



## Pratiques de gestion optimales

# Affaissement du sol

Les sols organiques constituent une ressource unique qui a mis longtemps à se former. Ces sols précieux jouent un rôle majeur en production de cultures légumières. Ils sont cependant fragiles et vulnérables à la dégradation, surtout lorsqu'ils ont été utilisés à des fins agricoles.

La présente fiche d'information traite des transformations du sol qui entraînent son affaissement ainsi que des répercussions de celui-ci sur la productivité et sur l'environnement. On y aborde en outre les mesures susceptibles de réduire l'affaissement du sol par l'application de pratiques de gestion comme le drainage contrôlé, le travail du sol réduit et les cultures de couverture.

### **LE RÔLE D'UN SOL SAIN DANS UN CLIMAT EN CONSTANTE ÉVOLUTION**

L'agriculture et le climat sont directement liés ; tout ce qui a un effet important sur notre climat influera sur la production agricole. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) et les changements climatiques sont des préoccupations de portée mondiale, et l'agriculture peut contribuer à leur résolution.

Les PGO qui améliorent la santé des sols peuvent également aider à diminuer les émissions de GES, à réduire la fuite du phosphore des champs vers l'eau de surface et à augmenter la résilience à la sécheresse ou aux conditions très humides. Un sol en santé, composante essentielle d'un environnement sain, est le fondement de tout système de production agricole durable.

# Qu'entend-on par affaissement du sol?

L'affaissement du sol est une diminution permanente du niveau de la surface d'un sol organique en raison d'un ensemble de processus de dégradation attribuable au drainage souterrain et à la mise en culture.

Les sols organiques sont souvent appelés terres noires ou sols tourbeux. Ils se forment en terrains plats ou dans des zones en dépression, habituellement dans des terres humides, aux endroits où des nappes phréatiques élevées en permanence ont empêché l'oxydation biologique des résidus végétaux morts. Historiquement, les terres noires et les sols tourbeux ont été défrichés, drainés et utilisés pour des cultures légumières à valeur élevée. Leur affaissement se manifeste immédiatement avec le drainage.

Un abaissement de la surface du sol ainsi que la présence de couches souterraines minérales de couleur pâle à la surface témoignent visuellement d'un affaissement.



Les nappes phréatiques élevées permettent aux résidus de s'accumuler et de se transformer en sol organique. On estime que la formation de 30 cm de sol organique prend environ 500 ans à se former si la nappe phréatique n'est pas perturbée.

# L'affaissement et la santé du sol

Les terres noires (ou sols tourbeux) sont précieuses pour la production de certaines cultures légumières, comme la carotte, l'oignon, le radis et les légumes-feuilles comme la laitue. Les superficies cultivées dans des terres noires sont limitées et très fragiles. L'affaissement survient en raison d'une combinaison de divers processus de dégradation du sol. L'affaissement des terres noires peut entraîner les répercussions suivantes :

- une intensification de la dégradation
- une diminution de la fertilité
- un appauvrissement du milieu d'enracinement
- l'érosion du sol



**RISQUES D'INTENSIFICATION DE LA DÉGRADATION.** L'érosion éolienne et l'érosion hydrique contribuent à la perte de sol et à sa dégradation et favorisent l'affaissement des sols organiques.



**DIMINUTION DE LA FERTILITÉ.** La gestion de la fertilité est importante dans les sols organiques offrant la possibilité de produire des cultures légumières à valeur élevée. L'affaissement diminue la profondeur des sols organiques, lesquels commencent alors à se combiner aux couches minérales souterraines. La recombinaison des couches de sol ainsi produite influe sur le pH du sol, sur l'assimilation des éléments nutritifs de même que sur l'humidité disponible pour la culture.



**APPAUVRISSMENT DU MILIEU D'ENRACINEMENT.** Avec le temps, le travail du sol ramène à la surface de la terre provenant de couches de plus en plus profondes, comme des résidus fibreux non transformés. Le matériau du sous-sol finit par s'incorporer aux couches supérieures. Une profondeur réduite du sol signifie que le volume du milieu d'enracinement exploitable pour les cultures diminue tout comme la capacité du sol à retenir l'eau et les éléments nutritifs.



**RISQUE D'ÉROSION DU SOL.** Traditionnellement, la grande valeur des terres noires n'a pas favorisé l'utilisation de bandes-tampons ni le recours à d'autres mesures de conservation, ce qui a souvent entraîné la production de cultures à proximité des fossés et des pertes de sol dans les cours d'eau.

# Notions de base sur l'affaissement du sol

L'affaissement est une caractéristique propre aux sols organiques ou à la couche organique des sols minéraux recouverts de matériel tourbeux. Les sols organiques contiennent plus de 30 % de matière organique en poids et ont une profondeur d'au moins 40 cm au-dessus des couches minérales sous-jacentes ou de la roche-mère. Ces sols se forment en terrains plats ou dans des dépressions, habituellement en zones humides, aux endroits où des nappes phréatiques élevées en permanence ont empêché l'oxydation biologique des résidus végétaux morts.

Les sols organiques sont classés selon leur profondeur et leur degré de décomposition. Les sols organiques très décomposés sont souvent appelés terres noires. Les sols organiques où le matériau ligneux ou végétal d'origine demeure visible sont plutôt désignés comme des sols tourbeux.

Le processus d'affaissement des sols organiques se déclenche avec le défrichage du terrain, son drainage et dès qu'il est cultivé.

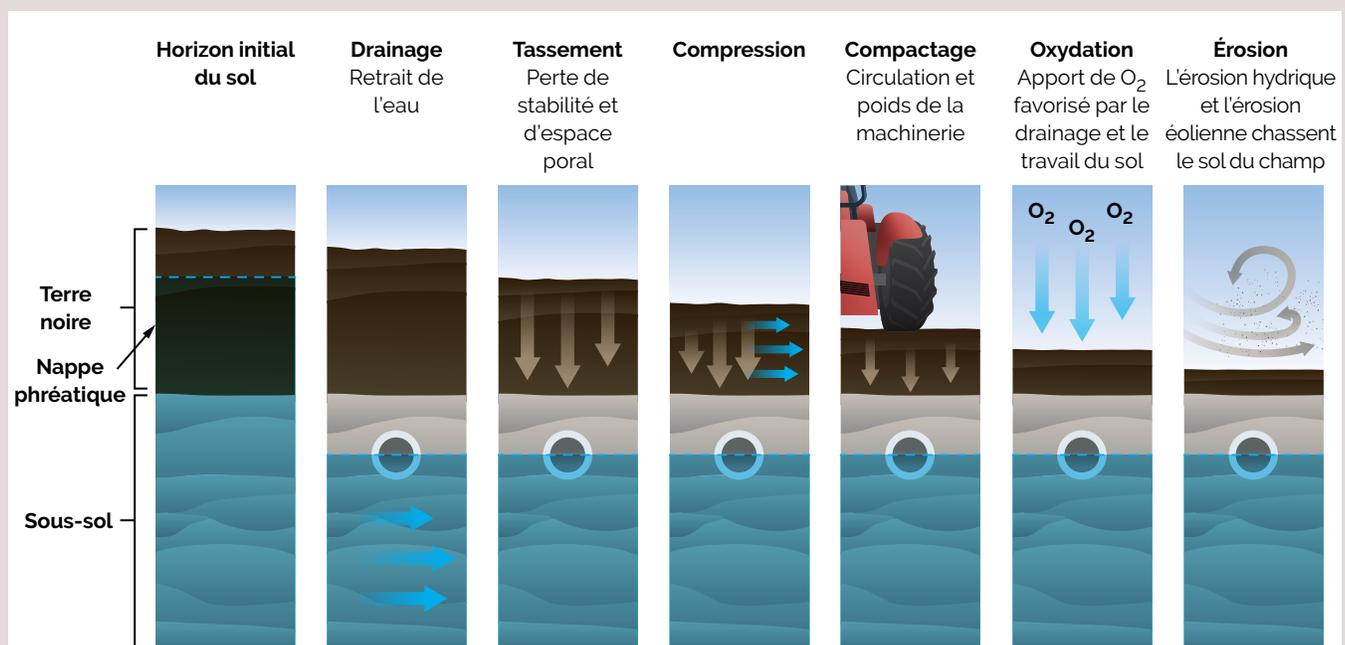


La plupart des sols organiques se sont formés en zones humides.

## PROCESSUS D'AFFAISSEMENT

Plusieurs processus sont associés à l'affaissement :

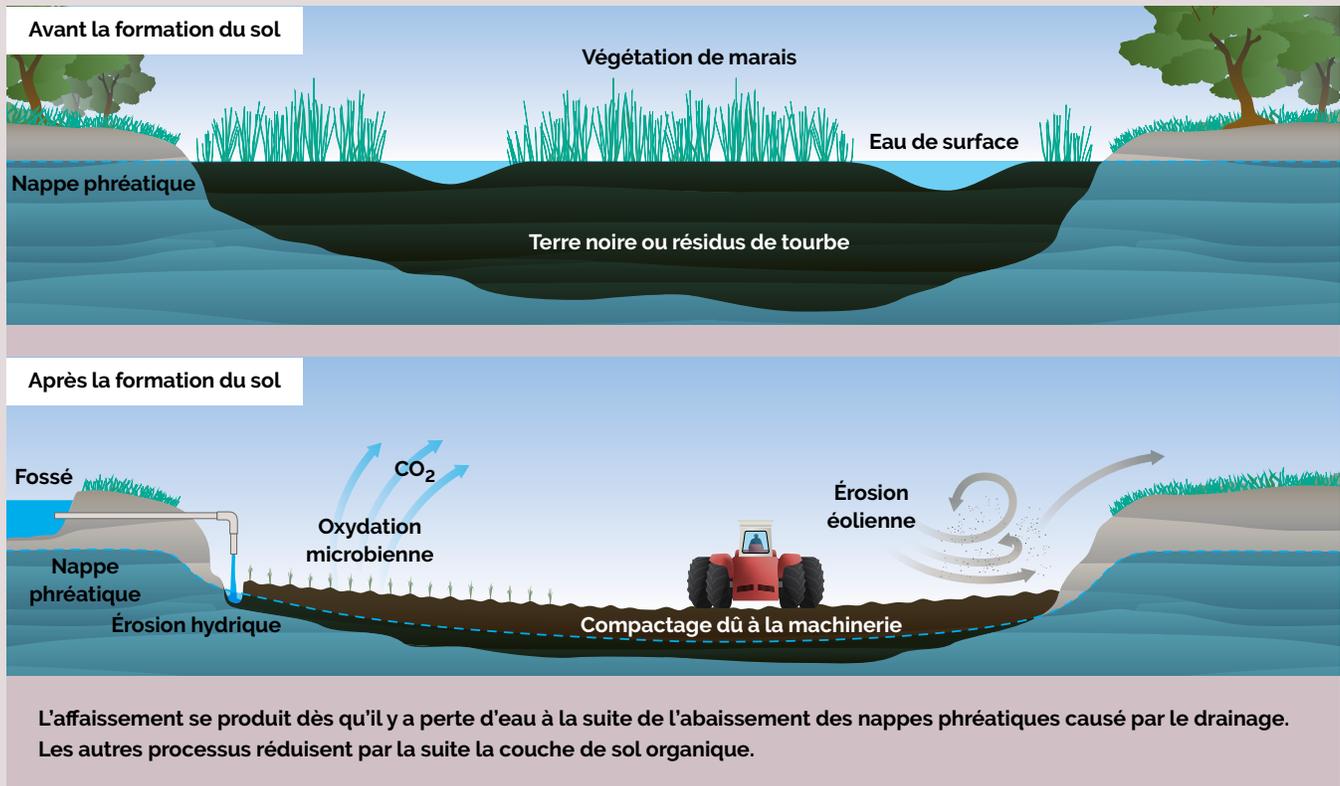
- **Tassement** : perte de volume attribuable au retrait de l'eau.
- **Consolidation ou compression** : densification de la tourbe en raison de la perte de pression hydrostatique de la nappe phréatique qui s'abaisse.
- **Compactage** : remplissage des macropores par des particules humifères et minérales en plus de la pression exercée par les roues et le poids de la machinerie.
- **Oxydation** : décomposition microbienne d'un substrat de sol organique bien aéré.



L'affaissement est habituellement considéré comme une combinaison d'au plus quatre processus : le tassement, la compression, le compactage et l'oxydation. L'érosion du sol joue aussi un rôle dans la réduction de la profondeur de sol.

## Tassement

- Le tassement du sol est dû à des processus physiques.
- La perte d'humidité dans les couches de surface en raison de l'abaissement des nappes phréatiques (drainage souterrain) et de l'augmentation des taux d'évapotranspiration (causée par les pratiques culturales et le travail du sol) peut causer une tension élevée de l'eau du sol dans la zone racinaire, entraînant une diminution du volume d'eau dans ces couches (au-dessus de la surface de la nappe phréatique où le sol est saturé).



## Consolidation ou compression

- La consolidation, ou compression, est un processus mécanique.
- Lorsque la nappe phréatique est abaissée, le sol n'est plus soutenu par la pression hydrostatique de l'eau gravitationnelle. Le plus gros de la compression se produit au cours des premières années de la mise en culture du terrain après le défrichage et le drainage.
- La compression des espaces poreux est pire quand le sol est mouillé en raison de la structure déficiente d'un sol détrempe ou constamment saturé.
- Plus le sol organique se comprime, plus les couches plus profondes doivent soutenir le poids accru de  $1 \text{ g/cm}^2/\text{cm}$  d'abaissement de la nappe phréatique, entraînant ainsi la compression des couches de sols qui se trouvent dans la zone saturée.

## Compactage

- Le compactage dans les sols organiques est relativement semblable au processus de compactage dans les sols minéraux. Le sol se compacte sous le poids des véhicules et de la machinerie à la surface lorsque les couches souterraines sont humides ou détrempees, ce qui réduit la taille des macropores en raison de la compression et du remplissage des macropores par de plus petites particules humiques.
- Le taux de compactage augmente avec la diminution de la profondeur de la couche de sol organique au-dessus du sol minéral puisque les particules minérales peuvent contribuer au remplissage des macropores.

## Oxydation

- Les sols organiques se forment sous des conditions anaérobies (sols gorgés d'eau). L'oxydation biologique ou minéralisation de la matière organique débute quand l'eau est drainée hors du sol. Avec la décomposition de la matière organique, la quantité de tourbe diminue et le niveau du sol s'abaisse (c'est l'affaissement).
- Le taux d'oxydation s'accélère lorsque les sols organiques drainés sont cultivés. Le travail du sol brise mécaniquement les particules de sol et apporte de l'air au sol, ce qui alimente les microorganismes qui participent à la décomposition de la matière organique.



**Le travail du sol peut accélérer les processus d'oxydation et laisser le sol vulnérable à l'érosion éolienne et hydrique.**

## Interactions avec les autres formes de dégradation

La structure des sols organiques étant complexe et fragile, le travail du sol détruit la structure qui a pu se former. Une perte de structure influe sur certaines propriétés physiques du sol, dont le drainage ou d'autres mouvements de l'eau dans les horizons de sol. Lorsque les agrégats sont détruits, les surfaces des particules d'origine qui les constituaient sont beaucoup plus exposées et donc plus vulnérables à la dégradation microbienne, ce qui intensifie l'affaissement et la perte de carbone.

L'érosion éolienne et l'érosion hydrique peuvent entraîner la perte de matériau tourbeux. Le ruissellement dans les terres noires est courant puisque leur capacité de rétention d'eau est souvent supérieure à la capacité au champ. Quand les sols tourbeux ne sont pas gorgés d'eau (au cours d'une saison de croissance), la terre est légère et meuble et si elle est dénudée, elle est facilement soulevée par le vent ou déplacée par ruissellement.

Les sols tourbeux sont habituellement peu fertiles et manquent de certains oligoéléments. Avec l'apport d'engrais aux cultures, la flore microbienne se modifie et les taux de décomposition s'accroissent.



**Après juste quelques années de culture, le niveau de la surface des sols organiques peut radicalement baisser en raison de ces processus. Ces sols ne se régénèrent pas assez rapidement lorsqu'ils sont cultivés, ce qui signifie qu'ils deviendront éventuellement des sols minéraux riches en matière organique plutôt que des terres noires. On peut constater sur la photo que le champ est plus bas comparativement à la bordure de champ.**

# Conditions propices à l'affaissement du sol

## CARACTÉRISTIQUES DU SOL

- **Teneur en humus de la tourbe** : l'humus est plus résistant à la décomposition puisqu'il est déjà bien décomposé.
- **Teneur en minéraux de la tourbe** : une teneur plus élevée en minéraux (qui se produit avec le temps) occasionne moins d'affaissement.
- **Épaisseur de la couche organique d'origine** : des dépôts plus profonds vont s'affaisser davantage.

## CARACTÉRISTIQUES DE LA NAPPE PHRÉATIQUE ET DES DRAINS

- **Fluctuations de la nappe phréatique** : les nappes phréatiques élevées dont le niveau fluctue et qui saturent de plus grande quantité de sol peuvent réduire le taux d'affaissement si cela permet de garder le sol saturé.
- **Profondeur et espacement des drains souterrains ou de surface** : des drains plus profonds et plus rapprochés contribuent à accélérer l'affaissement si la nappe phréatique est gardée très basse et que le sol est bien drainé.

## CONDITIONS CLIMATIQUES

- **Cycles d'humidité et de sécheresse** : les niveaux de précipitation et les taux d'humidité du sol ont un effet sur l'affaissement des sols.
- **Température** : les taux d'oxydation (dus à l'activité microbienne) augmentent avec la température.

## GESTION ANTÉRIEURE ET ACTUELLE

- Mauvaise gestion des niveaux de la nappe phréatique entraînant un drainage excessif
- Approfondissement des fossés de drainage au moment de l'entretien
- Courtes rotations culturales et monocultures
- Travail du sol avec incorporation d'engrais ou de chaux pour élever le pH
- Activités de production intenses (par exemple, travail du sol, pulvérisations et récolte) provoquant de la compression, du compactage et l'érosion du sol
- Sols laissés à découvert durant l'hiver, facilitant ainsi l'érosion
- Récolte de tourbe pour mélanges de terre à jardin ou de cultures sans sol



Le drainage souterrain contribue à augmenter le taux d'affaissement. Cependant, en gérant le niveau de la nappe phréatique en dehors de la période de production culturale, on peut ralentir le rythme de l'affaissement.



Les sols dénudés durant l'hiver contribuent à augmenter le taux d'affaissement des sols organiques cultivés en Ontario.

# Diagnostics d'affaissement

## OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

- Surface du sol dans le champ visiblement plus basse que celle des zones adjacentes ou des bordures du champ
- Zones éparses du champ mal drainées ou zones qui s'assèchent plus rapidement que le reste du champ
- Effet de l'érosion éolienne visible par temps venteux
- Perte visible de sol érodé, surtout au printemps



**Les sols organiques peuvent s'affaisser au rythme de 25 m/année.**

## OBSERVATIONS DE LA CULTURE

- Plus faible profondeur de la zone racinaire en raison d'un volume moindre de sol disponible dans cette zone
- Besoins d'irrigation accrus en vue d'éviter du stress à la culture
- Développement et rendements inégaux de la culture dans le champ (par exemple, stress des cultures visibles sur les buttes avant le reste du champ)



**Alors que la diminution de la profondeur de sol et le mélange de la couche arable avec les couches minérales inférieures exerceront un effet sur les racines de la culture avec le temps, les pertes de sol attribuables à l'érosion éolienne peuvent entraîner des répercussions importantes en une seule saison. On voit ici des bulbes d'oignons qui sont remontés à la surface peu après leur plantation au printemps.**

## OBSERVATIONS DU SOL

- Fissures visibles dans le sol en raison de la perte d'eau
- Sol lent à reprendre son humidité en raison d'une baisse de perméabilité due à la compression et au compactage
- Incorporation de sol minéral plus pâle dans le sol organique foncé indiquant un mélange de couches souterraines minérales avec la couche arable organique



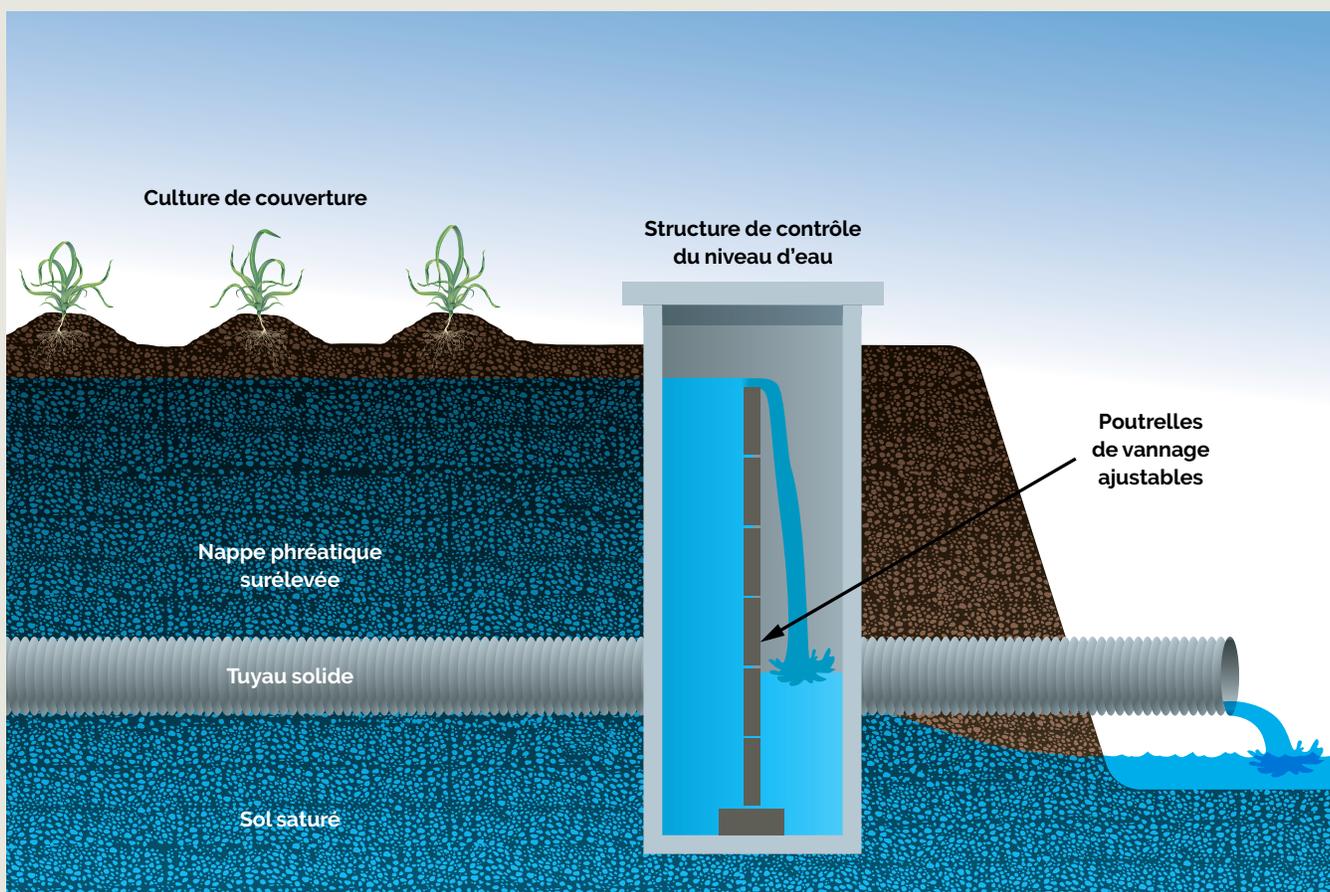
Les sols affaiblis vont se fissurer lorsqu'ils sont secs.



Une sonde tubulaire peut rapidement donner la profondeur de la couche de terre noire organique et le degré de mélange avec la couche minérale inférieure. Cette sonde mesure 30 cm.

# Pratiques de gestion optimales

- Utilisation de structures de contrôle de nappe phréatique afin de garder saturées les couches inférieures du sol
- Réduction du travail du sol, surtout en sols saturés
- Gestion des résidus afin d'assurer le recouvrement de la surface du sol et d'éviter ainsi l'évaporation et la lente oxydation de la matière organique
- Plantation de brise-vent ou de cultures de couverture; semis de grains à levée rapide tôt en saison afin de prévenir l'érosion éolienne et de protéger les plantules de légumes
- Plantation de cultures de couverture qui serviront de fumier vert et enrichiront le sol en matière organique



Les dispositifs de contrôle de nappe phréatique sont utilisés pour garder saturées les couches inférieures du sol et réduire ainsi le taux d'oxydation et d'autres processus causant l'affaissement durant l'hiver ainsi que pendant les autres périodes où il n'y a pas de cultures.



**Les petites céréales à croissance rapide peuvent protéger à la fois le sol et les jeunes pousses de légumes des vents printaniers.**



**La rotation culturale et les cultures de couverture peuvent protéger les sols organiques et leur apporter de la matière organique supplémentaire.**

# Pour plus d'information

## MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

De nombreuses autres sources d'information sont offertes.

La plupart des documents sont affichés en ligne à [Ontario.ca](http://Ontario.ca) ou peuvent être commandés auprès de ServiceOntario.

- *Manuel sur la fertilité du sol*, Publication 611F
- *Guide agronomique des grandes cultures*, Publication 811F
- Fiche technique du MAAARO, *L'érosion du sol – Causes et effets*
- Fiche technique du MAAARO, *Gestion des terres organiques*

### Série sur les Pratiques de gestion optimales

- *Lutte contre l'érosion du sol à la ferme*
- *Cultures horticoles*
- *Gestion du sol*

### Diagnostics des sols, Lcultures Ontario

<http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/french/soil-diagnostics/index.html>

### Promo-cultures, Agronomie générale

[http://www.omafra.gov.on.ca/CropOp/fr/general\\_agronomics/index.html](http://www.omafra.gov.on.ca/CropOp/fr/general_agronomics/index.html)

### Plan agroenvironnemental (4<sup>e</sup> édition) et Fiches d'information sur le PAE

- Fiche d'information 15, *Gestion du sol*

## Envoi de demandes de renseignements au ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario

Centre d'information agricole

Tél. : 1 877 424-1300

Courriel : [ag.info.omafra@ontario.ca](mailto:ag.info.omafra@ontario.ca)

Site Web : [ontario.ca/maaaro](http://ontario.ca/maaaro)

## COMMANDES À SERVICEONTARIO

En ligne, voir ServiceOntario Publications [ontario.ca/publications](http://ontario.ca/publications)

Par téléphone, appeler l'InfoCentre Service Ontario

Du lundi au vendredi, de 8 h 30 à 17 h

416 326-5300

416 325-3408 (ATS)

1 800 668-9938, sans frais dans tout l'Ontario

1 800 268-7095 ATS sans frais dans tout l'Ontario

## REMERCIEMENTS

La présente fiche a été conçue et rédigée par l'équipe du MAAARO affectée au dossier du sol : Adam Hayes (président), Doug Aspinall, Andrew Barrie, Sebastian Belliard, Dave Bray, Christine Brown, Adam Gillespie, Christoph Kessel, Kevin McKague, Jake Munroe, Deanna Nemeth, Nicole Rabe, Jim Ritter, Daniel Saurette, Stewart Sweeny, Ted Taylor et Anne Verhallen.

**Recherche et rédaction :** Ann Huber, Don King et Margaret Ribey (Soil Resource Group)

**Coordonnatrice technique au MAAARO :** Arlene Robertson

AF 214

ISBN 978-1-4868-6768-4 (IMPRIMÉ)

ISBN 978-1-4868-6770-7 (PDF)

## Série de fiches sur les PGO pour la santé du sol

Ajout d'amendements organiques

Bandes tampons

Cultures en courbes de niveau et en bandes

Cultures-abris et épandage de fumier

Démobilisation des terres cultivées

Structures de lutte contre l'érosion

Brise-vents dans les champs

Ensemencement sous les cultures-abris

Travail du sol avec paillage

Culture sans labour pour la santé du sol

Systèmes de cultures vivaces

Gestion des résidus

Rotation des cultures agronomiques

Restauration du sol

Drainage souterrain

Bandes brise-vents

Cultures couvre-sol d'hiver

## Série de fiches sur les PGO pour le diagnostic de la santé du sol

Sols froids et humides

Sécheresse

Faible fertilité

pH extrêmes

Érosion hydrique du sol

Compaction souterraine

Croûtage en surface

Érosion attribuable au travail du sol

Érosion éolienne