

Introduction

En Ontario, les grandes cultures sont produites dans une grande diversité de conditions climatiques et édaphiques. L'objectif est une production culturale viable qui s'appuie sur des techniques éprouvées (dépistage et lutte contre les ravageurs, gestion des sols et de la fertilisation, travail du sol, choix des cultivars, pratiques de semis et de récolte) qui tiennent compte de l'utilisation responsable des richesses naturelles. Alliées à des essais en champ, elles aident les producteurs à choisir les pratiques à adopter. Le recours à de bonnes pratiques agronomiques est indispensable à la production d'aliments, de fibres et de carburants dans les exploitations agricoles de l'Ontario. La réussite des productions culturales passe par la mise en œuvre de nombreuses pratiques de gestion interdépendantes. Évidemment, il est toujours utile de compter sur un peu de chance et des conditions météorologiques favorables.

La publication 811F, le *Guide agronomique des grandes cultures*, se veut une ressource technique pour la production de grandes cultures. Cette troisième édition remplace celle de 2009. Des études et des lignes directrices actuelles sur ce type de production en Ontario y ont été ajoutées avec l'approbation du Comité ontarien de la recherche et des services en matière de gestion des sols, qui est représenté par des chercheurs, l'industrie, des producteurs agricoles et des vulgarisateurs.

Certaines données utilisées dans le *Guide agronomique des grandes cultures* proviennent d'autres sources, notamment l'Université de Guelph, l'Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario (AASRO), l'Innovative Farmers Association of Ontario (IFAO), des fournisseurs de semences, le département de l'Agriculture des États-Unis (USDA), des universités américaines et d'autres établissements de recherche. Les données – nouvelles ou anciennes – contenues dans la présente publication constituent l'information la plus pertinente et la plus récente disponible.

Le *Guide agronomique des grandes cultures* est disponible intégralement sur le site Web du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales (MAAARO). De l'information supplémentaire et des mises à jour concernant bon nombre des sujets abordés dans le

présent guide se trouvent souvent sur le site Web du MAAARO à l'adresse ontario.ca/cultures ou sur le site fieldcropnews.com.

La présente publication ne fournit pas de renseignements sur les pesticides, qui servent à combattre les insectes, les maladies et les mauvaises herbes. Pour en savoir plus à ce sujet, voir la publication 812F, *Guide de protection des grandes cultures*, et la publication 75F, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*, du MAAARO.

Systèmes intégrés de culture

Production culturale viable

La publication 811, le *Guide agronomique des grandes cultures*, est organisée par culture et domaine. Chaque chapitre présente des renseignements détaillés à jour et adaptés à l'Ontario qui favorisent une production culturale viable. Une production culturale ne concerne pas seulement une culture ou un domaine en particulier (p. ex. lutte contre les ravageurs); en fait, elle nécessite une approche intégrée qui tient compte de toutes les facettes des pratiques agricoles et culturales tout en assurant la conservation ou l'amélioration du sol.

Une production culturale viable peut se définir comme la création et l'utilisation de systèmes de production culturale qui répondent aux besoins des producteurs agricoles actuels sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs (adaptation de la définition de G. Brundtland, directeur général de l'Organisation mondiale de la Santé).

La viabilité d'une production culturale se doit d'être économique, sociale et environnementale.

La viabilité économique repose sur :

- les bénéfices ou pertes d'exploitation;
- l'offre et la demande (attrait commercial des produits);
- les capacités opérationnelles et la disponibilité à long terme des ressources (p. ex. le sol);
- le maintien de la viabilité de l'entreprise.

La viabilité sociale est axée sur :

- la planification du passage du flambeau à la prochaine génération;

- la capacité de consulter et d'appuyer la communauté (rurale ou urbaine);
- le maintien d'un équilibre viable entre le travail et la vie familiale.

La viabilité environnementale se fonde sur :

- la pérennité des ressources, pour soutenir les productions culturelles;
- la capacité de faire savoir au public que des pratiques de production viables et propices aux suivis sont utilisées;
- la préservation de la santé du sol et la réduction des effets négatifs des cultures sur l'environnement (p. ex. gestion des éléments nutritifs et lutte contre les ravageurs).

Viabilité = Pensée systémique

Qui dit production culturelle viable dit approche systémique intégrée. Chaque champ possède des caractéristiques uniques et propres à son emplacement qui en influencent la gestion, les intrants et la rentabilité. Une gestion intégrée des cultures tient compte de toutes les facettes de la production culturelle, soit notamment :

- la gestion du sol (la texture et le travail du sol nécessaires);
- la rotation des cultures;
- la fertilité des champs;
- la gestion des éléments nutritifs (déchets);
- la gestion de l'eau;
- la protection des cultures;
- la gestion de la faune;
- la gestion du site;
- le dépistage et la tenue de registres;
- la gestion du travail et du matériel;
- la consommation d'énergie;
- l'analyse des aspects économiques (p. ex. détermination des seuils d'intervention, des coûts de production et du rendement du capital investi).

Le *Guide agronomique des grandes cultures* aborde bon nombre de ces éléments devant être pris en compte dans une production culturelle. Le chapitre 1, *Maïs*, présente les différentes facettes du travail du sol, alors que le chapitre 8, *Gestion assurant la santé du sol*, traite de la gestion du sol, de la rotation des cultures et de l'amélioration de la santé du sol. Le dépistage et la tenue de registres sont abordés au chapitre 10, *Dépistage*, et la fertilité des champs et la gestion des éléments nutritifs, au chapitre 9, *Fertilité et éléments nutritifs*. Enfin, la protection des cultures est traitée

en détail aux chapitres 13 (*Lutte contre les mauvaises herbes*), 14 (*Lutte intégrée contre les ravageurs et protection de leurs ennemis naturels et des pollinisateurs*), 15 (*Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*) et 16 (*Maladies des grandes cultures*).

Les paragraphes ci-dessous résument comment les éléments susmentionnés s'intègrent à la production de grandes cultures en Ontario.

Il faut d'abord un sol sain

La santé du sol est souvent décrite comme la capacité du sol à assurer la croissance des cultures sans se dégrader ou nuire à l'environnement. Elle est évaluée au moyen d'indicateurs physiques (stabilité des agrégats, capacité de rétention de l'eau disponible, structure du sol, compactage du sol), chimiques (teneurs en éléments nutritifs, pH du sol) et biologiques (matière organique du sol, respiration microbienne, présence d'organismes vivants dans le sol).

En bref, un sol sain :

- présente une bonne structure, est peu compacté et résiste à l'encroûtement;
- se draine bien, favorise la circulation de l'eau, et retient bien l'eau;
- présente un pH ainsi qu'une teneur en éléments nutritifs et en matière organique optimaux;
- résiste à l'érosion éolienne et hydrique ainsi qu'à l'érosion causée par le travail du sol;
- favorise la levée de jeunes pousses et la croissance des racines;
- assure une croissance uniforme des cultures;
- contient des vers de terre en abondance;
- dégage une bonne odeur;
- décompose rapidement les résidus.

La plupart des caractéristiques d'un sol sain sont associées directement ou indirectement à d'autres aspects de la gestion intégrée des cultures. Pour en savoir plus sur les sols sains, voir le chapitre 8, *Gestion assurant la santé du sol*.

Rotation des cultures

La rotation des cultures fait partie intégrante de toute production culturelle. Quand elle est bien planifiée, elle :

- augmente les rendements;
- contribue à maintenir ou à améliorer la structure du sol et sa teneur en matière organique;
- protège le sol contre l'érosion;

- améliore la capacité du sol à s'adapter à des conditions météorologiques extrêmes;
- permet de récupérer l'azote résiduel provenant des légumineuses;
- facilite la lutte contre les insectes et les maladies;
- réduit la pression exercée par les mauvaises herbes;
- étale la charge de travail.

Toute rotation des cultures repose sur la règle de base suivante : la même culture ne devrait jamais se succéder à elle-même. La monoculture mènera au développement de maladies et à la prolifération des insectes nuisibles à cette culture, et se traduira éventuellement par des infestations plus importantes et des rendements moindres. Plus la même culture est semée souvent dans un champ, plus le risque est élevé.

La rotation des cultures atteint son efficacité maximale lorsque les producteurs font succéder des cultures – y compris des cultures couvre-sol – de familles différentes, comme des monocotylédones (graminées) et des dicotylédones (latifoliées). Les systèmes racinaires fasciculés des céréales et des plantes fourragères (y compris le trèfle rouge) sont excellents pour la structure du sol. L'ajout de blé dans la rotation procure des avantages qui s'étendent souvent au-delà de l'année où la céréale est cultivée. Le tableau Intro-1, *Points à considérer dans le choix des rotations des cultures*, illustre l'amélioration de cultures grâce à la rotation. Pour en savoir plus sur la rotation des cultures, voir le chapitre 8, *Gestion assurant la santé du sol*.

Tableau Intro-1. Points à considérer dans le choix des rotations des cultures

Culture	Culture précédente					
	Maïs	Soya	Céréales	Cultures fourragères	Haricots comestibles	Canola
Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • Volume important de résidus à gérer • Baisse de rendement • Moins d'options de rotation des herbicides et de lutte contre les mauvaises herbes • Larves de chrysomèle des racines du maïs (culture en semis direct à court terme) 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus d'options de rotation des herbicides et de lutte contre les mauvaises herbes • Risque accru de hanneton européen (sol à texture légère) 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume important de résidus dans une culture en semis direct (si la paille n'est pas retirée, elle peut garder le sol plus frais) • Plus d'options de rotation des herbicides et de lutte contre les mauvaises herbes • Plus d'options de cultures couvre-sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de vers fil-de-fer dans le gazon de graminées 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des mycorhizes = baisse de l'absorption du phosphore • Risque de diminution de la croissance de la plante
Soya	<ul style="list-style-type: none"> • Volume important de résidus à gérer • Plus d'options de rotation des herbicides et de lutte contre les mauvaises herbes • Limaces (culture en semis direct à court terme) 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de rendement • Faible apport des résidus (baisse de la teneur en matière organique du sol) • Moins d'options de rotation des herbicides et de lutte contre les mauvaises herbes • Risque accru de maladies des racines du soya, de pourriture à sclérotés et de nématode à kyste du soya 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilités de rotation des herbicides • Problème potentiel de limaces (couvre-sol pour l'hiver) 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de vers fil-de-fer 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de pourriture à sclérotés • Dégradation du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de pourriture à sclérotés • Risque de diminution de la croissance de la plante

Tableau Intro-1. Points à considérer dans le choix des rotations des cultures

Culture	Culture précédente					
	Mais	Soya	Céréales	Cultures fourragères	Haricots comestibles	Canola
Céréales d'automne	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de fusariose de l'épi 	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes liés aux dates de semis selon la durée de la croissance du cultivar 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de maladies des plantules, des racines et des feuilles • Moins d'options d'herbicides et de possibilités de rotation 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de dégâts causés par le ver fil-de-fer 	<ul style="list-style-type: none"> • Récolte hâtive qui facilite les semis rapides 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de légère diminution de la croissance
Céréales de printemps	<ul style="list-style-type: none"> • Volume important de résidus qui peut nuire à la préparation des lits de semence 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de maladies des plantules, des racines et des feuilles 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de vers fil-de-fer 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème
Fourrages	<ul style="list-style-type: none"> • Volume important de résidus qui peut nuire à la préparation des lits de semence 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilités limitées de lutte contre les mauvaises herbes • Risque de rémanence des herbicides 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilités limitées de lutte contre les mauvaises herbes 	<ul style="list-style-type: none"> • Autotoxicité si replantés trop tôt • Possibilités limitées de lutte contre les mauvaises herbes 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème
Haricots secs comestibles	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de pourriture des racines et de pourriture à sclérotés 	<ul style="list-style-type: none"> • Limaces pouvant causer des dommages en semis direct 	<ul style="list-style-type: none"> • Limaces dans les cultures en semis direct • Moins d'options d'herbicides 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation du sol • Risque accru de pourriture des racines et de pourriture à sclérotés • Baisse de rendement 	<ul style="list-style-type: none"> • Pourriture à sclérotés • Risque de légère diminution de la croissance
Canola	<ul style="list-style-type: none"> • Limaces pouvant causer des dommages en semis direct • Récolte trop tardive pour les semis de canola d'automne • Risque de rémanence des herbicides 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de pourriture des racines et de pourriture à sclérotés 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun problème 	<ul style="list-style-type: none"> • Limaces pouvant réduire la densité du peuplement 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque accru de pourriture à sclérotés 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de rendement • Risque accru de pourriture des racines et de pourriture à sclérotés • Déstructuration du sol

Facettes économiques de la rotation

On évalue généralement la réussite d'une culture en fonction de son rendement économique, en soustrayant aux profits bruts les intrants et les frais fixes. Il s'agit d'une évaluation annuelle dans la majorité des cas, et la plante à cultiver est choisie notamment selon la demande sur le marché. Une façon plus viable d'envisager les facettes économiques des cultures consiste à évaluer le rendement économique selon la rotation. On additionne alors les intrants et les frais fixes pour toutes les cultures en rotation, puis on divise cette somme par les profits bruts associés à ces mêmes cultures. Il est ainsi possible d'évaluer les cultures à long terme, ce qui révèle souvent des avantages au-delà de la récolte même, notamment sur les plans de la gestion des ravageurs, des possibilités de rotation des herbicides ou des pratiques d'enrichissement du sol. B. Deen, de l'Université de Guelph, montre ci-dessous le gain de rendement que peut engendrer l'ajout du blé dans une rotation de cultures de maïs et de soya.

Justification économique de l'ajout du blé dans une rotation de cultures de maïs et de soya

Exemple : Ajout du blé dans une rotation de cultures de maïs et de soya¹

- Gain de 2 % à 6 % de rendement du maïs
6,5 bo/ac à 4,50 \$/bo = 29,25 \$
- Gain de 9 % à 14 % du rendement du soya
5 bo/ac à 12,00 \$/bo = 60,00 \$
- Réduction des besoins en azote dans le cadre de la rotation
26,4 lb/ac à 0,60 \$/lb = 15,84 \$
- Autres avantages
 - Réduction du travail du sol
 - Rendement stable
 - Possibilité de vendre de la paille
 - Réduction potentielle de la compaction
 - Amélioration de la structure du sol
 - Étalement de la charge de travail

Estimation prudente = 10,00 \$

Le blé génère des profits additionnels d'environ 115,00 \$/ac.

Voici quelques bonnes raisons de diversifier une rotation des cultures :

- Gain subséquent des rendements du maïs (4 % en moyenne);
- Gain subséquent des rendements du soya (11 % en moyenne);
- Occasion d'ajouter des cultures couvre-sol;
- Possibilité d'épandre du fumier;
- Possibilité de vendre de la paille de blé;
- Étalement de la charge de travail sur la saison de croissance.

Quand on évalue la rentabilité en fonction d'une rotation complète, le producteur accepte souvent une baisse de ses profits par acre en raison des économies d'échelle.

¹ Source : B. Deen, Université de Guelph. Aucune donnée n'est fournie, car cet exemple n'est présenté qu'à titre indicatif.

Intégration de cultures couvre-sol dans une rotation

Il est possible de maximiser le rendement de cultures résistantes en améliorant la santé du sol, notamment grâce à l'utilisation de cultures couvre-sol. Des adeptes de longue date de cette pratique ont constaté que l'ajout de cultures couvre-sol dans leur rotation permettait d'introduire beaucoup plus de carbone dans le sol.

Il faudrait envisager l'utilisation de cultures couvre-sol dans le cadre d'une rotation globale, en particulier dans les champs à faible teneur en matière organique, ou dans les champs où l'intervalle entre les rotations est court et où l'apport de résidus de culture ou de fumier est faible. En effet, ces cultures peuvent contribuer à protéger adéquatement le sol hors de la saison de croissance. Il est important d'en connaître l'utilité et les avantages potentiels. Le tableau *Cultures couvre-sol recommandées selon leur fonction* montre diverses raisons d'inclure des cultures couvre-sol dans une rotation et dresse la liste de cultures potentielles en fonction de leur utilité. Voir le chapitre 8, *Gestion assurant la santé du sol*, pour en savoir plus sur les cultures couvre-sol.

Cultures couvre-sol recommandées selon leur fonction**Fonction de la culture couvre-sol**

- Production d'azote
- Récupération d'azote
- Élimination des mauvaises herbes
- Amélioration de la structure du sol
- Réduction de la compaction
- Apport de biomasse dans le sol
- Protection contre l'érosion (éolienne et hydrique)
- Culture fourragère d'urgence
- Élimination des nématodes

Cultures couvre-sol recommandées

- Légumineuses : trèfle rouge et autres sortes de trèfle, luzerne, pois, vesce.
 - Prélèvement à l'automne : radis oléagineux et autres brassicacées, avoine, orge.
 - Prélèvement en hiver et au printemps : seigle, blé d'automne.
 - Plantes à croissance rapide qui donnent de l'ombrage : radis oléagineux et autres brassicacées, seigle d'automne, sarrasin.
 - Plantes au système racinaire fasciculé : avoine, orge, seigle, blé, triticale, ray-grass ou trèfle.
 - Les racines de la plupart des cultures couvre-sol contribueront à réduire la compaction.
 - Compaction modérée : radis.
 - Si le sol est très compacté, il faut des plantes aux racines pivotantes vigoureuses et denses qui croissent avec le temps : luzerne, mélilot.
 - Semis d'automne : céréales de printemps, radis oléagineux.
 - Semis d'été : millet, sorgho, sorgho herbacé, sorgho-Soudan.
 - La plupart des cultures couvre-sol, une fois bien établies : seigle d'automne, blé d'automne, ray-grass, céréales de printemps semées tôt.
 - Automne : avoine, orge, blé, seigle, brassicacées fourragères.
 - Été : millet, sorgho, sorgho herbacé, sorgho-Soudan (voir le tableau 3-2 pour davantage de plantes fourragères annuelles).
 - Moutarde Cutlass, sorgho-Soudan (Sordan 79, Trudan 8), millet perlé (CFPM 101), souci (Crackerjack, Creole), radis oléagineux (Adagio, Colonel).
- Ce ne sont pas toutes les cultures couvre-sol qui peuvent éliminer les populations de nématodes; certaines sont des plantes-hôtes. Il existe des interactions précises entre le type de couvre-sol et l'espèce de nématode.

Travail du sol et gestion des résidus

Facteurs en faveur du travail du sol

Outre l'accélération de l'assèchement, bien d'autres facteurs jouent en faveur du travail du sol pour les productions culturales :

- Lutte contre les mauvaises herbes;
- Extermination des vers fil-de-fer et des asticots;
- Nivelage du sol améliorant l'uniformité des lits de semence;
- Intégration de résidus de culture;
- Épandage d'engrais et de fumier;
- Préparation des lits de semence.

La découverte des herbicides a grandement réduit la nécessité de sarcler le sol (sauf en production biologique). Par ailleurs, l'invention de matériel permettant de semer dans les résidus fait en sorte qu'il est possible de planter des cultures en travaillant peu ou pas le sol. De manière générale, un sol travaillé en majeure partie au printemps sera moins vulnérable à l'érosion que s'il est travaillé à l'automne. Il vaut mieux travailler le sol juste assez pour atteindre ses objectifs, ce qui contribuera à maintenir le sol en place et à prévenir les déversements dans les cours d'eau.

Si toutes les composantes de la production sont prises en compte, la méthode de travail du sol gagnera en efficacité. Voici quelques exemples.

- Un étalement uniforme des résidus et de la paille au moment de la récolte améliorera le travail du sol et les semis.
- Une rotation de cultures variées peut réduire les problèmes d'insectes et les maladies et ainsi augmenter le rendement potentiel, et ce, même si le sol est moins travaillé.
- L'adaptation du semoir à un type particulier de texture du sol ou de résidu de culture, autrement que par l'ajout de coutres ou de tasse-résidus, améliorera la mise en place des semences.

Les différentes méthodes de travail du sol employées en Ontario sont d'ailleurs résumées ci-dessous. Pour de plus amples renseignements, voir la section Travail du sol du chapitre 1, Maïs.

Méthode traditionnelle

La méthode traditionnelle de travail du sol en Ontario consiste généralement à passer la charrue à socs ou le chisel à l'automne, puis à travailler superficiellement le

sol au printemps, habituellement à l'aide d'un cultivateur ou d'un pulvérisateur tandem. La plupart du temps, le labour se fait à une profondeur de 15 cm (6 po), car si le sol est travaillé plus profondément, le sous-sol se mélange souvent au lit de semence, ce qui n'est pas souhaitable. Plus un champ est uniforme et nivelé après le labour d'automne, plus il est possible de réduire les coûts du travail superficiel du sol et d'améliorer l'efficacité du semoir. La méthode traditionnelle a comme désavantage de ne pas laisser suffisamment de résidus à la surface du sol, lequel est donc davantage exposé à l'érosion éolienne et hydrique. Sur les terres présentant de nombreuses pentes, le simple fait de travailler le sol risque de provoquer le déplacement de grandes quantités de terre arable vers le bas (érosion causée par le travail du sol).

Travail réduit du sol à l'automne

Le chisel, la défonceuse à disques et le pulvérisateur (tandem ou déporté) sont les outils de travail du sol les plus couramment utilisés à l'automne en Ontario. Ils laissent habituellement davantage de résidus au sol tout en libérant la surface à l'automne, ce qui permet de faire les semis par un seul passage au printemps (sans travail superficiel du sol).

Travail du sol vertical

Le travail du sol vertical sert à réduire le compactage et l'effet de lissage pouvant être causé par la machinerie. Beaucoup d'outils à cet effet visent à réduire les résidus en fragments plus petits et à les répartir, mais leur utilisation brise la structure du sol dans une certaine mesure et mélange les résidus à la surface au reste du sol. Divers outils pour le travail du sol conviennent au travail du sol vertical, même s'ils comportent des disques légèrement concaves, des socs bineurs bas et de grandes herbes qui travaillent davantage le sol, car ils respectent le principe de cette méthode, et ce, sans retourner ou lisser le sol de façon importante.

Travail réduit du sol au printemps

Le meilleur moyen de réduire l'érosion et les coûts des intrants consiste à ne pas travailler le sol à l'automne. Certains producteurs hésiteront peut-être à opter pour cette solution dans le cas de sols à texture fine où une culture de maïs ou de blé, par exemple, a laissé de grandes quantités de résidus. Par contre, après une culture de soya ou de haricots secs comestibles, le travail du sol à l'automne présente peu d'avantages dans la plupart des champs de l'Ontario. Après d'autres

cultures, il faut tenir compte du risque d'érosion, de la disponibilité du matériel de gestion des résidus au printemps, et du drainage des champs. Par l'expérience, les producteurs ont découvert que le travail réduit de sols non dérangés au printemps engendre de meilleurs résultats lorsqu'ils utilisent des dents à haut dégagement, des dents étroites ou des socs d'enterrage, ou passent un rouleau en même temps que le cultivateur.

Travail du sol par bandes superficiel à l'automne

La méthode de travail du sol d'automne limitée à des bandes étroites destinées à recevoir les rangs de maïs l'année suivante suscite énormément d'intérêt depuis quelques années. On prépare des bandes de sol en les ameublissant, en les débarrassant des résidus et souvent en les surélevant, tout en laissant le reste du champ couvert de résidus de culture qui le protègent. Le printemps suivant, ces bandes sont plus sèches et moins denses, et se prêtent mieux au semis direct.

Le travail du sol par bandes superficiel permet également d'épandre les engrais par bandes alors que dans une culture en semis direct, l'application doit se faire à la volée. L'épandage d'engrais à l'aide de la méthode de travail du sol par bandes superficiel remplace aussi parfois l'application d'engrais de démarrage au semoir. L'épandage de phosphore et de potassium sur des sols travaillés par bandes superficiellement à l'automne, s'ils sont suffisamment fertiles, peut générer des rendements supérieurs à ceux de cultures en semis direct où un volume similaire d'engrais a été appliqué à la volée.

Travail du sol par bandes superficiel au printemps

Le travail du sol par bandes superficiel au printemps permet de préparer des lits de semence à texture fine et sans résidus qui sont propices à l'utilisation d'un semoir. Cette méthode est utilisée la plupart du temps dans des sols à texture fine, mais peut parfois convenir à des sols à texture moyenne bien drainés. En général, elle est appliquée au maximum de 6 à 12 heures avant l'utilisation du semoir pour éviter que la zone de germination s'assèche trop. Les producteurs se servent aussi de cette méthode pour appliquer une partie ou la totalité des amendements d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) dont les cultures de maïs ont besoin.

Sur le plan de la conservation des sols, cette méthode a aussi l'avantage d'éliminer des bandes présentes à l'automne qui peuvent faire passer l'eau et être

susceptibles à l'érosion, en particulier si elles se trouvent en haut et en bas d'une pente.

Travail du sol en profondeur

Avec l'accroissement de la charge par essieu des machines agricoles, et comme de façon générale les sols sont de plus en plus compactés, la méthode du travail en profondeur est de plus en plus employée. La raison qui est le plus souvent invoquée en faveur de cette méthode est que l'ameublissement des couches de sous-sol compacté et l'élimination des semelles de labour favorisent une croissance rapide et profonde des racines tout en améliorant le drainage. Cependant, en Ontario, les sous-sols qui sont ameublissent par le travail en profondeur sont souvent compactés de nouveau au passage de la machinerie. De plus, comme cette opération détruit les pores naturels créés par les vers et les racines des cultures précédentes, les sols ainsi travaillés et sur lesquels passe la machinerie pourraient finalement être moins bien drainés. Le travail en profondeur de sols secs, conjugué à des cultures aux racines profondes (luzerne, mélilot), est le meilleur moyen de décompacter le sol.

Semis direct

Dans les cultures en semis direct, il n'y a aucun travail du sol des lits de semence. Immédiatement avant le passage de l'ouvre-sillon, on ameublissent le sol de façon superficielle sur une bande étroite avec un coultre ou des tasse-résidus montés sur le semoir. La production culturale par semis direct repose en partie sur l'utilisation efficace de nouvelles techniques et méthodes de gestion des champs tenant compte des facteurs limitant le rendement qui, en d'autres circonstances, seraient corrigés par le travail du sol.

Pour réussir une culture en semis direct, il est important :

- que le sol soit bien drainé et que l'eau s'y infiltre bien;
- d'assurer une rotation de différentes cultures;
- de gérer les résidus pour que le sol soit couvert toute l'année;
- d'employer des techniques de lutte contre les mauvaises herbes ne nécessitant pas de travail du sol;
- de gérer les maladies et les insectes;
- d'ajuster la fertilité du sol et d'envisager l'utilisation d'engrais;
- de réduire la compaction du sol.

Dépistage et lutte intégrée contre les ravageurs

La lutte intégrée contre les ravageurs est une façon de gérer les mauvaises herbes, les insectes et les maladies faisant appel à tous les moyens possibles de les maintenir sous le seuil de nuisibilité économique. Le système cultural résiste ainsi mieux aux échecs, car le producteur n'utilise pas que des pesticides pour lutter contre les ravageurs. Les techniques de lutte intégrée contre les mauvaises herbes comprennent le dépistage, le travail du sol, la gestion des éléments nutritifs, la rotation des cultures et l'utilisation de cultures couvre-sol.

En surveillant ses champs et ses cultures tout au long de la saison de croissance et au-delà, le producteur peut déceler les problèmes et prendre rapidement les mesures nécessaires pour réduire toute perte de nature économique tout en améliorant l'efficacité du travail au champ. Il se peut que certains problèmes ne puissent être résolus quand on les détecte, mais il est tout de même possible de consigner des renseignements en vue d'une utilisation ultérieure.

Traditionnellement, le dépistage ne vise que la surveillance et la gestion des ravageurs, mais il procure de nombreux autres avantages, notamment les suivants :

- Détection de problèmes de drainage pendant des inspections dans les champs avant les semis;
- Inspections dans les champs après les semis visant à évaluer l'efficacité du matériel (densité désirée des semences, profondeur, répartition dans l'ensemble du champ);
- Gestion des éléments nutritifs (zones présentant des signes de carences en éléments nutritifs);
- Sélection des cultivars (évaluation du rendement des variétés faite dans le champ);
- Dépistage au moyen d'échantillonnage du sol qui permet d'évaluer l'état du champ (érosion, drainage) sous un autre angle.

Pour en savoir plus sur le dépistage, voir le chapitre 10, *Dépistage*.

Tenue de registres

De nouveaux outils enrichissent le dépistage et facilitent la tenue de registres. En effet, il existe de nombreuses applications d'aide au dépistage offertes sur tablettes et téléphones intelligents. Les applications que l'on choisit doivent cibler toutes les données d'intérêt et pouvoir s'intégrer aux autres logiciels ou au matériel informatique de l'exploitation agricole. Une application ne vaut pas grand-chose si les données restent confinées

dans l'appareil. Beaucoup de systèmes de gestion des cultures et des exploitations agricoles dans leur ensemble comportent des applications pour le terrain qui s'intègrent à leurs programmes principaux. Bon nombre de ces applications exploitent aussi les fonctionnalités d'un système de localisation GPS, donnant ainsi la possibilité aux utilisateurs de mieux indiquer l'endroit où des problèmes sont découverts. La figure Intro-1, *Exemple d'une application ontarienne de dépistage et de tenue de registres pour téléphone intelligent*, présente plusieurs captures d'écran de *Gestion des ravageurs*, une application conçue pour aider les producteurs de l'Ontario à dépister les ravageurs. Elle leur permet de gérer les champs de manière instantanée et de cartographier les endroits où des ravageurs ont été découverts en vue de tenir des registres.

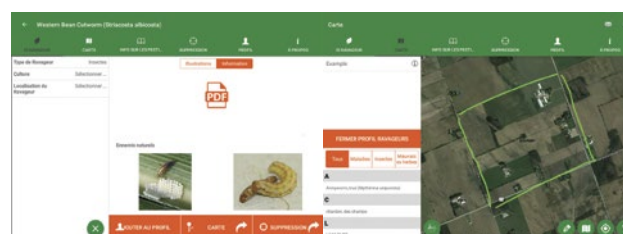


Figure Intro-1 – Exemple d'une application ontarienne de dépistage et de tenue de registres pour téléphone intelligent

L'application *Gestion des ravageurs* est un très bon outil de dépistage et de tenue de registres dans le domaine de la lutte contre les ravageurs. Ciblant les maladies, les mauvaises herbes et les insectes nuisant aux cultures de soya, de maïs et de céréales, elle permet aux utilisateurs de cartographier les zones où des ravageurs ont été repérés dans les champs. Cet outil facilite l'identification de chaque ravageur (insecte, mauvaise herbe, maladie) et fournit des renseignements détaillés sur son cycle de vie, ses effets, les seuils d'intervention et les techniques de lutte (p. ex. biologiques, culturelles et chimiques). Par ailleurs, l'information contenue dans cette application ne s'applique qu'à l'Ontario. Au moment d'utiliser des pesticides, il importe de toujours lire et respecter les étiquettes et les avertissements. Cette application est gratuite et compatible avec les systèmes d'exploitation iOS, Android et BlackBerry 10.

Gestion systémique des éléments nutritifs

La gestion des éléments nutritifs dépendra de nombreuses autres facettes des activités de l'exploitation agricole. Le concept du 4R en gestion des éléments nutritifs (les 4R étant le bon produit, au bon dosage, au bon moment et au bon endroit) est adopté à l'échelle

mondiale par l'industrie, les chercheurs, les organismes gouvernementaux, les producteurs et leurs conseillers. Cette approche, essentielle au développement d'une agriculture durable, peut améliorer la production alimentaire de manière viable sur le plan économique tout en protégeant l'environnement.

Le concept du 4R en gestion des éléments nutritifs est une approche systémique qui tient compte de ce qui suit :

1. Stocks d'éléments nutritifs sur place

Il peut s'agir par exemple de matières organiques (fumier) ou inorganiques, des éléments nutritifs dont a besoin la culture et de ceux déjà présents dans le sol.

2. Caractéristiques du champ et de l'exploitation agricole

Les éléments nutritifs sont gérés en fonction des terres disponibles, des objectifs de production, de la proximité de ressources en eau, de l'organisation de l'exploitation agricole, de la disponibilité du matériel et de la sécurité.

3. État du site lors de l'application des éléments nutritifs

Les doses optimales sont fixées en fonction des besoins des cultures et de la fertilité de base, qui sont déterminés au moyen d'analyses de sol régulières. Au moment de l'application, on évalue l'état du champ pour sélectionner la meilleure source d'éléments nutritifs et la meilleure méthode de mise en place. Lorsque du fumier ou d'autres amendements organiques sont épandus, on accorde une attention spéciale à l'odeur, aux pertes potentielles d'éléments nutritifs et au maintien d'une bonne distance avec les zones sensibles.

4. Restes d'éléments nutritifs provenant des cultures précédentes

Quand des légumineuses sont cultivées en rotation, ou que du fumier ou d'autres amendements organiques sont épandus régulièrement, on tient compte de l'apport de ces éléments nutritifs et on le soustrait aux engrais commerciaux requis.

5. Utilisation efficace des éléments nutritifs

Utiliser les éléments nutritifs efficacement, c'est s'assurer que les éléments sont disponibles lorsque la plante en a besoin, ce qui réduit les pertes d'éléments nutritifs et maintient la fertilité du sol.

6. Production et bénéfices

Comme un rendement maximal n'est pas toujours ce qui rapporte le plus, les pratiques de production culturale doivent toujours viser à maximiser le rendement économique.

7. Autres points à considérer pour la gestion de l'exploitation agricole

La gestion des éléments nutritifs fait partie d'un système de production culturale global comprenant la gestion du sol et de l'eau, la rotation des cultures, le choix des cultivars, les techniques de semis, les méthodes de travail du sol et la lutte contre les ravageurs. Elle dépendra de ces autres composantes des activités de l'exploitation agricole, ainsi que d'aspects sociaux, comme les besoins et autres intérêts de la famille. Pour en savoir plus, voir le chapitre 9, *Fertilité et éléments nutritifs*.