



## Les pratiques de gestion optimales

# SOLS FROIDS ET HUMIDES

Les sols froids et humides sont deux conditions qui affectent la plantation et la germination des semences. Il y a deux types de sols qui sont froids et humides de façon chronique ou saisonnière – les sols qui sont naturellement froids et humides et les sols dégradés.

On retrouve souvent les sols qui sont naturellement froids et humides dans les champs situés dans des terres basses. Ils sont habituellement associés à un mauvais ou très mauvais drainage et on les appelle des sols gleysoliques ou saturés d'eau.

Les sols dégradés (sols compactés) peuvent nuire à l'infiltration normale de l'eau dans le sol et, dans des cas extrêmes, peuvent causer la formation d'une nappe phréatique suspendue. Ceci se produit lorsque la compaction réduit le mouvement descendant de l'eau dans le profil du sol, ce qui entraîne la saturation temporaire du sol à la surface tandis que le sol qui se trouve en dessous n'est pas saturé. Cette saturation temporaire peut causer une compaction supplémentaire et une plus grande dégradation du sol.

Cette fiche d'information présente un ensemble d'outils diagnostiques utilisés pour décrire le type, la nature et l'étendue des terres cultivées froides et humides en Ontario. Un bon diagnostic est essentiel pour identifier les pratiques de gestion optimales (PGO) les plus appropriées pour un champ donné.

### LE RÔLE DU SOL SAIN DANS UN CLIMAT EN CONSTANTE ÉVOLUTION

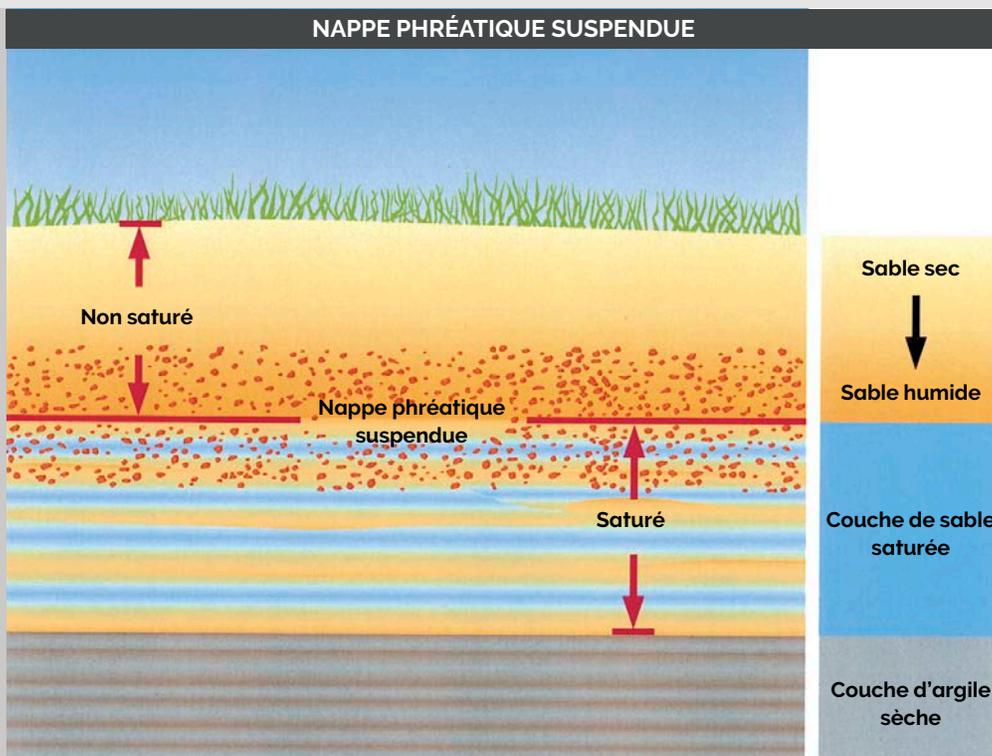
L'agriculture et le climat sont directement liés; tout ce qui a un effet important sur notre climat influera sur la production agricole. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) et le changement climatique sont des problèmes globaux, et l'agriculture peut contribuer à leur résolution.

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 sain, composante essentielle d'un environnement sain, est le fondement d'un système de production agricole durable.



Les sols gleysoliques ou gleys sont caractérisés par leur couleur grise et une surface luisante causées par des conditions anaérobies (aucun oxygène) à court ou à long terme.

Les sols qui sont temporairement saturés près de la surface (ce qui les rend froids et humides) et qui ne sont pas saturés en dessous de la couche compactée sont considérés comme ayant une nappe phréatique suspendue artificielle. Ces couches de saturation temporaire peuvent entraîner une compaction supplémentaire et une plus grande dégradation du sol.



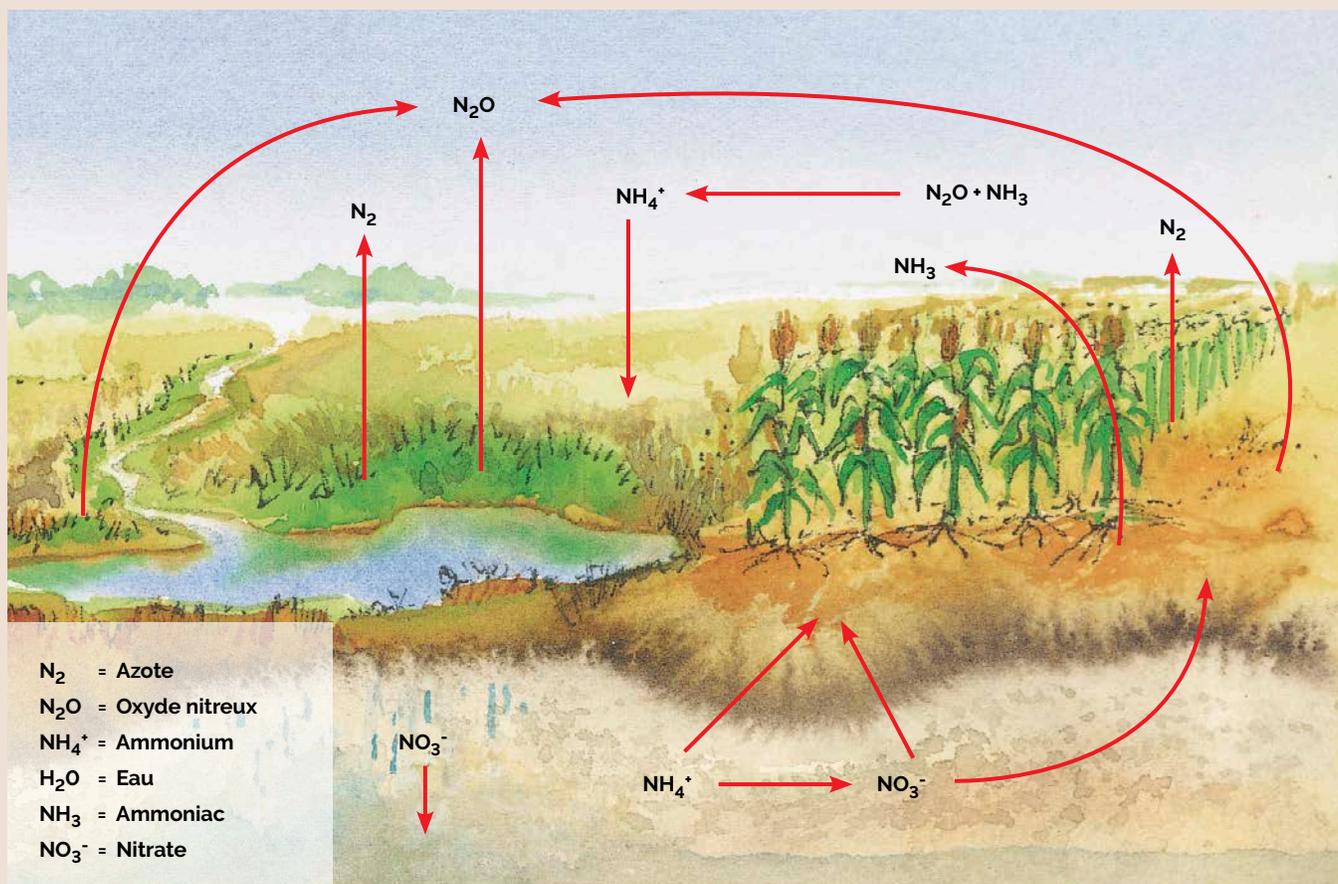
# Les sols froids et humides et la santé des sols

Les sols humides sont plus vulnérables au croûtage et à la compaction causés par les opérations dans les champs. Les conditions froides et humides posent un risque plus élevé de perte d'azote par le phénomène de dénitrification ou de lessivage. Une dénitrification partielle favorisera l'émission d'oxyde nitreux – un gaz à effet de serre puissant. Dans les sols froids et humides, les cultures ont un mauvais enracinement, une émergence tardive, un peuplement non uniforme et une croissance ralentie.

La compaction et les sols mal structurés favorisent le ruissellement et l'érosion ainsi que le dépôt de sédiments et de nutriments culturaux dans les eaux de surface adjacentes.



Les zones basses dans les champs sont typiquement plus fraîches et se drainent moins rapidement, spécialement si leur sol est compacté. Ces zones connaissent souvent des inondations toute l'année, ce qui peut causer une germination médiocre ou nulle des semences.



Les sols froids et humides sont vulnérables au lessivage et aux conditions anaérobies. Les processus de lessivage et de dénitrification réduisent la quantité d'azote assimilable par les cultures dans un champ et causent un enrichissement nutritif de la zone à l'extérieur du champ ou des étendues d'eau/eaux souterraines à proximité.

# Sols froids et humides – Notions fondamentales

Afin de bien gérer les sols froids et humides, il pourrait être utile de comprendre les principes et processus associés à l'eau du sol et à l'eau souterraine.

## INFILTRATION

L'infiltration est le processus par lequel l'eau pénètre dans la surface du sol et déplace l'air qui s'y trouve. Le taux d'infiltration est directement lié à la topographie du champ, aux propriétés du sol de surface et aux conditions qui prévalent sur le site.

Les taux d'infiltration sont faibles dans le cas des sols nus dont le lit de semences est en mauvais état en raison d'une mauvaise structure du sol et d'une faible porosité. Certains sols comme les sols limoneux ou argileux peuvent avoir naturellement de faibles taux d'infiltration causés par l'alignement des particules du sol avec les agrégats. Les sols limoneux et les sols à sable très fin ont des agrégats moins solides et auront plus tendance à former une croûte, tout comme les sols argileux avec des agrégats instables à la suite d'un travail excessif du sol et d'une faible teneur en matière organique.

Les zones basses recueillent l'eau des zones plus élevées du champ, ce qui produit une quantité excessive d'eau pour l'infiltration dans le sol. Le gros volume d'eau qui repose à la surface du sol et dans le profil du sol ralentit le mouvement de l'eau dans le sol et à travers celui-ci. Parmi les autres facteurs qui sont responsables de taux d'infiltration moins élevés dans les zones basses, notons la compaction, le croûtage du sol (scellement) et l'enfouissement de profils du sol (l'horizon A du sol est enfoui par des dépôts de sol érodé).

## PERMÉABILITÉ

Une fois que l'eau pénètre dans le sol, la gravité favorise son écoulement de la surface vers les couches plus profondes du profil. La « conductivité hydraulique » est le terme utilisé pour décrire la vitesse à laquelle l'eau traverse (imprègne) le sol. Cette conductivité est liée à la porosité du sol, à sa texture, à sa structure, à la profondeur de la couche de sol bloquant le passage aux racines (substrat rocheux d'un sol à texture fine) et à la profondeur de la nappe phréatique. Les sols à faible conductivité hydraulique ont tendance à être froids et humides durant la saison de croissance.

Le concept de conductivité hydraulique est une composante du système de classification utilisé pour décrire le drainage naturel du sol dans un champ. Les sols qui se drainent rapidement sont de type sableux; ils sont très poreux et ne présentent pas de couche compactée bloquant l'écoulement de l'eau ni d'évidence de nappe phréatique dans le premier mètre (3 pi) de la surface du sol. Dans les sols mal drainés, la nappe phréatique est peu profonde, et ces sols sont habituellement moins poreux que les sols qui se drainent rapidement.

Le système de classification du drainage des sols est utilisé pour décrire les conditions d'humidité du sol sur les cartes et les relevés pédologiques. Sept classes de drainage sont utilisées pour les sols; elles vont de très rapide à très mauvais. Les sols froids et humides sont généralement classés comme ayant un mauvais drainage.

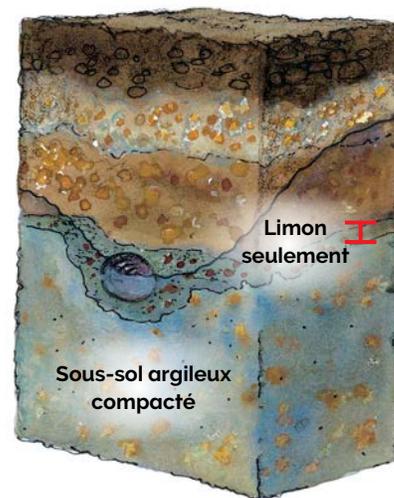


**Des taux d'infiltration peu élevés causés par une dégradation localisée du sol constituent un problème de gestion du sol qui peut être lié à des PGO du sol, comme le raccord d'un puisard d'entrée à une conduite souterraine qui existe déjà.**



**Un puisard d'entrée aidera à enlever l'eau accumulée sur les terres cultivées qui ont un faible taux d'infiltration.**

### SOL IMPERMÉABLE



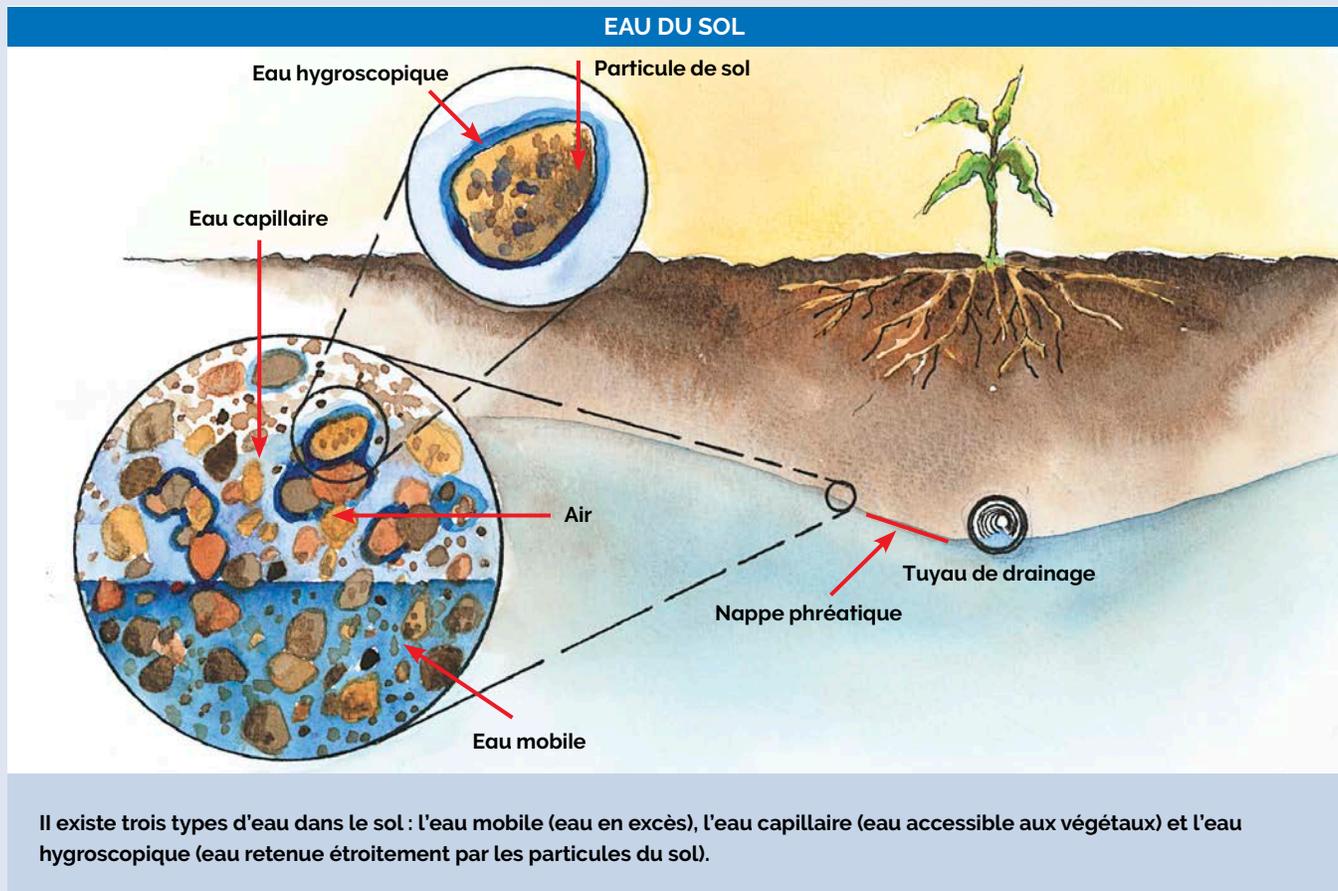
**Les sols qui ont une faible conductivité hydraulique sont parfois décrits comme imperméables ou comme ayant une perméabilité qui n'est pas idéale pour la croissance des cultures et les opérations dans les champs.**

## EAU DU SOL

L'eau qui se trouve dans le sol ne se comporte pas de manière uniforme. Une partie de cette eau est retenue si étroitement qu'elle est presque inaccessible aux végétaux. Une autre partie circule librement et n'est pas retenue dans le sol. Il est absolument nécessaire qu'une certaine quantité d'eau dans le sol puisse être prélevée par la culture afin d'assurer les fonctions métaboliques de cette dernière. La température du sol, sa facilité à être travaillé, l'aération du sol et la capacité du système racinaire à s'étendre sont également des facteurs très importants.

L'eau du sol peut être qualifiée de :

- mobile (eau en excès)
- capillaire (eau accessible aux végétaux)
- hygroscopique (eau retenue étroitement par les particules du sol)



La quantité d'eau du sol disponible dépend étroitement de la texture de ce sol :

- Les loams, loams limoneux et loams argileux sont ceux qui retiennent le plus d'eau disponible pour les cultures.
- Les sols argileux ont une grande surface de contact et de nombreux pores de petite taille, et c'est pourquoi ces sols possèdent la proportion la plus élevée d'eau hygroscopique.

L'humidité du sol disponible est la quantité d'eau située entre le point de flétrissement permanent et la capacité du champ.

Le point de flétrissement permanent est le plus petit taux d'humidité dans le sol dont une plante a besoin pour éviter un flétrissement irréversible.

La capacité du champ est le volume d'eau maximal qu'un sol peut retenir sans devenir mobile ou capillaire. Si plus d'eau est ajoutée, elle se drainera naturellement (par gravité).

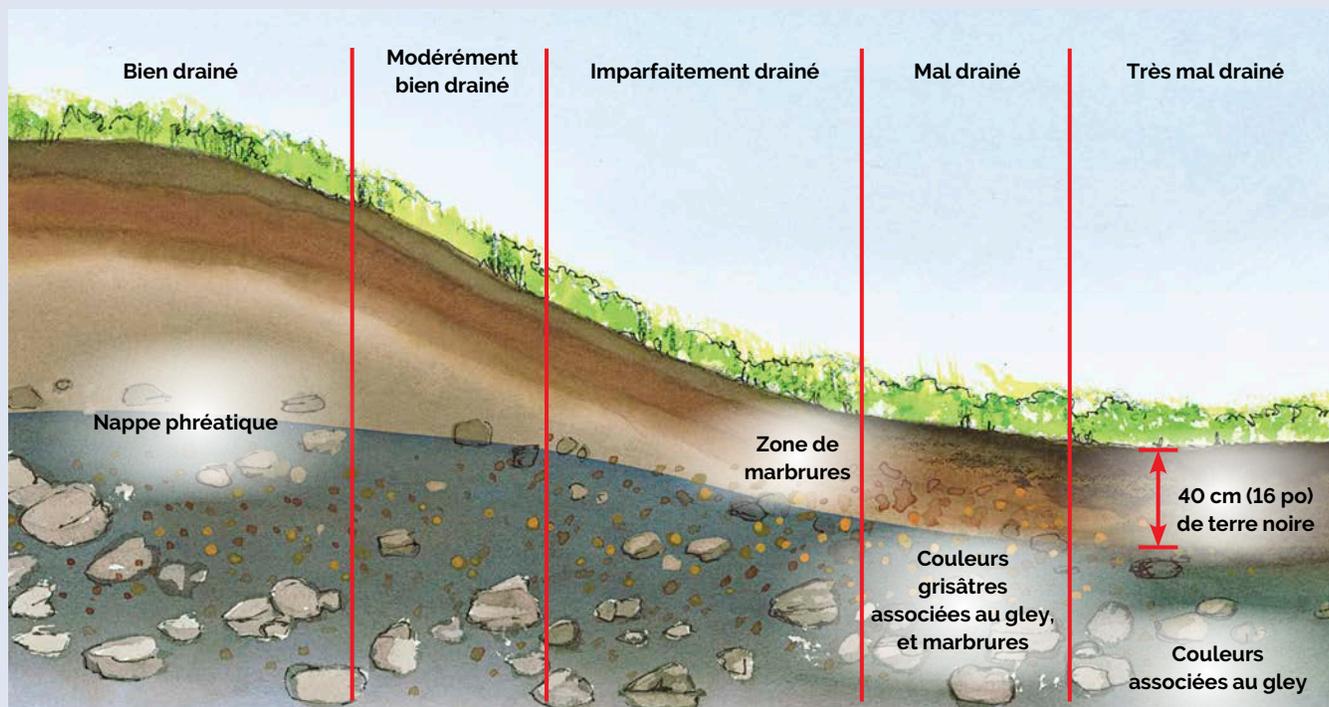
Les sols froids et humides sont généralement saturés ou ont un taux d'humidité qui dépasse la capacité du champ. La perméabilité est trop faible et lorsque la nappe phréatique est haute, l'eau mobile n'a pas d'espace pour se drainer.

## NAPPE PHRÉATIQUE

La surface supérieure d'une nappe d'eau souterraine est appelée la nappe phréatique. La profondeur de cette dernière fluctue au cours de l'année selon l'ampleur des précipitations, de l'évapotranspiration et de la percolation en profondeur dans le sol. Tard l'automne, les précipitations sont habituellement supérieures aux taux d'évapotranspiration, ce qui hausse le niveau de la nappe.

La nappe phréatique est au plus haut au début du printemps après la fonte des neiges et l'accumulation des précipitations. Le niveau de la nappe baisse durant la saison de croissance à mesure que les cultures poussent et avec la diminution (en temps normal) des précipitations en juillet et en août.

Les sols qui ont une nappe phréatique haute sont plus vulnérables aux conditions froides et humides.



En observant les couleurs du sol, on peut se faire une idée assez juste des fluctuations saisonnières de la nappe phréatique. Un gris terne (associé au gley) indique la présence de zones ou de couches saturées en permanence, alors que les couches qui présentent des taches de rouille (marbrures) révèlent que le niveau de la nappe fluctue. Le niveau des nappes phréatiques dépend normalement de la topographie des lieux, mais elles ont tendance à être plus profondes sur les collines et les buttes, et plus près de la surface dans les zones basses.

## DÉGRADATION DES SOLS ET SOLS FROIDS ET HUMIDES

Les sols des champs situés dans des zones basses sont habituellement froids et humides. L'état naturel du sol peut se détériorer s'il est sujet à un travail du sol non nécessaire ou au mauvais moment, à une circulation avec une charge élevée par essieu lorsque le sol est humide, à de mauvaises pratiques de rotation culturale, à des récoltes par temps humide et à une absence d'ajout d'amendements organiques ou de couverture de résidus culturaux.

Si ces pratiques sont utilisées pendant longtemps, la structure des lits de semences et du sous-sol va se détériorer et causer du croûtage et la formation de semelles de labour et de couches compactées plus profondes.

Les sols dont la structure est dégradée dans les zones basses ou plates nuiront à l'infiltration et à la percolation et deviendront plus humides à la surface.

## TEMPÉRATURE DU SOL

La température du sol est directement liée à la température de l'air. Les sols humides prennent plus de temps à se réchauffer en raison de la chaleur spécifique élevée de l'eau, ce qui signifie que le chauffage de l'eau dans le sol requiert beaucoup d'énergie (comparativement à l'air au-dessus du sol). Les sols foncés absorbent la chaleur et se réchauffent plus rapidement. Les pentes faisant face au sud reçoivent plus de rayonnement solaire direct.

Les sols plus pâles ou couverts de neige reflètent les rayons du soleil et ne se réchauffent pas aussi rapidement. Bien que la couleur et la texture du sol affectent la rapidité de son réchauffement, c'est l'eau que l'on retrouve dans le sol des climats froids qui joue le rôle le plus important dans le processus de réchauffement du sol au début du printemps. Il faut donc que les sols aient un bon drainage.

Les sols humides ou mouillés ont une capacité de chaleur plus élevée que les sols secs et peuvent, s'ils ne sont pas perturbés, absorber plus de chaleur que les sols récemment cultivés. Ceci signifie que la surface de sols nus, mouillés et non perturbés absorbera plus d'énergie rayonnante durant le jour et offrira une meilleure protection contre le gel en libérant cette chaleur durant la nuit. Les sols situés dans des zones basses ou dans le bas des pentes sont exposés à de l'air plus froid puisque l'air froid se dirige vers les parties les plus basses du paysage.



**Les sols foncés (qui renferment plus de matière organique) absorbent la chaleur plus rapidement.**

## CONDITIONS POUR LES SOLS FROIDS ET HUMIDES

### Topographie

- Les dépressions dans le sol sont souvent plus humides et plus froides.

### Profil du sol

- Sols à texture lourde
  - Les sols argileux se réchauffent et se drainent plus lentement.
- Sols à faible teneur en matière organique
  - Les sols qui ont une faible teneur en matière organique sont typiquement plus pâles et n'absorberont pas la chaleur aussi rapidement que les sols foncés qui contiennent beaucoup de matière organique.
- Classe de drainage et nappe phréatique haute
  - Sols ayant un mauvais ou très mauvais drainage
- Nappe phréatique suspendue
  - Nappe naturelle ou formée par la compaction du sous-sol
- Albédo de la surface du sol (pouvoir réfléchissant d'une surface, c'est-à-dire le rapport de l'énergie lumineuse réfléchie par rapport à l'énergie lumineuse incidente, exprimé en pourcentage)
  - Les sols foncés humides ont un albédo de 6 à 15 % (un parc de stationnement asphalté a un albédo d'environ 5 %).
  - Les sols secs ont un albédo de 22 à 34 % (une dalle en béton a un albédo d'environ 25 %).

## Climat

- Régimes de précipitation
  - De fortes pluies fréquentes rendront le sol froid et humide.
- Climat local
  - Certaines régions ont des saisons de croissance plus courtes, moins de journées sans gel et des printemps et automnes plus humides.
- Couche de neige épaisse
  - Une couche de neige épaisse et une fonte des neiges assez lente rendront les sols plus froids et humides pendant plus longtemps.



**La neige qui se ramasse dans les zones basses d'un champ ou dans les haies-clôtures fondra plus lentement, rendant le sol plus froid et humide pendant plus longtemps au printemps.**

## Gestion précédente et actuelle

Pratiques qui favorisent la compaction et une mauvaise structure du sol :

- Charge élevée par essieu
- Pression élevée des pneus
- Circulation non contrôlée ou planifiée
- Opérations dans le champ lorsque le sol est humide
  - Les sols humides résistent moins à la compaction que les sols secs.
  - Les sols humides réagissent plus aux forces physiques, comme le lissage et la compaction.
- Travail du sol excessif (comme plus de 3 passages)
- Couverture excessive de résidus au printemps qui empêche les sols de se réchauffer
  - Les sols recouverts de résidus de maïs décomposés ont un albédo de 22 %.
- Champs situés dans des terres basses sans drainage souterrain
- Rotations culturales avec trop peu de types de cultures
  - La structure du sol se dégrade avec le temps.
  - Le manque de diversité dans les réseaux racinaires n'améliore pas la structure du sol ou le drainage.

# Les outils diagnostiques des sols froids et humides

Il y a plusieurs façons de diagnostiquer des sols froids et humides sur vos terres cultivées.

## OBSERVATION DES CHAMPS

- levée d'adventices retardée une fois que la température monte
- accumulation d'eau dans des zones plates ou basses
- ruissellement provenant de zones basses avec accumulation d'eau
- champ qui sèche lentement au printemps



**L'accumulation d'eau dans les ornières et les petites dépressions dans un champ est une indication de conditions froides et humides – probablement causées par la compaction.**



**Les champs qui ont un terrain bosselé (buttes et monticules) ont souvent plusieurs zones basses froides et humides.**

## OBSERVATION DES CULTURES

- piètre germination
  - fréquente dans les zones humides ou basses
  - les semences peuvent gonfler sans germer
  - plus de perte de semences due aux insectes et aux maladies en raison d'une émergence tardive
- semis affectés par plusieurs troubles
  - dépérissement des extrémités, rabougrissement, faible croissance
  - teinte pourpre ou présence d'anthocyanine sur les semis de maïs – ce qui est un signe de stress
- maladies terricoles associées à l'humidité
  - charbon, fonte des semis, pourriture blanche
- carence en azote
  - pâleur ou jaunissement des plus vieilles feuilles en premier



**Des plants de maïs rabougris ou manquant d'azote dans des zones basses sont des indicateurs de sols froids et humides au printemps et au début de la saison de croissance.**

- croissance restreinte des racines et des pousses
  - profondeur limitée des racines parce que le sol est gorgé d'eau
  - ralentissement de la croissance des cultures
- jaunissement possible des feuilles des jeunes plants en raison du ralentissement de la photosynthèse
- faible vigueur culturale
- verse causée par des sols excessivement froids et humides durant la formation initiale des racines d'ancrage (nodales)
- soulèvement des cultures pérennes causé par le gel
- zones de cultures mortes
  - surtout dans les zones basses ou les tournières

## OBSERVATION DU SOL

- sol saturé
- sol froid au toucher
- sol de couleur grise (gley) dans les premiers 50 cm (20 po) sous la surface
- marbrures évidentes (taches rouillées) dans les premiers 50 cm (20 po) sous la surface
- mauvaise structure du sol
  - croûtage, semelles de labour et compaction sous la surface
  - marbrures et gley près des zones compactées
  - signes de nappes phréatiques artificiellement suspendues
- orniérage et compaction
  - mesuré par une augmentation de la densité apparente du sol



**Les semis ne se développeront pas comme il faut dans les sols froids et humides. Ces semis de blé d'hiver ont une croissance ralentie et montrent des signes de carence en éléments nutritifs.**



**Les sols sableux sont considérés comme des sols qui se drainent rapidement s'il n'y a aucun signe d'activité de la nappe phréatique (aucune marbrure ou couleur grise dans le premier mètre du sol).**



**Les sols sableux peuvent être froids et humides lorsqu'ils sont situés dans le bas des pentes, les zones basses et les champs plats. Dans la plupart des cas, on retrouve du sol gris ou marbré dans les premiers 50 cm (20 po) du profil du sol - ce qui indique un mauvais drainage. Si on voit seulement du sol gris, sans marbrure, le sol est classé comme ayant un très mauvais drainage.**

# Pratiques de gestion optimales (PGO) appropriées

Les PGO sont classées comme des mesures de prévention ou de correction. Souvent, une combinaison de deux PGO ou plus (ou une série de PGO) constitue la démarche la plus efficace pour résoudre des problèmes liés au sol.

Choisissez les PGO qui conviennent le mieux à votre situation :

- Effectuer le travail du sol et les opérations dans les champs au moment opportun
  - Éviter de travailler le sol s'il n'est pas prêt
- Contrôle de la circulation ou aménagement de voies de jalonage permanentes
  - Réduire la superficie du champ sujette aux forces de la compaction
- Équipement pour faciliter la récolte (camions, bennes à grain, tracteurs) gardé dans les tournières
  - Garder l'équipement le plus lourd hors du champ lorsque le sol est plus vulnérable
- Fréquence ou intensité réduite du travail du sol
  - Le fait de minimiser la perturbation des agrégats du sol leur permet de reprendre leur forme
- Superficie réduite du travail du sol
  - Le travail du sol en bandes aidera à assécher les lits de semences tout en préservant la structure globale du sol
- Réseaux de drainage améliorés
  - Installation de conduites souterraines ou de structures de captage des eaux de surface
- Rotation culturale
  - La diversité des réseaux racinaires améliore la structure du sol et le drainage interne
- Variétés résistant aux maladies et traitement des semences au besoin pour protéger contre les maladies et les insectes
- Cultures-abris
  - Ceci améliore la teneur en matière organique et la structure du sol tout en absorbant l'eau en excès
- Gestion des résidus
  - Le fait de garder les résidus sur pied permet au sol de sécher plus rapidement au printemps et encourage les vers de terre à former des pores de drainage
- Rotation des cultures pérennes ou à racines profondes
  - Ceci permet d'établir des tunnels pour les racines profondes qui améliorent la percolation et le drainage
- Abandon de terres
  - Les terres deviennent des terres humides ou sont recouvertes de végétation permanente si des problèmes inhérents sont trop graves pour être gérés



**Le drainage sous la surface enlèvera l'eau mobile en excès et réduira le risque que les sols subissent des conditions de croissance qui sont trop froides ou humides pour produire des cultures.**

# Autres renseignements

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

Il existe de nombreuses sources d'information supplémentaire. Voici quelques suggestions pour commencer. La plupart d'entre elles sont disponibles en ligne sur [ontario.ca/maaaro](http://ontario.ca/maaaro) ou peuvent être commandées auprès de ServiceOntario.

- Publication 811F, *Guide agronomique des grandes cultures*
- Publication 611F, *Manuel sur la fertilité du sol*

### Série « Les pratiques de gestion optimales »

- *Lutte contre l'érosion du sol à la ferme*
- *Drainage des terres cultivées*
- *Semis direct : les secrets de la réussite*
- *Gestion du sol*

### Plan agro-environnemental (4<sup>e</sup> éd.) et fiches d'information sur le PAE

- N° 15, *Gestion des sols*

### 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 AUPRÈS DE SERVICE ONTARIO

En ligne sur le site Web de ServiceOntario Publications – [ontario.ca/publications](http://ontario.ca/publications)

Par téléphone au centre d'appels de ServiceOntario

Du lundi au vendredi, de 8 h 30 à 17 h  
416 326-5300, ATS : 416 325-3408  
Sans frais en Ontario : 1 800 668-9938  
ATS sans frais en Ontario :  
1 800 268-7095

## RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES

- Manitoba Agriculture, Food, and Rural Development. *Wet soils influence soil fertility*. <http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/soil-fertility/wet-soils-influence-soil-fertility.html>
- Michigan State University. *Cold, wet soils and vegetable seed emergence*. [http://msue.anr.msu.edu/news/cold\\_wet\\_soils\\_and\\_vegetable\\_seed\\_emergence](http://msue.anr.msu.edu/news/cold_wet_soils_and_vegetable_seed_emergence)
- USDA. *Estimating Soil Moisture by Feel and Appearance*. <http://nrcspad.sc.egov.usda.gov/DistributionCenter/pdf.aspx?productID=199>
- USDA. *Soil Quality: Managing Cool, Wet Soils*. [http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_053277.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053277.pdf)

## REMERCIEMENTS

Cette fiche d'information a été créée par l'équipe des sols du MAAARO : Adam Hayes (président), Andrew Barrie, Sebastian Belliard, Dave Bray, Christine Brown, Christoph Kessel (retraité), Kevin McKague, Jake Munroe, Deanna Nemeth, Nicole Rabe, Daniel Saurette, Ted Taylor et Anne Verhallen.

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

**Coordonnateurs techniques du MAAARO :** H.J. Smith (retraité), Ted Taylor (retraité) et Arlene Robertson

AF204  
ISBN 978-1-4868-4679-5 IMPRIMÉ  
ISBN 978-1-4868-4680-1 PDF

### Série de fiches d'information sur les PGO pour la santé du sol :

Ajout d'amendements organiques  
Bandes brise-vents  
Bandes tampons  
Brise-vents dans les champs  
Culture en courbes de niveau et en bandes  
Cultures-abris et épandage de fumier  
Cultures-abris préplantées  
Culture sans labour pour la santé du sol  
Cultures couvre-sol d'hiver  
Démobilisation des terres cultivées  
Drainage souterrain  
Ensemencement sous les cultures-abris  
Gestion des résidus  
Restauration du sol  
Rotation des cultures agronomiques  
Rotation des cultures légumières  
Structures de lutte contre l'érosion  
Systèmes de cultures vivaces  
Travail du sol avec paillage

### Série de fiches d'information sur les PGO pour le diagnostic de la santé du sol :

Compaction souterraine  
Croûtage en surface  
Érosion attribuable au travail du sol  
Érosion éolienne  
Érosion hydrique du sol  
Faible fertilité  
Fertilité excessive  
pH extrêmes  
Sécheresse agricole  
Sols froids et humides