

Gestion et technologies de précision pour la production biologique de grandes cultures

April Stainsby et Dr. Andrew Hammermeister

Mars 2023

INTRODUCTION

Le concept d'agriculture biologique n'évoque pas souvent les dernières technologies en matière d'agriculture ou d'agriculture de précision. Certaines technologies de précision ont été mises au point expressément à l'intention des agriculteurs biologiques, tandis que d'autres, conçues pour les systèmes agricoles conventionnels, peuvent être appliquées aux systèmes biologiques. Revoyons d'abord quelques termes importants pour comprendre comment la gestion de précision et les technologies associées peuvent être appliquées à la production biologique.

Précision

La précision désigne le degré de détail avec lequel une opération est effectuée, adaptée à une mesure ou à une opération très exacte.

Technologie

Plus généralement, le terme « technologie » désigne l'application des connaissances scientifiques à la mise au point de méthodes, de systèmes et de dispositifs utilisés à des fins pratiques.

Gestion de précision

En agriculture, la gestion de précision fait référence à l'utilisation de la technologie pour optimiser la gestion des cultures, notamment en ciblant les plantes individuelles à traiter ou en gérant les différents sols d'un champ. La gestion de précision repose sur des renseignements détaillés concernant l'environnement de culture dans l'ensemble du paysage et la

réponse attendue d'une culture ciblée ou d'une plante individuelle à une pratique de gestion.

La gestion propre au site peut reposer sur des renseignements préalablement recueillis par cartographie (par exemple, la position de la pente, la fertilité, le rendement, le stress des cultures, l'humidité, la salinité, le type de sol, les voies de déplacement, etc.) Les renseignements pourraient également provenir de l'utilisation de capteurs et de systèmes informatiques qui recueillent des données en temps réel sur le terrain.

Agriculture intelligente

L'agriculture intelligente implique l'utilisation de nouvelles technologies (détection numérique, communication, mégadonnées, internet des objets, apprentissage automatique) pour suivre, contrôler, analyser et automatiser les opérations agricoles (Figure 1). Ces technologies fournissent des renseignements qui permettent aux producteurs d'être plus proactifs, plus productifs et plus efficaces sur le plan des ressources, grâce à des décisions de gestion mieux informées et à l'utilisation de systèmes automatisés.

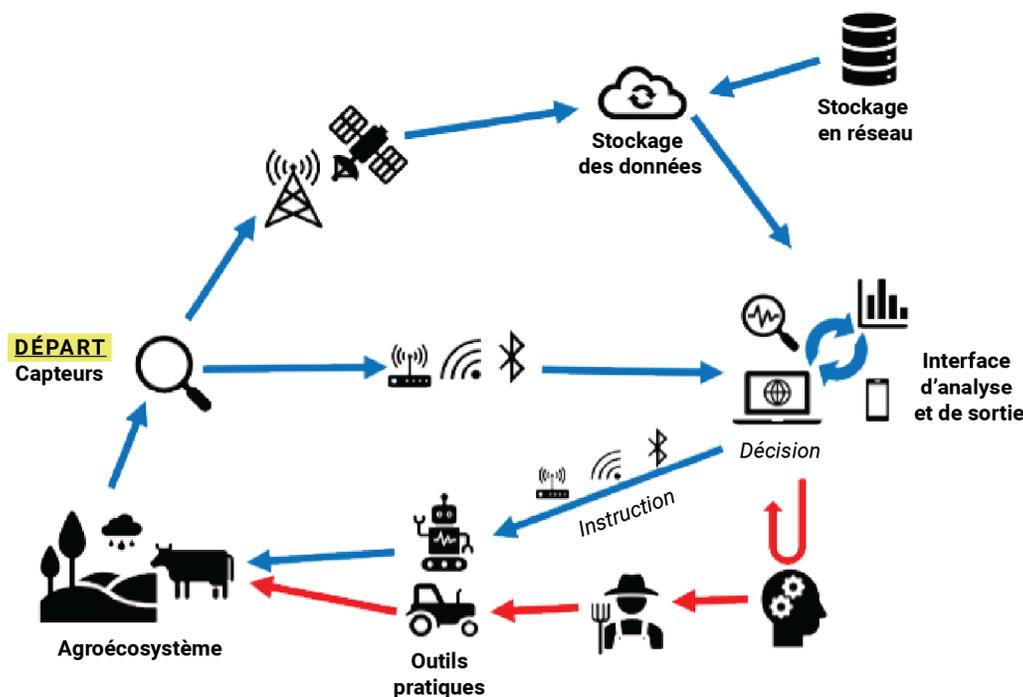


Figure 1. Composantes d'un système agricole intelligent. Des capteurs numériques recueillent des données sur une cible telle qu'un paysage et les transmettent à un système informatique qui les interprète et fournit une recommandation à un système automatisé ou à l'agriculteur. Image : Andrew Hammermeister.

TECHNOLOGIES DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Les défis les plus courants en matière de production dans l'agriculture biologique concernent le maintien de la fertilité des sols et la lutte contre les parasites. Les apports organiques sont moins accessibles et plus coûteux que les apports conventionnels. L'utilisation stratégique et ciblée de ces apports peut donc s'avérer économiquement avantageuse.

Application à taux variable

Les apports organiques sont coûteux et l'offre peut être limitée. Les rendements des cultures et des cultivars peuvent varier d'un endroit à l'autre en fonction de la fertilité du sol, de l'humidité, de la salinité, du pH et peut-être même de la concurrence des mauvaises herbes. Si le type de sol et les caractéristiques de la pente ont été cartographiés, les plans d'ensemencement et l'application d'amendements peuvent être ajustés pour être optimisés en fonction de l'environnement de culture. Les technologies de détection et de cartographie de terrain, combinées à un système de positionnement global, permettent de varier l'application des apports dans le paysage.

L'application d'apports à taux variable requiert : des renseignements sur le sol ou le paysage + une connaissance de la réaction des cultures + une cartographie de la prescription + un système de positionnement global + un contrôle du taux variable sur l'équipement.

L'application de doses variables et le contrôle des sections ne présentent pas beaucoup d'avantages dans un champ uniforme, mais deviennent beaucoup plus utiles dans les champs présentant des irrégularités telles que des buttes, des pentes et des zones humides. Le retour sur investissement dépend également de la quantité d'apports utilisés, du nombre d'obstacles dans les champs, de la taille de la ferme et de la dimension de l'équipement utilisé.

L'utilisation la plus courante des pratiques à taux variable est l'application d'engrais, où les engrais granulaires ou liquides peuvent être facilement dosés à des taux différents, et même éventuellement avec des mélanges différents. Bien entendu, ces apports ne sont pas facilement accessibles aux agriculteurs biologiques.

Des taux de semis ou des cultivars adaptés à différentes positions dans le paysage pourraient permettre d'obtenir une culture plus productive. Par exemple, des taux de semis plus élevés seraient plus avantageux en bas de pente, où l'humidité et la fertilité sont plus importantes, et où la concurrence des mauvaises herbes est potentiellement plus forte. Cependant, des taux de semis élevés au sommet des collines peuvent être moins avantageux et peuvent produire un rendement économique plus faible pour des semences coûteuses. Malheureusement, nous ne disposons pas actuellement de renseignements suffisants sur la réaction des cultures à la position du paysage pour permettre une gestion aussi précise.

Contrôle sectionnel

Des passes de périmètre sont généralement nécessaires autour des bordures de champ, des dépressions et d'autres obstacles dans le champ pour permettre de faire demi-tour et d'éviter les ratés dans les opérations de l'équipement (Figure 2). Toutefois, cela entraîne généralement un chevauchement des passages d'équipement qui non seulement réduit l'efficacité, mais peut également entraîner une application excessive d'apports et donc des coûts d'apport plus élevés. Ce problème s'aggrave dans les champs comportant de nombreux obstacles tels que des dépressions et avec des équipements plus larges. Un quart de section de terrain comportant de nombreux obstacles et des équipements plus larges peut présenter un chevauchement de plus de 15 % (Figure 3). L'utilisation du contrôle de section sur les semoirs (pneumatiques), les pulvérisateurs et autres équipements d'application d'apports peut réduire de manière significative les coûts d'apport associés au chevauchement, particulièrement dans les champs comportant de nombreux obstacles.

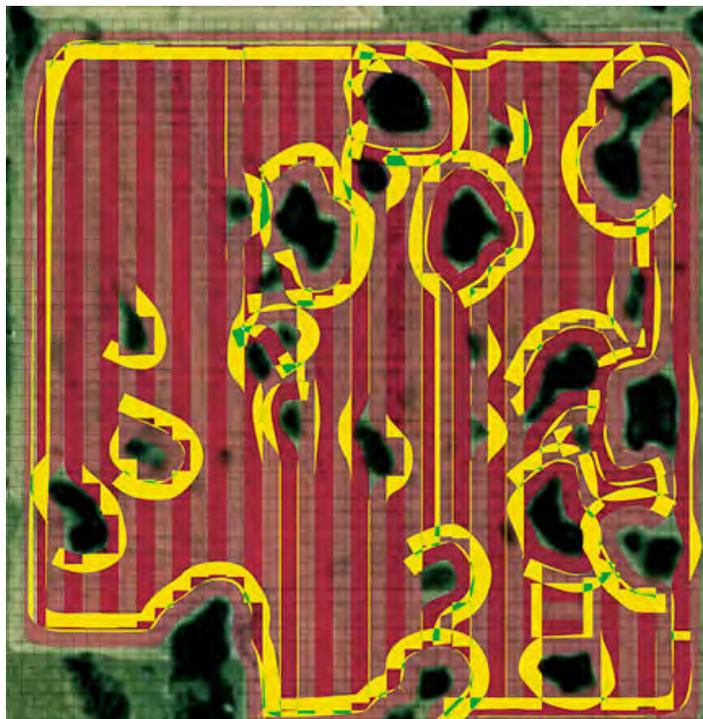


Figure 2. Les zones de chevauchement qui peuvent être évitées grâce au contrôle des sections sont marquées en jaune. Image : [Vaderstad](#).



Figure 3. La détection en temps réel des mauvaises herbes dans une culture permet l'application ponctuelle d'un herbicide ou éventuellement un contrôle mécanique ciblé. Image : 3S Spot Spray System from Exxact Robotics.

Précision guidée par caméra

Les technologies intelligentes permettent désormais de reconnaître les rangées de cultures et même des espèces de plantes individuelles en temps réel lorsque l'équipement se déplace dans un champ (Figure 4). Ces systèmes peuvent apprendre à distinguer avec précision une plante cultivée des mauvaises herbes et du sol nu. Un logiciel analyse les images en temps réel pour reconnaître les rangées de cultures, les plantes individuelles ou les mauvaises herbes à mesure que l'équipement se déplace dans le champ. L'ordinateur envoie alors instantanément un signal à l'équipement pour agir sur les renseignements comme décrit ci-dessous.



Figure 4. Les technologies de caméra attachées à l'équipement pour détecter les mauvaises herbes ou les cultures et permettre une application précise des traitements. Image : [AgriFac](#).

Pulvérisation ciblée

Les apports organiques peuvent être très coûteux. Les producteurs biologiques peuvent utiliser des micronutriments, des théés de compost ou d'autres traitements biologiques pour favoriser la croissance des cultures. Des herbicides compatibles avec l'agriculture biologique existent, mais ils n'ont pas été largement adoptés parce que leur efficacité dépend de taux d'application qui stressent les cultures ou parce qu'ils sont trop coûteux pour être appliqués à l'ensemble d'un champ. L'application ponctuelle de ces apports peut être efficace et plus économique. Les pulvérisateurs équipés d'une commande indépendante des buses peuvent cibler les plantes à traiter (Figure 5). Si l'utilisation de plateformes de pulvérisation traditionnelles est la plus courante, des drones sont également en cours de conception pour effectuer des traitements localisés (Figure 6). Bien entendu, l'utilisation de cette technologie dépend entièrement de l'existence d'apports liquides acceptables sur le plan biologique et des taux d'application recommandés.



Figure 5. Préparation des drones du pulvérisateur pour les analyses et l'étalonnage. Image : Landview Drones dans Top Crop Manager.



Figure 6. Culture interligne assistée par un guidage caméra et une technologie de déplacement latéral. La caméra détecte les rangs de culture et utilise ensuite la technologie de déplacement latéral pour positionner l'équipement de travail du sol entre les rangs sans heurter la culture. Image : Joanne Thiessen Martens.

Désherbage mécanique de précision

Les nouvelles technologies guidées par caméra ont permis non seulement un travail plus précis dans les rangs larges, mais aussi un travail entre les rangs dans les cultures à faible espacement entre les rangs. Pour ce faire, une caméra détecte les rangs de culture et utilise la technologie de déplacement latéral hydraulique pour compenser la variabilité de la direction en effectuant de petits ajustements d'un côté à l'autre afin d'éviter que l'équipement ne heurte la culture (Figure 7). La culture est alors plus agressive et permet d'éliminer les plus grosses mauvaises herbes tout en limitant les dégâts à la culture. Toutefois, des chercheurs des universités de la Saskatchewan et du Manitoba ont constaté que le travail du sol entre les rangs guidé par caméra est plus efficace en combinaison avec une forme de désherbage dans le rang, comme un taux de semis plus élevé, une houe rotative, un sarcloir à dents ou un outil de sarclage à doigts dans le rang^{1,2}. D'autres recherches menées à l'université de la Saskatchewan ont révélé que les multiples passages de culture entre les rangs de lentilles et de pois au cours de la croissance de la culture peuvent entraîner une réduction du rendement. Il est recommandé de limiter le travail du sol à un seul passage en début de saison pour ces cultures³.



Figure 7. La désherbeuse CombCut coupe les tiges rigides du chardon en causant le moins de dommages possible à la culture céréalière souple. Image : Katherine Stanley.

Autre gestion de précision des mauvaises herbes

CombCut est un outil simple conçu en Suède pour le contrôle sélectif des mauvaises herbes (Figure 8). Il est équipé de lames qui sont tirées à travers les cultures céréalières pour couper sélectivement les tiges rigides des mauvaises herbes telles que le chardon des champs, tout en laissant intactes les feuilles plus souples des cultures céréalières. Le **Weed Zapper** utilise un générateur alimenté par le tracteur pour électrocuter une barre de contact ou des tampons à l'avant du tracteur, ce qui électrocute les plantes qui entrent en contact avec la barre ou le tampon. Cette forme de désherbage sélectif est efficace sur les mauvaises herbes qui poussent au-dessus de la culture, là où le contact peut se faire sans toucher la culture elle-même. Une puissance importante est nécessaire pour faire fonctionner le générateur. Cette technologie élimine les mauvaises herbes qu'elle touche sans perturber le sol, mais ne permet pas d'éliminer les mauvaises herbes qui poussent plus bas.

Nous savons que les mauvaises herbes rhizomateuses, celles qui ont des tiges souterraines comme le chardon des champs et le chiendent, ont tendance à pousser d'abord par parcelles. Une simple tonte répétée ou un labourage superficiel des parcelles épuisera progressivement les réserves d'énergie des racines et réduira ces mauvaises herbes. En combinant ces mesures avec des cultures de couverture compétitives comme le seigle d'automne ou la luzerne (dans le cas du chardon), on peut obtenir des résultats encore plus efficaces. L'emplacement de ces parcelles peut être difficile à déterminer. Il peut alors s'avérer avantageux d'explorer les champs à l'aide de drones pour produire des cartes des zones à problèmes.



Figure 8. Le Weed Zapper utilise l'électricité pour éliminer les mauvaises herbes qui poussent au-dessus du couvert végétal. Image : Crop Fertility Services.

ADOPTION DE LA GESTION DE PRÉCISION DANS LES SYSTÈMES BIOLOGIQUES : AVANTAGES ET OBSTACLES

Avantages

Si les technologies d'agriculture intelligente sont souvent associées à des systèmes conventionnels d'application d'apports, elles peuvent également être utilisées pour mieux comprendre l'agroécosystème et pourraient donc également soutenir des approches visant à améliorer la gestion dans les fermes biologiques. De nombreuses technologies de diagnostic et de cartographie peuvent permettre aux producteurs de mieux comprendre les cultures et les paysages qu'ils gèrent. L'utilisation de technologies de précision peut améliorer le ciblage, l'efficacité et la rentabilité des apports, à condition qu'ils soient fondés sur des recommandations judicieuses.

En résumé, les avantages potentiels de la gestion de précision sont les suivants :

- une meilleure compréhension de la variabilité du paysage qui permet de repérer et de cartographier des zones sur le terrain avec:
 - › un rendement médiocre, moyen ou exceptionnel;
 - › le repérage et la cartographie des zones présentant des problèmes de sol ou de mauvaises herbes;
- une application ciblée de la gestion et des apports pour favoriser au mieux la culture;
- la réduction ou l'optimisation de l'utilisation des apports et de l'économie qui en découle;
- des renseignements pour appuyer la planification de la rotation des cultures.

Barrières

Les avantages de ces technologies doivent justifier leurs coûts (potentiellement élevés) pour qu'elles soient adoptées. L'utilité de bon nombre de ces technologies ou pratiques de gestion dans les systèmes d'agriculture biologique n'a pas été largement démontrée. Malgré les avantages potentiels de l'utilisation des technologies de précision, quelques obstacles empêchent les agriculteurs biologiques de les adopter :

- le coût initial de la technologie de précision;
- le coût de l'adaptation des équipements existants à la technologie;
- l'utilisation de la technologie n'a pas été prouvée ou démontrée d'une manière pertinente pour leur ferme;
- l'ampleur nécessaire pour obtenir un retour sur investissement positif;
- les connaissances nécessaires à l'utilisation de la technologie;
- les connaissances (ou le soutien) et le temps nécessaires pour interpréter les données et formuler des recommandations;
- le manque de réseaux de soutien pour la formation et le dépannage;
- le manque d'apports organiques pouvant être utilisés dans le cadre d'une gestion de précision.

CONCLUSION

Les technologies intelligentes permettent de recueillir une multitude de renseignements sur les cultures et les sols dans l'ensemble du paysage. Ces renseignements peuvent aider les agriculteurs biologiques à gérer leurs cultures et leurs apports avec une plus grande précision, ce qui profite aux cultures, à l'environnement et au portefeuille. Si certains outils sont très simples et peu coûteux, d'autres peuvent nécessiter un investissement, des connaissances et une formation plus importants. Bon nombre de ces obstacles pourraient être réduits si les agriculteurs coopéraient pour partager leurs équipements et leurs connaissances, tout en bénéficiant du soutien de chercheurs et d'experts en technologie.

April Stainsby, M.Sc., A.Ag

Coordonnatrice de programme, Centre d'agriculture biologique du Canada

Département des sciences végétales, alimentaires et environnementales

Faculté d'agriculture, Université Dalhousie

Andrew Hammermeister PhD, PAg

Directeur, Centre d'agriculture biologique du Canada

Professeur agrégé, Département des plantes, de l'alimentation, et sciences de l'environnement

Faculté d'agriculture, Université Dalhousie

RÉFÉRENCES

1. Alba, O.S. et al. 2020. Increased seeding rate and multiple methods of mechanical weed control reduce weed biomass in a poorly competitive organic crop, *Field Crops Research*, 245: 107648. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107648>.
2. Stanley, K.A. and M.H. Entz. New tools for mechanical weed control in low-input dry bean (*Phaseolus vulgaris*) production. *Canadian Journal of Plant Science*. 102(5): 1057-1060. <https://doi.org/10.1139/cjps-2021-0282>.
3. Stanley, K. A., et al. 2018. Field Pea and Lentil Tolerance to Interrow Cultivation. *Weed Technology*, 32(2), 205–210. <https://www.jstor.org/stable/26567585>.

LE BIO CANADIEN
STRATÉGIE D'INGRÉDIENTS
organicdevelopmentfund.org

Pour plus de production bio visitez
des ressources pivotandgrow.com



TRADUCTION FRANÇAISE
GRACIEUSEMENT FOURNIE PAR

