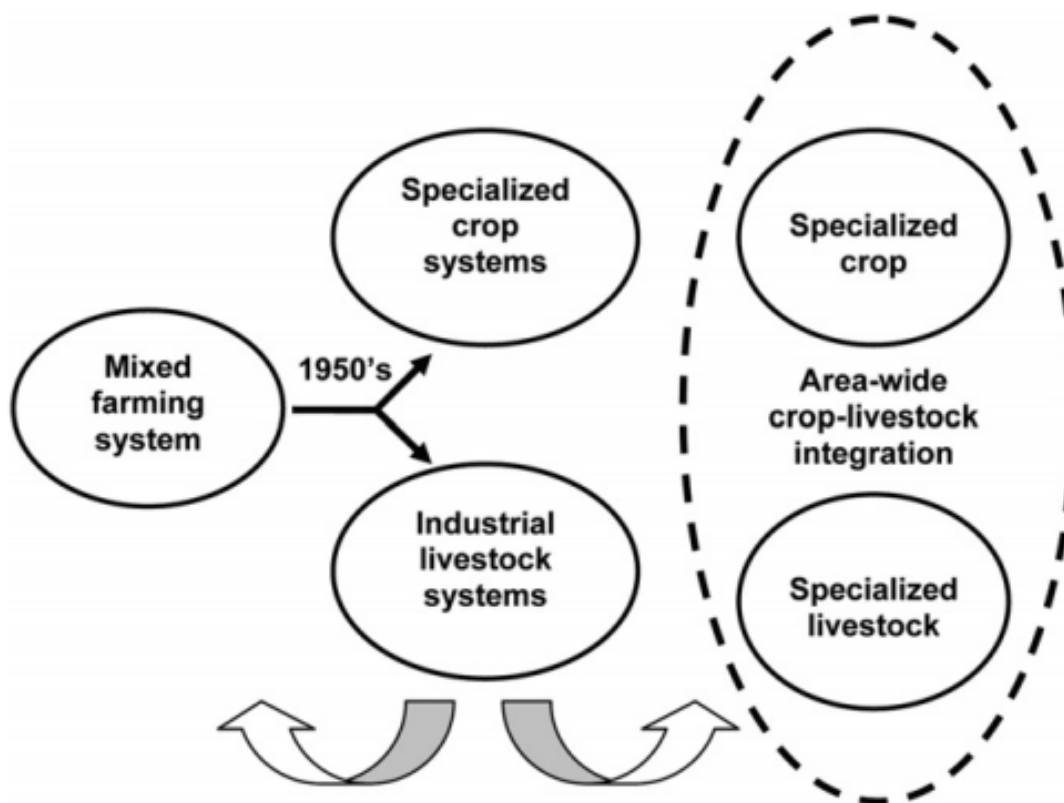


Figure 21. Modèle de transition décrivant l'évolution des systèmes intégrés de productions animale et végétale. Les flèches courbes montrent que l'intégration est bidirectionnelle.

Flux d'éléments nutritifs dans un système intégré de productions animale et végétale à l'échelle locale vs régionale

Le principal motif d'intégration des productions animale et végétale est sans doute de permettre le transfert d'éléments nutritifs entre les systèmes de productions animale et végétale et d'accélérer le cycle des éléments nutritifs. Si l'azote est le principal élément nutritif limitant dans les systèmes biologiques (Watson *et al.*, 2002), il reste qu'il faut aussi se préoccuper du phosphore puisque celui-ci n'est pas fixé par symbiose comme l'azote et que les systèmes de production biologique ont tendance à épuiser les réserves de phosphore du sol (Mäder *et al.*, 2002). Une étude menée dans des exploitations céréalieres biologiques sans animaux d'élevage au Manitoba et dans le Dakota du Nord a révélé que les champs cultivés biologiquement affichaient de très faibles teneurs en phosphore depuis plus de 30 ans (Entz *et al.*, 2001). Des teneurs en phosphore assimilable encore bien plus faibles ont été enregistrées dans des fermes biologiques de l'Australie (Cornish, 2007).

Dans une exploitation mixte, l'intégration peut créer un système semi-fermé (Pearson, 2007). Lynch (2006) a mené une étude de longue durée dans 15 fermes laitières biologiques de l'Ontario avec une unité animale par hectare. Il a constaté que les bilans nutritifs totaux de ces

fermes pour l'azote, le phosphore et le potassium étaient en moyenne de +75, de +1 et de +11 kg/ha/an respectivement. La fixation de l'azote (N₂) par les légumineuses représentait 60 % des apports d'azote totaux de ces fermes. Environ le quart d'entre elles importaient peu de phosphore sous la forme d'aliments ou de suppléments protéiques pour animaux et affichaient un bilan de phosphore légèrement négatif (-1,5 kg P/ha/an). Cornish (2007) a enregistré des bilans de phosphore positifs (de 0,69 à 7,15 kg P/ha/an) pour certaines exploitations laitières biodynamiques en Australie. Ces résultats montrent que les exploitations mixtes pratiquant une intégration locale (figure 21) peuvent être durables du point de vue de l'équilibre nutritif si la densité du cheptel est suffisante.

Les systèmes de production végétale ou animale spécialisés exigent une intégration régionale pour répondre à leurs besoins en éléments nutritifs (figure 21). Certaines exploitations mixtes ont aussi besoin de phosphore supplémentaire (Cornish, 2007). Le phosphore d'origine animale est souvent la meilleure source, la roche phosphatée étant largement non assimilable en raison du pH élevé du sol et de la faible disponibilité de l'eau. L'intégration régionale des éléments nutritifs peut prendre de nombreuses formes. La forme la plus courante est le transfert de fumier composté provenant de grandes exploitations avicoles ou laitières vers des exploitations biologiques sans animaux d'élevage. Certains organismes de certification biologique autorisent le transport de fumier sur de longues distances; d'autres ne l'autorisent pas. Une forme d'intégration moins courante consiste à faire séjourner pendant une courte période des animaux d'élevage certifiés biologiques dans une exploitation sans animaux d'élevage. Ce système s'apparente au système d'enfermement des animaux dans un corral pendant la nuit qui est utilisé en Afrique de l'Ouest (Powell *et al.*, 2004).

La proximité des unités de production végétale et animale est la clé du succès d'une intégration régionale. Hoshida *et al.* (2006) ont étudié comment l'intégration régionale entre producteurs de pommes de terre et producteurs laitiers du Maine permet l'épandage de fumier sur des terres qui n'en avaient pas reçu auparavant. Les limites d'une telle intégration sont la distance entre les exploitations (idéalement moins de 25 km) et la confiance fondamentale qui doit s'établir entre des personnes pour qu'elles puissent entretenir des relations de longue durée. Schiere *et al.* (2002) ont démontré que plus la distance entre les unités spécialisées de productions végétale et animale augmentait, plus leurs coûts en main-d'œuvre et en énergie augmentaient également. En outre, comme les unités de production spécialisée écoulent davantage de sous-produits pouvant être consommés par des animaux d'élevage, les exploitations – les petites exploitations en particulier – peuvent manquer de son et de tourteaux en raison de la centralisation croissante de la transformation des céréales et des oléagineux. Pour les exploitations biologiques, les questions de proximité et de disponibilité des sous-produits sont d'une grande importance, car le nombre d'exploitations biologiques est en général relativement faible dans une région donnée.

La connaissance de la teneur en éléments nutritifs du fumier et des besoins nutritifs de chaque culture est essentielle pour une utilisation efficace du fumier animal, surtout que fumier est généralement rare et que son transport est coûteux. L'utilisation de compost comme source d'azote entraîne un excès de phosphore et un risque de lixiviation de l'azote, et l'utilisation de fumier comme source de phosphore nécessite l'application de faibles doses de compost. Certains producteurs ont donc construit des machines spéciales assurant l'application uniforme de faibles doses de compost sur les terres (figure 22).

À l'avenir, les déchets humains pourraient-ils être inclus au processus d'intégration régionale des éléments nutritifs? Peut-on envisager cette solution si on parvient à séparer les déchets humains des déchets industriels? Sir Albert Howard croyait que oui. Pearson (2007) affirme que les déchets humains doivent être pris en considération dans les futurs systèmes agricoles « semi-fermés » et que le rôle de la struvite dans l'agriculture biologique doit faire l'objet d'une recherche active.



Figure 22. Épandeur de fumier fait sur mesure pour permettre l'épandage de faibles doses de compost (Québec).

Flux d'éléments nutritifs dans un système intégré de productions animale et végétale

La représentation visuelle du flux des éléments nutritifs dans un système intégré de productions animale et végétale est d'une grande aide. Comment les éléments nutritifs se déplacent-ils dans ce système? L'azote suit-il le même chemin que le phosphore? La figure 23 illustre un système agricole biologique « mixte » hypothétique et identifie les sources d'azote et de phosphore dans ce système.

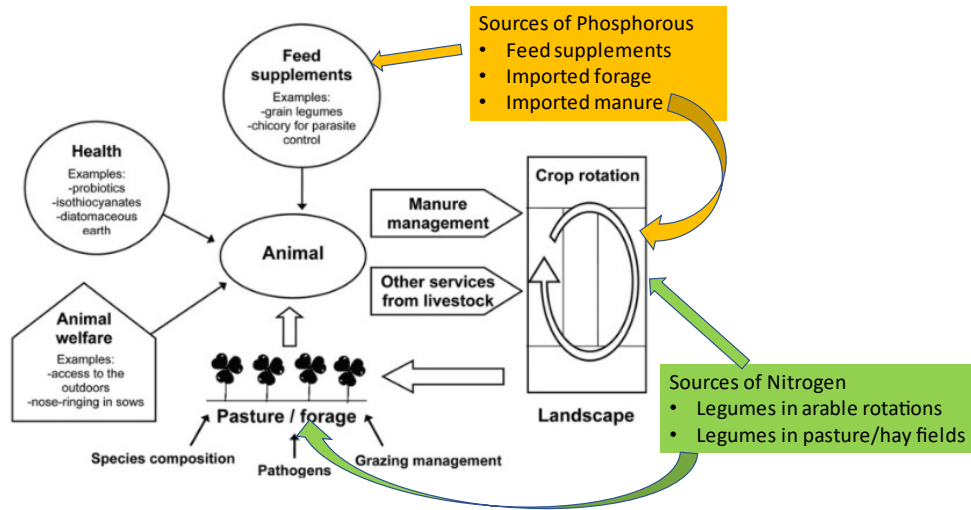


Figure 23. Système intégré de productions animale et végétale illustrant les possibilités d'importation d'azote et de phosphore dans le système agricole.

Quantification des stocks et des flux d'éléments nutritifs

La gestion des éléments nutritifs dans un système biologique de productions animale et végétale doit reposer sur une approche scientifique, et une telle approche nécessite la collecte de données sur la teneur en éléments nutritifs des végétaux et du fumier (figure 24).

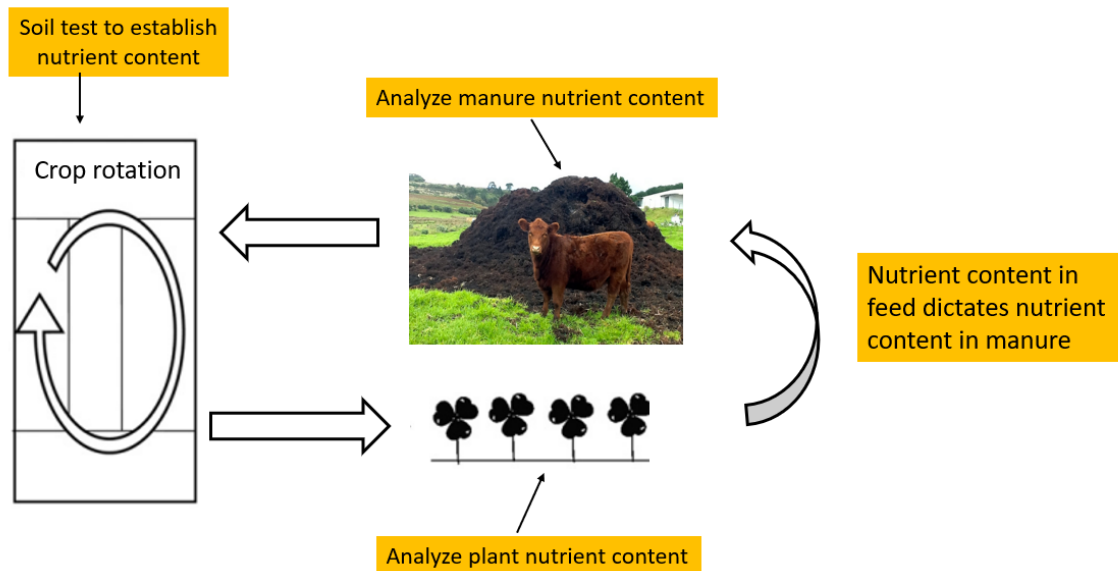


Figure 24. Flux des éléments nutritifs des végétaux et du fumier et possibilités d'analyse de l'équilibre nutritif.

Exemples de systèmes intégrés de productions animale et végétale

En Amérique du Nord, les systèmes de productions animale et végétale utilisés le plus couramment en agriculture biologique sont les suivants : bovins de boucherie-fourrages-grains; bovins laitiers-fourrages-grains (tableau 2). D'autres modèles d'intégration de ruminants et de cultures visent parfois des objectifs différents. Par exemple, à Java, les petits ruminants sont confinés et reçoivent des fourrages en quantité supérieure à leurs besoins aux fins de la production de grandes quantités de compost de fumier de haute qualité (tableau 2).

Type of integrated system	Animal species	Plant species	Reference
1. Mixed farming with beef cattle, Ontario, Canada	Beef cattle	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) hay, cereal, perennial pasture	Clark and Poincelot (1996)
2. Mixed farming with dairy cattle, Germany	Dairy cows	Alfalfa hay, cereal, perennial pasture	Haas et al. (2007)
3. <i>Dehesa</i> system, Spain	Pigs, beef cattle	Oak (<i>Quercus</i> spp.) trees, natural herbaceous cover	Gliessman (2007)
4. Polyface farm, Joe Salatin, Virginia	Pigs, beef cattle, chickens	Forage hay, corn (<i>Zea mays</i> L.), wood chips (perennial trees), barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.), rye (<i>Secale cereale</i> L.), oat (<i>Avena sativa</i> L.)	Pollan (2006); www.polyfacefarms.com
5. Chicken–orchard systems, California and Denmark	Chickens	Walnut trees (<i>Juglans regia</i> L.), apples (<i>Malus</i> Mill.), fall-planted cover crop	Gliessman (2007); Hermansen et al. (2004)
6. Cut-and-carry system for manure production, Upper Java	Small ruminants	Herbaceous perennial	Tanner et al. (2001)
7. Mixed grazing	Beef, pigs	Perennial pasture	Nation (2005); Sehested et al. (2004)
8. Central Italy	Sheep	Perennial pasture, cereals, hazelnut (<i>Corylus</i> L.), vineyard	Ronchi and Nardone (2003)
9. Integrated farming system, India	Ducks, dairy cows, fish, goats	Rice (<i>Oryza sativa</i> L.), azolla (<i>Azolla</i> spp.), vegetables	Jayanth (2006)

Tableau 2. Exemples d'intégration des productions animale et végétale en agriculture biologique. Entz et Thiessen Martens (2009).

En tant qu'omnivores, les porcs offrent de nombreuses possibilités au sein de systèmes agricoles intégrés. Nation (2005) a décrit un système datant de 1916 dans lequel les porcs suivaient les ruminants et mangeaient la bouse de vache (tableau 2). À la ferme Polyface, en Virginie, Joel Salatin utilise des porcs pour composter la bouse de vache; les porcs sont attirés

vers la bouse de vache avec des copeaux de bois sucrés et des grains de céréales. Des systèmes similaires sont utilisés en Allemagne dans les élevages biologiques de porcs et de bovins. Au Canada, on construit un nombre grandissant d'étables spécialement conçues pour un élevage biologique (figure 25).



Figure 25. Porcherie biologique faite sur mesure avec un accès à l'extérieur, [3Gen Organics](#), Wallenstein, Ontario. Références photographiques : Brett Israel.

Les animaux d'élevage sont utilisés depuis des millénaires dans les systèmes agroforestiers. On trouve des systèmes intégrant l'élevage de poulets à la production de fruits de verger ou de noix dans différentes parties du monde. En Espagne, les porcs consomment les glands produits de manière saisonnière dans des chênaies indigènes. On trouve des systèmes de culture et d'élevage hautement intégrés et complexes dans des endroits comme l'Inde et le Viet Nam, où les producteurs combinent animaux, poissons et diverses plantes (Jayanth, 2006, tableau 2). Des champignons et l'azolla (*Azolla spp.*) (fougère fixatrice d'azote) peuvent même faire partie de tels systèmes. Le fumier animal provenant de ces systèmes est parfois utilisé pour la production de biogaz.

Gestion des systèmes intégrés de productions animale et végétale

Pour gérer un système intégré de productions animale et végétale, il faut tenir compte d'un large éventail d'éléments, dont les animaux, les cultures, les sols, les bâtiments, les paysages et les prévisions météorologiques. Les relations entre ces éléments sont également importantes (figure 20). Les normes de production biologique exigent que les animaux aient accès à l'extérieur et aient la possibilité d'interagir socialement, ce qui présente de nouveaux défis et

de nouvelles possibilités en matière de gestion des maladies et des organismes nuisibles, en particulier chez les volailles et les porcs. Il convient donc d'accorder une attention particulière à la santé des animaux et d'adopter de nouvelles approches en matière de soins. L'intégration doit également permettre de tenir compte des services que rendent les animaux aux sols et aux paysages. Tout cela représente de nouveaux enjeux intéressants pour les producteurs et les chercheurs.

Rôle central des pâturages dans les rotations culturales

Les avantages de l'intégration des productions animale et végétale sont en grande partie dus aux plantes vivaces fixant l'azote qui sont incluses dans la rotation (Campbell *et al.*, 1990; Entz *et al.*, 1995; Schiere *et al.*, 2002). Les légumineuses vivaces peuvent mieux améliorer la qualité du sol, réduire la salinisation et enrichir les sols d'azote que peuvent le faire les légumineuses annuelles (Entz *et al.*, 2002). À titre d'exemple, les légumineuses vivaces peuvent fournir 60 % des apports d'azote totaux d'une exploitation laitière biologique (Lynch, 2006). Le broutage des légumineuses vivaces retire moins d'éléments nutritifs du système du sol que le fauchage (Baron *et al.*, 2002), ce qui signifie que les animaux peuvent contribuer à la gestion des éléments nutritifs. En raison de leur port de vivace et de leur régime de coupe, les cultures de foin de luzerne (*Medicago sativa* L.) permettent de lutter efficacement contre certaines des mauvaises herbes les plus néfastes pour les exploitations biologiques : la folle avoine (*Avena fatua* L.), le chardon des champs [*Cirsium arvense* (L.) Scop.] et la moutarde des oiseaux (*Sinapis arvensis* L. *ssp.* *Arvensis*) (Entz *et al.*, 1995, 2001). La lixiviation des nitrates est un risque qu'il faut prendre au sérieux dans un contexte de rotation intensive des légumineuses ou d'utilisation de fumier animal (Drinkwater *et al.*, 1998). Or, des expériences sur le terrain de longue durée montrent que l'inclusion périodique de luzerne à racines profondes dans la rotation élimine le risque de lixiviation (Campbell *et al.*, 1994). Les plantes fourragères vivaces séquestrent davantage de carbone dans le sol que les plantes annuelles et placent également le carbone plus profondément dans le profil du sol (Gentile *et al.*, 2005). Enfin, les plantes vivaces augmentent la teneur en matière organique du sol. Elles sont donc essentielles à la viabilité à long terme des systèmes biologiques et représentent un investissement pour l'avenir (Schiere *et al.*, 2002).

La composition botanique des pâturages est importante pour la productivité et la santé des animaux. Les légumineuses (p. ex. le lotier corniculé) contenant des tanins condensés, tels que les proanthocyanidines polyphénoliques, réduisent le parasitisme chez les jeunes ruminants (Heckendorn *et al.*, 2007). Häring *et al.* (2007) ont constaté que le sainfoin affichait une concentration moyenne en tanins de 5 à 9 % (en fonction de la matière sèche) et que cette concentration augmentait avec l'âge des feuilles. Le trèfle des prés contient de la forménonétine, qui est réputée pour sa capacité à inhiber *Escherichia coli* (Duncan *et al.*, 2000).

Intégration des engrais verts et des systèmes de pâturage

Les renseignements contenus dans la présente section sont tirés de cet article de synthèse en libre accès : THIESSEN MARTENS, J., et M. ENTZ. "Integrating green manure and grazing systems: A review". *Canadian Journal of Plant Science*, 91(5), 2011, p. 811-824.

Les producteurs biologiques utilisent la fixation biologique de l'azote (FBA) par nécessité, et ils le font en incorporant des légumineuses dans leur système agricole. Ils seraient encore plus enclins à adopter une telle pratique s'ils pouvaient augmenter la valeur de leurs cultures d'engrais verts de légumineuses. Or, la façon d'ajouter une valeur immédiate à une culture de couverture ou à une culture d'engrais verts est d'intégrer le broutage au système agricole (Gardner et Faulkner, 1991; Sulc et Tracy 2007). La figure 26 montre des animaux d'élevage broutant des engrais verts au Manitoba.



Figure 26. À gauche : Bovins de boucherie broutant une culture d'engrais verts annuels dans la ferme [Howpark Farms](#), à Brandon, au Manitoba. À droite : Moutons broutant une culture d'engrais verts dans le cadre d'expériences menées à la ferme expérimentale Ian N. Morrison, au Manitoba.

Productivité des engrais verts

Diverses légumineuses annuelles sont couramment cultivées comme engrais verts dans les provinces des Prairies, notamment le pois fourrager, la lentille noire, la gesse cultivée et le mélilot, qui est une plante bisannuelle. D'autres espèces d'engrais verts annuelles moins courantes comprennent la féverole, la vesce velue, la vesce laineuse, le pois de Tanger, la luzerne annuelle et le trèfle de Berseem. Les plantes fourragères vivaces telles que la luzerne et le trèfle des prés peuvent également être cultivées en peuplements d'une seule année et être traitées comme des cultures d'engrais verts annuelles (Bullied *et al.*, 2002).

Dans les conditions de croissance typiques de la zone de sol noir, les cultures d'engrais verts de légumineuses annuelles peuvent généralement produire 5 000 kg/ha de matières sèches

(MS). Dans les régions plus sèches telles que la zone de sol brun, la production de biomasse d'engrais verts de légumineuses annuelles peut généralement atteindre 2500 kg/ha (McCartney et Fraser, 2010).

Les cultures d'engrais verts de légumineuses comblent de 40 à 80 % de leurs besoins en azote grâce au processus de fixation (Sarrantonio, 1998), et l'azote fixé est ensuite rendu disponible à d'autres cultures. La quantité d'azote fournie par une culture d'engrais verts de légumineuses dépend de la quantité de matières sèches produite, de la concentration en azote du matériel végétal ainsi que du rapport entre la quantité d'azote fixé et la quantité d'azote qui est absorbé dans le sol. Sarrantonio (1998) suggère que la quantité d'azote contenue dans la partie aérienne de la plante est à peu près équivalente à la quantité d'azote fixé. La concentration en azote des légumineuses se situe généralement entre 25 (Peoples *et al.*, 2001) et 30 g/kg de matières sèches (Zentner *et al.*, 2004). Avec des rendements typiques en matières sèches de 2500 et 5000 kg/ha pour les zones de sol brun et les zones de sol noir respectivement, la contribution en azote des engrais verts serait de 63 à 75 kg/ha et de 125 à 150 kg/ha pour les zones de sol brun et les zones de sol noir respectivement, en supposant qu'il n'y ait pas de pertes dans le système. Badaruddin et Meyer (1990) ont constaté qu'une culture d'engrais verts de légumineuses fournissait 150 kg/ha d'azote aux cultures de blé subséquentes dans le Dakota du Nord.

Aptitude des cultures d'engrais verts au broutage

Les fourrages de cultures d'engrais verts de légumineuses annuelles sont généralement riches en éléments nutritifs, car les plantes sont généralement jeunes au moment de l'interruption de leur croissance (Gardner et Faulkner, 1991). Leurs teneurs en protéines et en minéraux sont plus élevées que celles des engrais verts de graminées (Hafley *et al.*, 1987; Fraser *et al.* 2004). La teneur en protéines brutes des légumineuses annuelles (dont la vesce velue, la gesse cultivée, les trèfles, les luzernes et les pois) varie entre 8 et 29 % (Hafley *et al.*, 1987; Shrestha *et al.*, 1998; Fraser *et al.*, 2004). Selon ces auteurs, les paramètres de qualité du fourrage de bon nombre des espèces étudiées répondraient aux besoins nutritionnels des vaches de boucherie. Pour la production animale, la concentration optimale en protéines brutes varie entre 7 et 19 % de matières sèches en fonction de l'espèce végétale et de son stade physiologique (Buxton et Mertons, 1995). En fait, la teneur en protéines de certains engrais verts de légumineuses annuelles pourrait être trop élevée pour une nutrition optimale. Carr *et al.* (1998) ont constaté que faire passer de 93 à 185 grains m² la composante céréalière d'une culture intercalaire de céréales et de pois permettait de réduire la teneur en protéines brutes du fourrage; la culture intercalaire de légumineuses annuelles avec des céréales pourrait alors ramener la teneur en protéines d'une culture d'engrais verts annuelle à l'intérieur d'une fourchette plus souhaitable. Par ailleurs, comme la teneur en protéines brutes des légumineuses diminue avec la maturité de la plante (Hafley *et al.*, 1987), le pâturage d'engrais

verts à un stade de développement végétal plus avancé pourrait permettre d'atteindre le même objectif de diminution.

Les conclusions d'études sur l'appétence des engrais verts annuels varient. Alors que de nombreuses études montrent que la vesce velue est un bon fourrage (Undersander *et al.*, 1990; Miller et Hoveland, 1995; Hannaway et Larson, 2004), d'autres études concluent que les animaux d'élevage n'en raffolent pas (SAN 1998, p. 119) ou qu'il faut conditionner les animaux à en manger (Kansas Rural Center, 1998). Les agneaux de pâturage semblent beaucoup aimer le dolique et le soja [*Glycine max* (L.) Merr.] (Sheaffer *et al.*, 1992). Dans un système de pâturage intensif, les animaux d'élevage sont facilement conditionnés à manger une variété de fourrages, y compris ceux dont ils n'aimaient pas le goût au départ (Marten, 1978; Thiessen Martens, observation non publiée, 2009, 2010).

Aussi, les légumineuses annuelles s'adaptent différemment au pâturage. De nombreuses légumineuses annuelles à grosses graines (légumineuses à grains) ne repoussent pas bien après avoir été coupées ou broutées, tandis que les légumineuses à petites ou moyennes graines telles que le trèfle Berseem et les vesces offrent un certain potentiel de repousse (Fraser *et al.*, 2004). Malgré cela, comme un broutage ras supprimera les bourgeons axillaires et limitera la repousse de la vesce velue, celle-ci ne devrait pas être broutée avant d'avoir atteint une hauteur de 15 cm (Miller et Hoveland, 1995; Sheaffer et Evers, 2007). Par ailleurs, le broutage entraîne un tassement des sols, l'engrassement des fourrages et une redistribution des éléments nutritifs, ce qui peut affecter la productivité des plantes fourragères (Follett et Wilkinson, 1995).

Selon la conception du système de paissance sur engrais verts, la repousse après le broutage peut être souhaitable ou ne pas l'être. Par exemple, un producteur souhaitant interrompre la croissance d'une culture d'engrais verts annuelle sans recourir au travail du sol peut tirer parti de la faible persistance de la culture au pâturage. Avec la plupart des cultures d'engrais verts annuelles, un système de pâturage intensif avec peu ou pas de repousse peut être plus facile à gérer. La croissance rapide des plantes peut représenter un défi logistique pour les systèmes de paissance sur engrais verts. Du point de vue de la fixation de l'azote, le moment optimal pour interrompre la croissance des cultures d'engrais verts annuelles est la mi-floraison, lorsque la production de biomasse a atteint son maximum et avant la grenaison. Le pâturage de cultures d'engrais verts annuelles à grande échelle peut nécessiter l'échelonnage des dates de semis ou l'implantation de plusieurs cultures d'engrais verts atteignant la maturité à différents moments afin que le broutage de chacune d'elles puisse avoir lieu au stade phénologique approprié. La culture d'un mélange fourrager comprenant une légumineuse à potentiel de repousse peut offrir une certaine souplesse dans le choix du moment de la récolte. Ross *et al.* (2005) ont rapporté une teneur en protéines brutes plus élevée après la première coupe hâtive d'une culture intercalaire d'avoine (*Avena sativa* L.) et de trèfle

Berseem, mais cette coupe n'a pas influé sur le rendement total en matières sèches en raison de la croissance compensatrice du trèfle Berseem.

Étant donné que l'objectif principal des cultures d'engrais verts de légumineuses est d'améliorer la fertilité du sol, en particulier en ce qui concerne l'azote, l'incidence du pâturage sur le cycle des éléments nutritifs est de la plus haute importance. L'intégration d'herbivores dans le système peut affecter la distribution et le renouvellement des éléments nutritifs dans la zone pâturée, influencer sur les processus responsables de la perte d'éléments nutritifs (dont la lixiviation et la volatilisation de l'ammoniac) et entraîner la conversion d'éléments nutritifs en produits animaux (Russelle, 1992; Follett et Wilkinson, 1995; Whitehead, 1995, 2000).

Exemple d'utilisation d'un système novateur de paissance sur engrais verts en agriculture biologique

La figure ci-dessous (figure 27) décrit deux scénarios de paissance sur engrais verts visant à fournir de l'azote à un système d'agriculture biologique au Manitoba. Les deux scénarios commencent par l'ensemencement de seigle d'automne comme culture de couverture. Dans le scénario du haut, les moutons ont brouté le seigle d'automne jusqu'à la fin du mois de mai, puis la terre a été labourée et ensemencée en pois et en avoine pour le pâturage de fin de saison. Le gain net d'azote obtenu a été de 109 kg N/ha. Dans le scénario du bas, le seigle d'automne a été récolté pour le grain. Cependant, au début du printemps, une culture de couverture de trèfle des prés a été ensemencée dans le seigle d'automne, et ce trèfle a été brouté en fin de saison. Un gain net d'azote de 36 kg N/ha a été obtenu. Les deux scénarios ont permis de fournir des fourrages répondant aux objectifs de gain de poids vif des moutons.

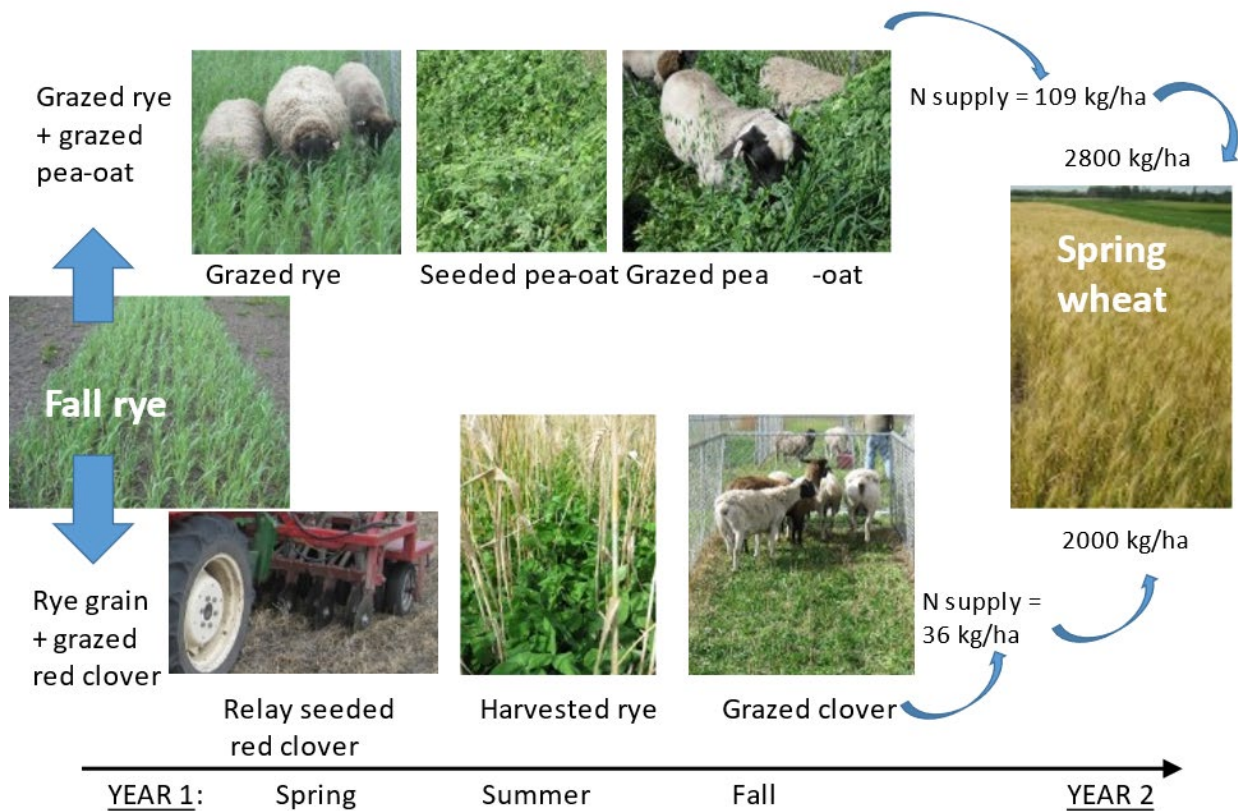


Figure 27. Deux scénarios de paissance sur engrais verts visant à fournir de l'azote à un système d'agriculture biologique. Recherche de l'Université du Manitoba menée à Carman, au Manitoba.

Production animale

En s'appuyant sur des rapports de production de biomasse et des paramètres de productivité animale connus, il est possible d'estimer le potentiel de gain de poids vif des animaux dans un système de paissance sur engrais verts. Les estimations des besoins en fourrage par unité de poids vif pour le bétail au pâturage varient en fonction de l'espèce animale ainsi que du stade physiologique et de la qualité du fourrage. En général, les indices de consommation obtenus pour des ovins et des bovins nourris au fourrage varient de 9:1 à 17:1 selon des calculs effectués par Sheaffer *et al.* (1992), Orr *et al.* (1995), Estermann *et al.* (2001, 2003) et Speijers *et al.* (2004). Avec une production de matières sèches fourragères de 5 000 kg/ha, une utilisation des fourrages de 50 % et un indice de consommation de 14, le gain de poids vif obtenu au moyen d'un système de paissance sur engrais verts dépasserait 175 kg/ha. Avec les mêmes hypothèses mais une production de matières sèches fourragères de 2500 kg/ha, le gain de poids vif se rapprocherait de 90 kg/ha.

Aspects économiques des systèmes intégrés de productions animale et végétale

Anderson et Schatz (2003) ont comparé des exploitations mixtes et des exploitations spécialisées en production végétale du Dakota du Nord. Ce qu'ils ont constaté, c'est que les exploitations mixtes avaient un rendement net plus élevé (écart de 2 500 \$ à 22 000 \$), une valeur nette plus élevée (écart de près de 9 000 \$) et un coefficient de variation du revenu beaucoup plus faible que les exploitations spécialisées en production végétale. Voilà qui illustre bien l'avantage économique des systèmes intégrés de productions animale et végétale en général.

Les aspects économiques de la paissance des engrais verts et des cultures de couverture ont été moins étudiés, en particulier dans les régions où la saison est courte. Cependant, les quelques rapports disponibles suggèrent que la paissance augmente la rentabilité des engrais verts et des cultures de couverture. Selon des analyses de rentabilité de diverses rotations culturales au Wyoming, le remplacement de la jachère d'une rotation de blé d'hiver par une culture d'engrais verts ensemencée à l'automne et broutée au printemps a augmenté le rendement net de l'année de jachère ou d'engrais verts d'environ 15 \$/acre (37 \$/ha). La paissance d'engrais verts en remplacement de la jachère a aussi réduit de manière importante la variabilité du revenu (Krall, 2002; Haag *et al.*, 2003). Un rapport préliminaire du Montana montre qu'une culture d'engrais verts annuelle de pois ou de lentilles ensemencée à l'automne et broutée au printemps pouvait augmenter le revenu net de 10 \$/acre (24,70 \$/ha; Montana State University News Service, 2008). Des chercheurs travaillant dans des régions au climat plus chaud, comme le sud-est des États-Unis, ont observé des rendements nets annuels de 185 à 200 \$/ha provenant du broutage de cultures de couverture d'hiver (cité dans Franzluebbbers, 2007) et des rendements nets encore plus élevés de 365 \$/ha par rapport aux coûts variables provenant du broutage de cultures de couverture d'hiver et d'été (Franzluebbbers et Stuedemann, 2007).

Principaux coûts et avantages associés aux systèmes de paissance sur engrais verts

Le principal avantage économique d'un système de paissance sur engrais verts est le gain de poids vif des animaux ou la hausse de production de lait qui peut en résulter. L'importance de cet avantage dépend de la productivité des engrais verts (c'est-à-dire de la biomasse fourragère produite), de la productivité animale et de la valeur des produits animaux. Supposons que les prix des bovins d'engraissement (901 lb et plus) et des agneaux (50-100 lb) est de 2,20 \$ à 2,55 \$/kg et de 3,70 \$ à 4,40 \$/kg respectivement. Avec ces prix et un gain de poids vif de 175 kg/ha dans la zone de sol noir, comme nous l'avons vu plus haut, le revenu brut tiré de la paissance sur engrais verts peut varier de 385 \$ à 770 \$/ha. Avec un gain de poids vif de 90 kg/ha dans la zone de sol brun, le revenu brut peut varier de 198 à 396 \$/ha.

Les coûts d'un système de paissance sur engrais verts comprennent évidemment ceux liés à l'établissement de la culture d'engrais vert, aux infrastructures de pâturage (clôtures, sources

d'eau, etc.) et à la main-d'œuvre nécessaire pour gérer un tel système. Ce sont des coûts que la plupart des producteurs biologiques assument déjà, qu'ils aient fait brouter ou non leurs cultures d'engrais verts auparavant. Toutefois, ce sont d'ordinaire des coûts qui s'ajoutent pour les producteurs n'ayant pas l'habitude de produire d'engrais verts. Le passage d'un système sans animaux d'élevage à un système de production mixte avec animaux d'élevage nécessite beaucoup d'investissements et peut poser des enjeux financiers (Wilkins, 2008). Les coûts d'un nouveau système de pâturage en rotation (ce qui inclut les clôtures et les systèmes d'abreuvement) peut atteindre 3 070 \$/acre (Undersander *et al.*, 2002). Selon Anderson et Schatz (2003), en ajoutant des bovins à une exploitation typique de 485 ha dans le Dakota du Nord (parc d'élevage), les producteurs augmentent annuellement leurs fonds d'exploitation de 7 200 \$ à 8 200 \$, mais ils peuvent toutefois répartir l'amortissement de leurs machines agricoles sur plus d'une entreprise.

Les besoins en main-d'œuvre des systèmes cultureux avec animaux d'élevage peuvent être deux fois plus élevés que ceux des systèmes cultureux sans animaux d'élevage, mais seule une partie de la main-d'œuvre supplémentaire nécessaire concurrence directement les activités culturelles. Dans le cas du pâturage d'engrais verts, la majeure partie de la gestion du pâturage a lieu au milieu de l'été, lorsque les besoins en main-d'œuvre liés aux cultures sont moindres qu'au moment des semis ou des récoltes. Pour une exploitation qui possède déjà des animaux d'élevage, les coûts associés à la main-d'œuvre et à l'infrastructure supplémentaires nécessaires à la mise en œuvre d'un système de paissance sur engrais verts seraient relativement faibles. Toutefois, l'installation de clôtures et de dispositifs d'abreuvement dans des champs qui n'étaient pas en pâturage auparavant peut entraîner des coûts supplémentaires.

Chapitre 7. Agronomie de l'agriculture biologique

Des renseignements sur l'agronomie de l'agriculture biologique sont accessibles en anglais seulement sur la page Web d'[Organic Alberta Pivot and Grow](#). Cinq séances de formation préparées et animées par Martin Entz traitent de sujets tels que

Leçon 1 – Rotations et Gestion des Éléments Nutritifs

Leçon 2 – Semences et Ensemencement

Leçon 3 – Gestion des Insectes et des Maladies

Leçon 4 – La santé des Sols Dans les Systèmes d'Agriculture Biologique

Leçon 5 – Questions et Réponses

Remerciements et crédits

Je remercie tous ceux et celles qui m'ont aidé tout au long de mon « parcours biologique ». Je pense ici aux membres de ma famille et de mon personnel, à mes étudiants, aux producteurs qui m'ont reçu dans leur ferme et transmis leur savoir-faire et à l'Université du Manitoba qui m'a donné la liberté universitaire de poursuivre cette recherche.

Remarque : Sauf indication contraire, toutes les photos ont été prises par l'auteur.

Citations

CAMPBELL, C.A., R. P. ZENTER, H. H. JANZEN, et K. E. BOWREN. "Crop rotation studies on the Canadian prairies", 1990 (n° 1841/E).

ENTZ, M.H., et J. R. THIESSEN MARTENS. Organic crop–livestock systems. "Organic farming: The ecological system", 54, 2009, p. 69-84.

HOLLING, C. S. (dans "Panarchy", Lance H. Gunderson et C. S. Holling : figure 2.1, p. 34. Copyright 2002, Island Press, 1986); HOLLING, C. S. "Adaptive environmental assessment and management". International Institute for Applied Systems Analysis, Wiley, 1978.

KISSINGER, M. "International trade related food miles–The case of Canada. *Food policy*", 37(2), 2012, p.171-178.

OMINSKI, P.D., M. H. ENTZ, et N. KENKEL. "Weed suppression by *Medicago sativa* in subsequent cereal crops: a comparative survey. *Weed Science*", 1999, p. 282-290.

RHODES, J. S. "Mind Maps". JJ Fast Publishing, LLC, 2021.

RADA, N.E. et K.O. FUGLIE. "New perspectives on farm size and productivity. *Food Policy*", 84, 2019, p. 147-152.

THIESSEN MARTENS, J., et M. ENTZ. "Integrating green manure and grazing systems: A review", *Canadian Journal of Plant Science*, 91(5), 2011, p. 811-824.

WEINBERG, G.M. "An Introduction to General Systems Thinking: Dorset House", 1975.

WHITE, K.E., M. A. CAVIGELLI, A. E. CONKLIN, et C. RASMANN. "Economic performance of long-term organic and conventional crop rotations in the Mid-Atlantic", *Agronomy Journal*, 111(3), 2019, p. 1358-1370.



Platinum Sponsors



GRAIN MILLERS



Silver Sponsors



Friend

The Canadian Organic Ingredient Strategy is funded by



Pour en savoir plus sur le Prairie Organic Development Fund
www.organicdevelopmentfund.org

Pour plus de ressources de production biologique
www.pivotandgrow.com



Le [Prairie Organic Development Fund](#) (PODF) est une plateforme d'investissement créée pour développer l'agriculture et la commercialisation biologiques dans les Prairies canadiennes. Le PODF renforce la résilience en investissant dans des associations provinciales biologiques (Capacity Fund) et des programmes à fort impact (Innovation Fund) liés au marketing, à la recherche, aux politiques, à l'éducation et au développement des capacités qui présentent un large intérêt public pour le secteur biologique. Le fonds est dirigé par un conseil composé de producteurs biologiques, d'acheteurs de grains, de marques biologiques, de chercheurs et d'organismes provinciaux.

La **Stratégie Canadienne sur les Ingrédients Biologiques (COIS)** fournit aux agriculteurs des outils et du soutien pour intégrer des pratiques agricoles biologiques qui aident à répondre à la demande croissante d'aliments biologiques au Canada. Les outils développés dans le cadre de ce projet permettront aider les agriculteurs Canadiens à bénéficier de connaissances et de compétences accrues en matière de méthodes d'agriculture biologique, ce qui peut améliorer la santé des sols et renforcer la résilience des fermes face à l'évolution des marchés et aux changements climatiques.

Visitez www.pivotandgrow.com pour en savoir plus sur les outils créés dans le cadre de COIS.