

# Briser le cercle vicieux : une approche systémique de la gestion des mauvaises herbes dans la production biologique

Dr. Dilshan Benaragama

Mars 2023

## INTRODUCTION

### Le contexte

Les mauvaises herbes sont considérées comme un groupe de plantes nuisibles et leur éradication est devenue la norme dans la plupart des systèmes de production agricole, car elles entraînent des pertes économiques pour la plupart des agriculteurs lorsqu'elles ne sont pas gérées correctement. Les mauvaises herbes représentent désormais le principal défi, après la fertilité du sol, dans la plupart des fermes biologiques de l'Ouest canadien. La mise en œuvre de programmes efficaces de gestion des mauvaises herbes est un défi de taille pour les grandes fermes. Les fermes biologiques dépendent fortement du travail du sol pour gérer les mauvaises herbes et cette dépendance excessive a des répercussions négatives sur la fertilité des sols, la productivité des cultures et la gestion ultérieure des mauvaises herbes, créant ainsi un cercle vicieux. Contrairement à la gestion des mauvaises herbes dans les fermes conventionnelles, la gestion des mauvaises herbes dans les fermes biologiques requiert un cadre philosophique unique. La première chose à savoir est qu'il est impossible d'éradiquer les mauvaises herbes dans les fermes biologiques en raison de l'absence d'une stratégie unique de gestion des mauvaises herbes très efficace pouvant se substituer aux herbicides dans l'agriculture conventionnelle. Deuxièmement, il est important de comprendre que le principal facteur qui limite le rendement des fermes biologiques de l'Ouest canadien ne concerne pas les mauvaises herbes, mais la fertilité du sol. Troisièmement, contrairement aux systèmes conventionnels, les mauvaises herbes présentent de plus grands avantages pour les écosystèmes des systèmes biologiques, tels que le cycle des nutriments, le contrôle de l'érosion du sol et l'hébergement d'organismes bénéfiques (insectes et micro-organismes) qui présentent de nombreux avantages pour l'agroécosystème. Par conséquent, les fermes biologiques doivent absolument concevoir une approche

holistique à long terme des systèmes de culture et des agroécosystèmes pour la gestion des mauvaises herbes, comprendre les priorités et reconnaître que les mauvaises herbes sont une composante de l'agroécosystème.

### Les grands principes de la nature

Dans les systèmes naturels, les composantes biotiques (cultures, mauvaises herbes, insectes et micro-organismes) et abiotiques (sol, facteurs environnementaux et gestion des cultures) sont fortement corrélées et les changements dans l'une peuvent avoir des conséquences directes ou indirectes sur l'autre. L'approche de l'agroécosystème consiste à prendre en compte les interactions entre les différents éléments d'une ferme et ses interactions avec l'environnement afin d'optimiser la prise de décision en matière de gestion. Les systèmes de culture biologique étant plus proches d'un système naturel que les systèmes conventionnels, la compréhension de ces interactions entre les composants est essentielle à l'augmentation de la productivité générale des systèmes. Cette approche consiste à accroître la productivité générale du système (les cultures, leur disposition dans le temps et dans l'espace, et toutes les pratiques de gestion des cultures) grâce à une approche holistique de la gestion des sols, des mauvaises herbes, des ravageurs et des maladies. Le principe général le plus important qui s'applique à la stabilité, à la résilience et à la durabilité des systèmes est d'imiter les systèmes naturels en augmentant la diversité et en réduisant les perturbations dans le système de culture. Par conséquent, les systèmes de production de cultures biologiques doivent être conçus de manière à minimiser les perturbations et à accroître la diversité afin de gérer les mauvaises herbes et d'améliorer la productivité générale.

## APPROCHE SYSTÉMIQUE

### Renforcer la productivité des sols (premier principe)

Concevoir des systèmes de culture pour augmenter la productivité et améliorer la fertilité des sols est une condition préalable à une bonne gestion des mauvaises herbes. Produire une culture saine et vigoureuse est l'exigence la plus fondamentale dans l'approche systémique de la gestion des mauvaises herbes. Par conséquent, une culture qui pousse rapidement, établit une bonne couverture du sol et produit une biomasse suffisante peut concurrencer fortement les mauvaises herbes, réduisant ainsi leur émergence, leur croissance et leur production de semences. Les cultures biologiques ont le plus souvent tendance à s'établir lentement et à réduire la couverture du sol dans les premiers stades, ce qui offre aux mauvaises herbes une bonne occasion d'émerger, de croître et de l'emporter sur les autres. Une culture saine et vigoureuse peut toujours bien concurrencer les mauvaises herbes. Comme la faible fertilité du sol et l'abondance des mauvaises herbes entraînent simultanément une baisse des rendements biologiques, la plupart des agriculteurs doivent s'attaquer à ces deux problèmes en même temps. Cependant, certaines expériences menées dans le cadre d'un essai comparatif à long terme entre les systèmes biologiques et conventionnels à Saskatoon, en Saskatchewan, par Benaragama et coll. (2016, 2020) ont révélé que les mauvaises herbes n'étaient pas le principal facteur limitant le rendement dans les systèmes biologiques, mais plutôt la fertilité du sol. Ces études ont également mis en évidence que la conception de systèmes de culture visant à améliorer la fertilité des sols devrait représenter une priorité pour la plupart des fermes biologiques. L'accent mis sur la fertilité et la qualité des sols peut aider

les agriculteurs à sortir du cercle vicieux de la fertilité des sols, de la gestion des mauvaises herbes et du travail du sol (figure 1).

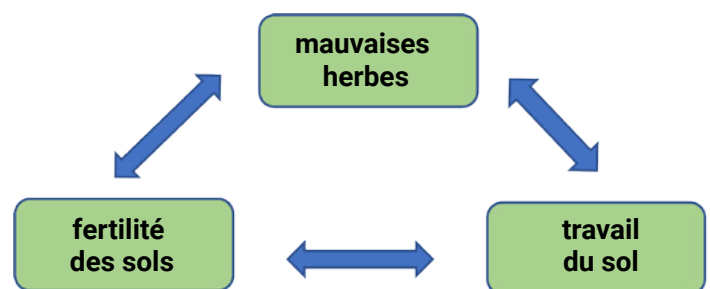


Figure 1. Le cercle vicieux observé dans la plupart des fermes biologiques. Le principal outil de lutte contre les mauvaises herbes dans les fermes biologiques est le travail du sol. Un travail excessif du sol entrave l'amélioration de la fertilité et de la qualité des sols. Une mauvaise fertilité du sol est le principal obstacle à l'obtention d'une culture saine et vigoureuse, capable de supplanter les mauvaises herbes tout en offrant une immunité contre les ravageurs et les maladies. Enfin, les agriculteurs doivent s'appuyer davantage sur le travail du sol pour gérer les mauvaises herbes qui émergent et se propagent à partir d'un peuplement de cultures pauvres et non compétitives.

La plupart des systèmes biologiques s'appuient sur des cultures de couverture d'engrais verts pour renforcer la fertilité du sol et gérer les mauvaises herbes, mais la production d'une bonne biomasse de cultures de couverture peut s'avérer difficile en raison des problèmes d'humidité et de fertilité du sol rencontrés dans de nombreuses fermes biologiques. Plus particulièrement, la plupart des cultures biologiques des prairies se sont révélées déficientes en phosphore (P) en raison du manque de P disponible dans le sol, ce qui pourrait être la principale raison de la faible productivité générale (Martin et coll. 2007). Une mauvaise plantation de la culture de couverture réduit la fertilité du sol pour les cultures suivantes, ce qui permet aux mauvaises herbes de supplanter les cultures, de produire des graines de mauvaises herbes et de persister, obligeant finalement les agriculteurs à recourir au travail du sol pour gérer les mauvaises herbes. L'utilisation excessive du travail du sol entraîne la dégradation du sol et réduit encore sa fertilité. Ce cercle vicieux ne peut être rompu qu'en concevant des systèmes de culture qui améliorent la fertilité des sols.

Dans cette approche, il est important d'inclure dans la rotation une culture d'engrais vert qui renforce la fertilité du sol pendant toute la saison et de compléter les sources d'éléments nutritifs du sol par divers moyens (par exemple, fumier de ferme, compost, minéraux organiques certifiés, etc.) L'intégration des principes fondamentaux de la nature, l'augmentation de la diversité et la réduction des perturbations du sol s'appliquent également au renforcement de la fertilité du sol et donc à la gestion des mauvaises herbes. La présence de plusieurs espèces dans l'engrais vert présente plus d'avantages que la présence d'une seule espèce (Halde et coll. 2014). Il est également important de maintenir ou d'améliorer la qualité des sols en réduisant l'érosion, la dégradation des sols et les pertes d'éléments nutritifs par différents moyens, y compris la réduction de l'utilisation excessive du travail du sol. Une bonne culture d'engrais vert remplit une double fonction. Elle apporte les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des cultures céréalières, ainsi que la biomasse et la couverture végétale nécessaires à la gestion des mauvaises herbes. Ainsi, la gestion des phases d'engrais vert et de culture commerciale et l'enrichissement du sol ont des rôles écologiques multiples pour l'agroécosystème. En outre, une culture saine et vigoureuse est également essentielle pour résister aux maladies et autres parasites.

## Réduire les perturbations et le travail du sol (deuxième principe)

Le travail du sol est considéré comme une arme à double tranchant, car il présente à la fois des avantages et des inconvénients pour la production agricole. Il est souvent affirmé que le principal obstacle au maintien de la santé des sols est l'utilisation excessive du travail du sol dans les systèmes biologiques pour gérer les mauvaises herbes. Conformément aux deux principes de la nature, il est important d'accroître la diversité des rotations de cultures tout en minimisant les perturbations du sol. Bien que le travail du sol soit un outil majeur de gestion des mauvaises herbes dans les systèmes biologiques, il importe de prendre conscience des avantages et des inconvénients généraux du travail du sol à long terme. La réduction du travail du sol rétablit la santé du sol, augmente la teneur en matières organiques et en carbone, améliore la structure du sol et minimise l'érosion du sol (Carter 2002, Hobbs 2007), ainsi que l'activité microbienne générale et l'efficacité de l'utilisation des ressources. Comme l'augmentation de la productivité de l'ensemble du système est le principe fondamental de la lutte contre les mauvaises herbes dans les systèmes biologiques, les agriculteurs doivent toujours trouver un équilibre à long terme entre la fertilité du sol et la gestion des mauvaises herbes.

Les systèmes biologiques s'appuient fortement sur des processus écologiques pour enrichir le sol et gérer les mauvaises herbes, les parasites et les maladies. Le travail du sol s'oppose à ces processus écologiques, dégradant la santé des sols et augmentant les émissions de carbone. Bien qu'il soit difficile de réduire le travail du sol, une approche systémique avec une conception appropriée de tous les composants peut contribuer à réduire la dépendance au travail du sol dans les systèmes biologiques et à briser le cercle vicieux (figure 1). Dans la majorité des fermes biologiques, la fertilité des sols et la gestion des mauvaises herbes représentent aujourd'hui le dilemme de l'œuf et de la poule, car ces deux éléments sont très interdépendants. Toutefois, la fertilité du sol devrait être prioritaire et s'occuper de la fertilité du sol conduit finalement à une meilleure gestion des mauvaises herbes et à une réduction du travail du sol dans les fermes biologiques. Parallèlement aux avantages directs de la réduction du travail du sol sur la fertilité et la qualité du sol, le travail du sol a des implications directes sur la gestion des mauvaises herbes. La réduction du travail du sol peut réduire l'émergence des mauvaises herbes et épuiser les banques de semences du sol en raison de la prédation accrue des semences de mauvaises herbes.

La première étape pour atteindre cet objectif consiste à réduire la fréquence et l'intensité du travail du sol en adoptant des outils à invasion minimale, en incorporant des cultures de couverture dans la rotation et en roulant pour mettre fin aux cultures d'engrais verts. Les systèmes de culture doivent être conçus de manière à ce qu'une augmentation des mauvaises herbes, en particulier des mauvaises herbes vivaces, due à une réduction du travail du sol soit gérée à l'aide d'autres tactiques telles que

la diversification des cultures et l'intégration de stratégies de gestion mécanique non invasives des mauvaises herbes, telles que le hersage et le binage. Cela dit, le travail du sol peut être un élément essentiel de la production agricole, selon la région. Cependant, le maintien ou l'augmentation de la qualité générale du sol est de la plus haute importance. Même si un travail du sol excessif peut éroder la qualité du sol, une planification et une conception adéquates des systèmes de culture avec des engrais verts et du fumier de ferme peuvent compenser ce phénomène à long terme. Ce qui importe, c'est d'augmenter la séquestration du carbone, d'accumuler du carbone organique dans le sol et d'améliorer la structure du sol, que le travail du sol soit effectué ou non. La production de cultures céréalières saines et vigoureuses, ainsi que de cultures de couverture d'engrais verts, s'en trouvera facilitée.

## Augmenter la diversité des cultures (troisième principe)

Concevoir des systèmes de culture qui incluent une diversité de pratiques de gestion des cultures ciblant différents moments du cycle de vie des mauvaises herbes peut être bénéfique à la fois pour gérer la concurrence et la persistance des mauvaises herbes dans les cultures. Dans cette approche, les rotations de cultures et les systèmes de cultures de couverture peuvent s'avérer très utiles.

### Cultures de couverture

Les cultures de couverture devraient constituer un élément clé dans la conception d'un système de culture biologique. Les cultures de couverture, lorsqu'elles sont bien gérées, peuvent offrir de multiples avantages tels que le renforcement de la fertilité du sol, l'étouffement des mauvaises herbes, la réduction de l'érosion du sol, la conservation de l'humidité et la rupture des cycles des ravageurs et des maladies. Les avantages des cultures de couverture pour la gestion des mauvaises herbes résultent de la croissance des cultures de couverture, du paillage des cultures de couverture et parfois des effets allélopathiques (comme pour le seigle d'automne). Le secret de la réussite de la gestion des mauvaises herbes à l'aide de cultures de couverture est la production d'une culture à forte biomasse. La fertilité et l'humidité du sol, ainsi que le choix de l'espèce ou du mélange d'espèces adéquat sont donc des facteurs cruciaux. Selon Tisdale et coll. (1991), une couverture du sol de 97 % est importante pour contrôler 75 % des mauvaises herbes. D'une manière générale, il est important d'avoir une culture de biomasse de 6 000 à 8 000 kg de matière sèche par hectare pour obtenir ces avantages en matière de gestion des mauvaises herbes. Des biomasses élevées peuvent être obtenues grâce à une culture de couverture céréalière, mais il sera difficile de produire une culture à forte biomasse avec les espèces de légumineuses les plus courantes. La vesce velue (*Vicia villosa* L.), légumineuse d'engrais vert la plus répandue, peut fournir des avantages en matière d'azote, mais sa productivité en biomasse est inférieure à celle du seigle céréalière. Le mélange de ces deux espèces peut représenter une solution de rechange pour atteindre les deux objectifs dans une certaine mesure. Ou encore, la culture d'une couverture de céréales d'hiver une année pour la production d'ensilage, suivie d'un semis tardif de légumineuses pour les céréales et de la culture d'un engrais vert de légumineuses (semé au printemps) une autre année, peut constituer une approche équilibrée pour le renforcement de la fertilité du sol et la gestion des mauvaises herbes.

La question de savoir si la culture de couverture ou d'engrais vert est incorporée ou roulée pour la fin de la culture doit être déterminée en fonction de la ferme. Même si les systèmes de culture de couverture sans travail du sol présentent de nombreux avantages, beaucoup de compétences, de machines et d'engagement sont nécessaires pour terminer et semer dans les résidus de culture de couverture. Les cultures de couverture dans la rotation doivent être planifiées de manière à briser le cercle vicieux (figure 1). Pour ce faire, il faut prévoir plusieurs phases de culture de couverture avec des objectifs de fertilité du sol et de gestion des mauvaises herbes au début, car il est parfois difficile d'atteindre ces objectifs en une seule phase de culture de couverture, en particulier aux premiers stades de la transition vers l'agriculture biologique.

### Diversité fonctionnelle dans les rotations de cultures

Pour réduire l'émergence et la concurrence des mauvaises herbes tout en réduisant leur persistance, il est impératif de concevoir des rotations de cultures qui présentent une diversité fonctionnelle. La diversité fonctionnelle dans la rotation des cultures implique de cultiver des cultures ayant des formes de vie différentes (annuelles, vivaces), des saisons de croissance différentes (saison chaude, saison froide), des dates de semis différentes (précoces, plus tardives), des capacités concurrentielles différentes (courtes, hautes), des périodes de récolte différentes (précoces, tardives) et des types de récolte différents (ensilage, céréales) sur la base d'un système de rotation. Plutôt que de se contenter d'une rotation des cultures, la présence de cette fonctionnalité différente dans les cultures rend la rotation moins intéressante pour les mauvaises herbes. Ainsi, dans une rotation de cultures, les cultures doivent être disposées avec des types différents tels que saison fraîche contre saison chaude, cultures de printemps contre cultures d'été, et cultures céréalières contre cultures fourragères. Par exemple, en règle générale, il est connu qu'une culture de luzerne

sur trois ans peut être une bonne stratégie pour lutter contre les mauvaises herbes vivaces telles que le chardon des champs et les plantes annuelles telles que la folle avoine. Toutefois, pour les agriculteurs qui ne voient pas d'autres avantages à cultiver de la luzerne pendant trois ans, une rotation des cultures est possible avec des céréales d'hiver coupées pour l'ensilage (fonctionnalité similaire de la luzerne dans la gestion des mauvaises herbes), suivie de l'ensemencement d'une culture de couverture compétitive (systèmes de double culture). Ce système peut être utile pour gérer les mauvaises herbes vivaces que sont le chardon des champs et le pissenlit. L'inclusion de céréales d'hiver s'est avérée être une solution de rechange efficace à la luzerne triennale dans la gestion de la folle avoine (Benaragama et coll. 2022). En règle générale, les rotations de cultures biologiques conçues pour la gestion des mauvaises herbes sont à long terme et peuvent s'étendre sur plus de six ans. Aux États-Unis, Anderson et coll. 2015 ont proposé une rotation des cultures sur neuf ans pour gérer les mauvaises herbes dans les systèmes biologiques. Ces systèmes

sont non seulement de longue durée et peuvent poser des problèmes économiques aux producteurs biologiques, mais ils peuvent également compromettre la gestion de la fertilité des sols en mettant l'accent uniquement sur la gestion des mauvaises herbes. Il est donc essentiel de concevoir des systèmes de culture dont les cycles sont plus courts et qui répondent à la fois aux objectifs de gestion des mauvaises herbes et des sols.

La conception de bonnes rotations de cultures peut réduire l'importance du travail du sol dans la gestion des mauvaises herbes. La rotation des cultures de saison froide et de saison chaude avec l'inclusion de cultures de couverture a permis d'éliminer le besoin de travail du sol dans plusieurs systèmes de culture. Plus important encore, la rotation diversifiée des cultures peut avoir un effet plus bénéfique sur la gestion des mauvaises herbes lorsqu'elle est associée au semis direct qu'au travail du sol (Anderson 2015).

## GESTION PROPHYLACTIQUE OU RÉACTIVE DES MAUVAISES HERBES

Les stratégies de gestion prophylactique ou réactive des mauvaises herbes sont essentielles pour compléter l'approche systémique à long terme (préventive) de la gestion des mauvaises herbes. Plusieurs approches peuvent être mises en œuvre au cours de la saison pour gérer les mauvaises herbes. La plupart de ces stratégies visent généralement à réduire la densité, la biomasse et la production de graines de mauvaises herbes au cours de la saison, mais elles ont également des implications à long terme. Des méthodes agronomiques et mécaniques simples peuvent être mises en œuvre pour gérer la concurrence entre les cultures et les mauvaises herbes, ce qui peut réduire les pertes de rendement et assurer un contrôle durable des mauvaises herbes en épuisant leurs banques de semences. Certaines des pratiques de culture les plus étudiées pour gérer les mauvaises herbes au cours de la saison consistent à accroître la compétitivité des cultures par la sélection de cultivars compétitifs,

l'augmentation des densités de semis, la plantation en rangs étroits et les semis précoces. En outre, de nombreuses études ont démontré que l'intégration de tous ces éléments permet de mieux gérer les mauvaises herbes, que ce soit dans les systèmes biologiques ou conventionnels. L'intégration de méthodes mécaniques telles que le hersage et le binage en post-émergence, ainsi que le travail du sol entre les rangs, peut apporter des avantages substantiels dans la gestion des mauvaises herbes. Ces outils doivent donc être utilisés régulièrement pour gérer les mauvaises herbes au cours de la saison. Outre ces stratégies conventionnelles, la gestion des banques de semences de mauvaises herbes par la collecte des paillettes et la destruction des semences de mauvaises herbes suscite de plus en plus d'intérêt dans les systèmes conventionnels et biologiques dans une perspective de gestion à long terme des mauvaises herbes.

## SOMMAIRE

Les défis posés par les systèmes biologiques sont interdépendants, de sorte que si l'on s'attaque à l'un d'entre eux et que l'on ignore les autres, l'ensemble de la productivité sera médiocre et le cercle vicieux s'enclenche (*figure 1*). L'approche systémique de la gestion des cultures et de la conception des systèmes de culture est nécessaire pour relever les défis les plus exigeants de la production de cultures biologiques dans les Prairies, tels que la fertilité des sols et la gestion des mauvaises herbes. Dans le cadre de ce système, il est essentiel de concevoir des systèmes de culture qui empêchent l'apparition des mauvaises herbes et réduisent leur concurrence et leur persistance. Dans ce cas, l'approche la plus fondamentale consiste à renforcer la fertilité du sol pour produire une culture saine et vigoureuse à l'aide de cultures de couverture et d'autres stratégies de gestion de la fertilité du

sol. Ensuite, il est important d'introduire une diversité fonctionnelle des cultures dans le système au moyen de rotations. En parallèle à la diversification des cultures et à l'approche de renforcement des sols, il est nécessaire de réduire le travail du sol pour améliorer la fertilité du sol et réduire la persistance des graines de mauvaises herbes dans la banque de semences du sol. Enfin, les approches réactives de gestion des mauvaises herbes, telles que l'utilisation de méthodes de gestion culturale et mécanique des mauvaises herbes, peuvent être intégrées dans l'approche systémique pour compléter la gestion des mauvaises herbes. Dans l'ensemble, cette approche permettra de gérer les mauvaises herbes et d'améliorer la productivité du système de culture.

### Dilshan Benaragama, PhD

#### Agriculture des systèmes naturels

Département des Sciences du sol  
de l'agriculture des systèmes naturels  
Faculté des sciences agricoles et alimentaires

Université du Manitoba

Benaragama, D.I. and S.J. Shirliffe. (2020). Weed competition and crop yields in organic and no-till conventional soils under non-limiting nutrient conditions. *Weed Science*, 68, 654-663.

Benaragama, D., S. J. Shirliffe, E. Johnson, H.S.N. Duddu, and L. Syrovoy. (2016). Does yield loss due to weed competition differ between organic and conventional cropping systems? *Weed Research*, 56, 274-283.

Carter M.R. (2002). Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agronomy Journal*, 94, 38-47.

Hobbs P.R. (2007). Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production. *Journal of Agricultural Science*, 145,127-137.

Halde, C., R.H. Gulden and M.H. Entz (2014). Selecting cover crop mulches for organic rotational no-till systems in Manitoba, Canada. *Agronomy Journal*, 106(4), 1193-1204.

Martin, R. C., D.H. Lynch, B. Frick and P. van Straaten (2007). Phosphorus status on Canadian organic farms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(15), 2737-2740.

Teasdale, J.R. C.E. Beste and W.E. Potts (1991). Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Science*, 39, 195-199.

## RÉFÉRENCES

Anderson, R. L. (2015). Integrating a complex rotation with no-till improves weed management in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 967-974.

Benaragama, D. I., W. E. May, Gulden, R. H., and C.J. Willenborg. (2022). Functionally diverse flax-based rotations improve wild oat (*Avena fatua*) and cleavers (*Galium spurium*) management. *Weed Science*, 70(2), 220-234.

LE BIO CANADIEN  
STRATÉGIE D'INGRÉDIENTS  
[organicdevelopmentfund.org](http://organicdevelopmentfund.org)

Pour plus de production bio visitez  
des ressources [pivotandgrow.com](http://pivotandgrow.com)

== PARTENARIAT  
== CANADIEN pour  
== L'AGRICULTURE



Canada

TRADUCTION FRANÇAISE  
GRACIEUSEMENT FOURNIE PAR

Manitoba 