



Les pratiques de gestion optimales

FAIBLE FERTILITÉ

La fertilité du sol est considérée comme étant faible lorsque la concentration d'éléments nutritifs dans une culture est insuffisante pour soutenir la production durable de cette culture. Un pH du sol faible ou élevé peut également causer indirectement une faible fertilité du sol en raison de son impact sur la disponibilité des éléments nutritifs.

La fertilité naturelle du sol à la ferme est déterminée par deux facteurs clés : le type de roche dont le sol est dérivé et les conditions dans lesquelles le sol a été formé. Ceci fait que différents sols peuvent avoir une fertilité et des propriétés connexes très variées.

Cette fiche d'information examine un ensemble d'outils diagnostiques utilisés pour décrire la faible fertilité du sol dans les terres cultivées de l'Ontario selon son type, sa nature et son étendue. Un diagnostic approprié est essentiel pour identifier les pratiques de gestion optimales (PGO) qui conviennent le mieux à 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.

La faible fertilité et la santé du sol – Notions fondamentales

Un sol peut avoir une faible fertilité pour n'importe laquelle des raisons suivantes :

- Le sol a une teneur en éléments nutritifs culturaux fondamentalement faible parce qu'il s'est développé d'une certaine façon :
 - Faible teneur en argile ou en matière organique, ce qui réduit la capacité d'échange cationique (CEC) du sol
 - Un pH naturellement élevé ou faible
 - Minéralogie de granite (faible saturation en bases)
 - Taux de percolation très élevé, favorisant le lessivage des éléments nutritifs
- La fertilité du sol a été mal gérée :
 - Aucune donnée d'analyse du sol
 - Culture intensive d'espèces exigeant un vaste apport d'éléments nutritifs, mais sans épandage adéquat
 - Épandage d'engrais qui n'atteint jamais les taux recommandés
 - Aucun épandage d'amendements organiques
- Le sol est dégradé parce qu'il a été mal géré :
 - Érosion de la couche arable et exposition possible du matériau d'origine (matériau parent) à la surface ou près de celle-ci
 - Un pH extrêmement élevé ou faible causé par l'exposition du matériau d'origine
 - Faible teneur en matière organique causée par une mauvaise rotation culturale (comme une culture continue de soya)



Sans un remplacement adéquat des éléments nutritifs, les champs dans lesquels on cultive des plantes entières exigeant un vaste apport d'éléments nutritifs (comme l'ensilage de maïs) sont susceptibles de devenir moins fertiles avec le temps.

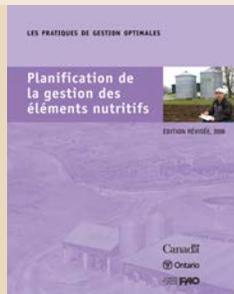


Une carence en éléments nutritifs assimilables entraîne la levée retardée de plantes ou leur rabougrissement; ces plantes ne donnent pas un bon rendement et peuvent être plus vulnérables aux ravageurs et aux maladies.



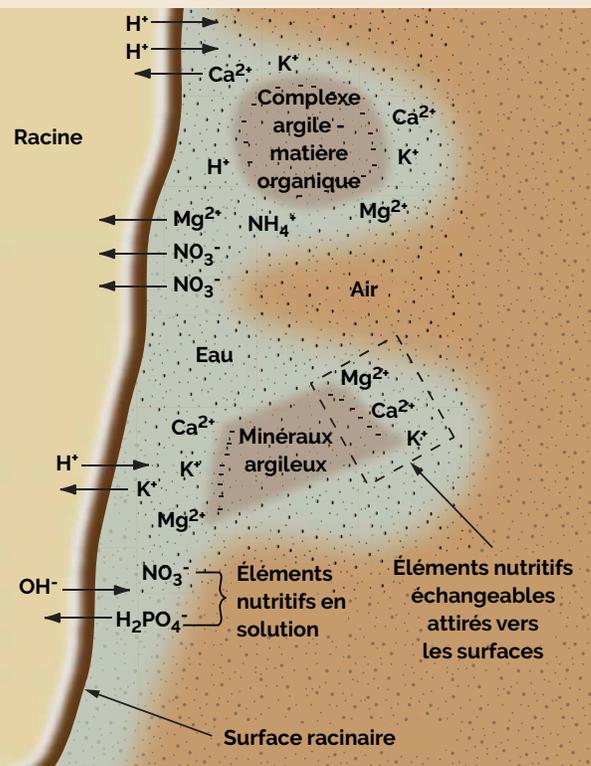
Une faible fertilité chronique réduit la biomasse d'une culture et la conversion des résidus culturaux en matière organique du sol.

LES SOLS ET LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS



Pour obtenir des renseignements détaillés sur les sols et les éléments nutritifs, consultez les fascicules des PGO du MAAARO intitulés *Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures* et *Planification de la gestion des éléments nutritifs*.

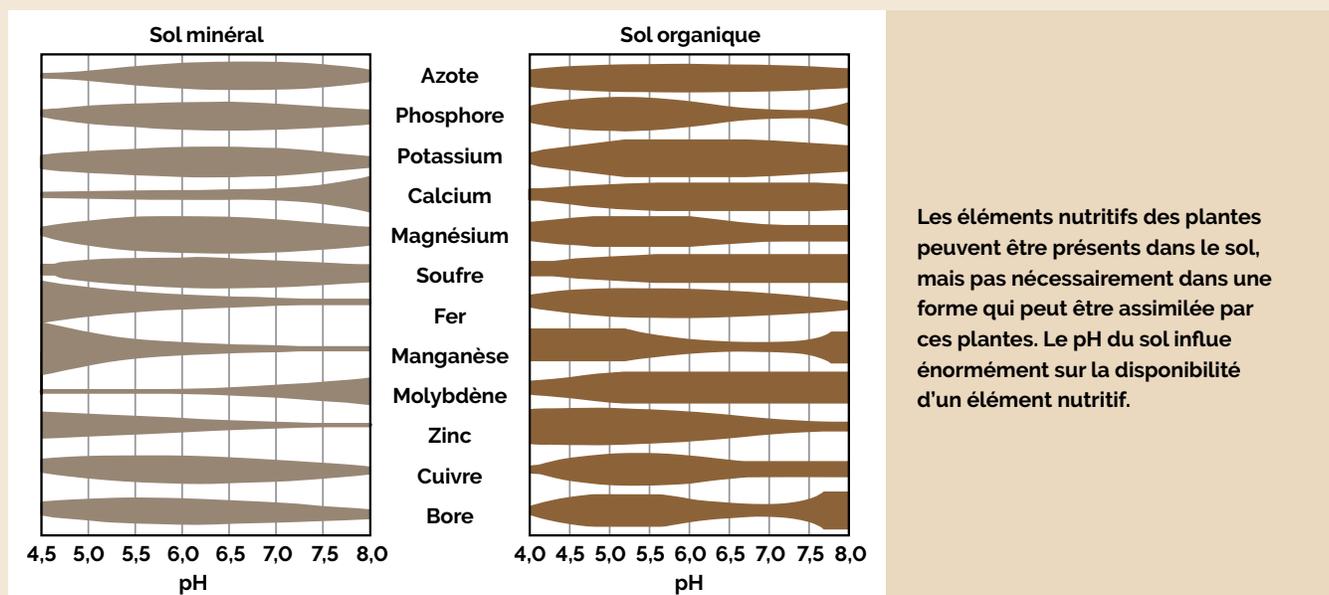
Les particules d'argile et de matière organique - que l'on appelle les colloïdes du sol - ont une charge dominante négative. Elles retiennent et échangent des éléments nutritifs qui ont une charge dominante positive (cations, comme Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+}) avec la solution du sol. La teneur en argile et en matière organique détermine la capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol. Lorsque la solution du sol commence à manquer d'un certain élément nutritif, il est transféré des colloïdes du sol dans la solution, ce qui permet aux plantes de l'assimiler. À mesure que les racines absorbent les cations, la charge s'équilibre en libérant un cation (comme H^+) ou en absorbant une charge équivalente d'un anion, comme le nitrate (NO_3^-). Les sols qui ont une faible CEC peuvent avoir une fertilité fondamentalement faible.



LES PROCESSUS NATURELS DU SOL ET LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DES PLANTES

À l'origine, la plupart des éléments nutritifs dans le sol (sauf l'azote) faisaient partie de la structure chimique des roches et des minéraux produisant les dépôts géologiques (le matériau d'origine ou matériau parent) sur lesquels les sols modernes se sont formés. Au cours de plusieurs milliers d'années, diverses forces naturelles (météorisation) ont décomposé les roches et leurs minéraux. Cette décomposition a libéré certains de leurs éléments nutritifs dans des formes que les plantes peuvent utiliser. Le processus de météorisation continue de libérer lentement de petites quantités d'éléments nutritifs de ces sources.

Plusieurs des réactions chimiques qui surviennent dans les sols retirent les éléments nutritifs de la solution du sol. Certaines de ces réactions produisent des composés insolubles dans l'eau (et donc non assimilables par les plantes). Les éléments nutritifs dans ces composés restent inassimilables jusqu'à ce que d'autres réactions les décomposent davantage. Le pH du sol influe beaucoup sur ces réactions chimiques et les composés qui sont produits. Le pH affecte aussi la solubilité des composés. La disponibilité de la plupart des éléments nutritifs changera donc si le pH du sol est modifié.



LE RÔLE DU SOUS-SOL ET DU MATÉRIAU D'ORIGINE DU SOL DANS LA FERTILITÉ

Le sous-sol est beaucoup moins fertile et contribue une proportion beaucoup plus petite d'éléments nutritifs absorbés par les plantes que la couche arable. Plusieurs facteurs en sont la cause :

- La plus grosse partie du réseau racinaire des plantes se trouve dans la couche arable.
- Des éléments nutritifs n'ont pas été ajoutés dans le sous-sol.
- Il y a moins de matière organique dans le sous-sol.
- Moins d'éléments nutritifs sont libérés dans le sous-sol parce que celui-ci subit moins de météorisation que la couche arable.

Les sols de l'Ontario se sont développés à partir de plusieurs types de matériau d'origine. Ce matériau peut avoir un pH allant d'acide à basique, selon son origine, sa minéralogie et sa composition chimique. Les types de matériau d'origine dérivés d'un substrat rocheux calcaire calcitique ou dolomitique sont généralement calcaires et alcalins. Ils renferment de grosses quantités de calcium (Ca), de magnésium (Mg), de potassium (K) et de fer (Fe). La disponibilité de plusieurs éléments nutritifs est réduite dans les sols formés à partir de ces types de matériau d'origine en raison de leur alcalinité.

Toutefois, le matériau d'origine que l'on retrouve dans le sol du Bouclier canadien ou à proximité de celui-ci est souvent acide et reflète la minéralogie du substrat rocheux du bouclier (comme des granites, des gneiss, etc.). Ce matériau peut renfermer beaucoup de potassium, de fer et de molybdène, mais peu de magnésium et de calcium.



La composition du substrat rocheux influe sur le pH du sol qui, à son tour, affecte la fertilité inhérente du sol.

LE RÔLE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL DANS LA FERTILITÉ

La matière organique du sol contribue à sa fertilité des façons suivantes :

- Les sols qui renferment beaucoup de matière organique ont une capacité d'échange cationique (CEC) plus élevée.
- La matière organique même entrepose des éléments nutritifs et les libère en se décomposant.
- La matière organique contribue à la structure du sol et à la stabilité des agrégats, ce qui crée un milieu qui encourage le développement des racines et permet aux plantes d'avoir un meilleur accès aux éléments nutritifs.

Les sols dégradés qui renferment peu de matière organique sont moins fertiles que les sols en santé qui renferment une quantité adéquate de matière organique.

L'IMPACT DE LA TEXTURE ET DU DRAINAGE DU SOL SUR LA FERTILITÉ

Les sols à texture grossière, où la nappe phréatique n'est pas présente dans le premier mètre du sol (sols qui se drainent rapidement), ont des taux élevés de percolation et de lessivage pour les éléments nutritifs mobiles (p. ex. l'azote nitrique). Ces sols ont souvent une CEC peu élevée, c'est-à-dire qu'il y a peu de sites d'échange pouvant retenir les éléments nutritifs.

Les sols mal drainés peuvent être anoxiques (sans oxygène). L'azote nitrique subira une dénitrification (se convertira en azote ou en oxyde nitreux et se dissipera dans l'atmosphère) dans des conditions humides et anaérobies, résultant en une fuite dans le système. Un drainage souterrain et une meilleure planification de l'épandage de l'azote aideront à minimiser les risques de dénitrification.

LES EFFETS DE LA GESTION DU SOL ET DES CULTURES SUR LA FERTILITÉ

Système cultural

- Une rotation culturale diversifiée qui comprend des légumineuses (p. ex. luzerne, trèfle) offre des avantages en matière de fertilité du sol. Les cultures qui prélèvent de grandes quantités d'éléments nutritifs appauvrissent le sol avec le temps, à moins que des engrais soient épandus pour satisfaire les besoins de ces cultures. La même culture retirera les mêmes proportions et types d'éléments nutritifs chaque année.

Gérance des nutriments fondée sur les 4B (la bonne source à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit)

- Bonne source — Utiliser une source d'éléments nutritifs appropriée qui maximise le prélèvement par les cultures accroît le rendement de la biomasse.
- Bonne dose — Épandre des éléments nutritifs en tenant compte des résultats d'analyses du sol réduit le risque d'un épandage insuffisant ou excessif.
- Bon moment — Épandre des éléments nutritifs à une date proche de la période de prélèvement maximal optimise l'utilisation efficace des éléments nutritifs par les cultures.
- Bon endroit — Placer les éléments nutritifs le plus près possible des racines des plantes accroît le prélèvement de ces éléments et minimise les pertes d'éléments nutritifs.



L'épandage d'engrais en travaillant le sol par bandes est un exemple de l'application des principes de la gérance des nutriments fondée sur les 4B. Dans ce cas, l'engrais est épandu dans le sous-sol au printemps, peu avant de semer la culture.

Amendements organiques

- Un sol qui reçoit des amendements organiques provenant du fumier, du compost ou de cultures-abris pourra mieux préserver ou accroître sa teneur en matière organique, ce qui l'aidera à retenir et à échanger des éléments nutritifs.

LES EFFETS DE LA DÉGRADATION DU SOL SUR LA FERTILITÉ

Un sol dégradé montrant des signes de faible fertilité peut avoir un ou plusieurs des symptômes présentés dans les photos suivantes :



ÉROSION — L'érosion attribuée au travail du sol et à l'eau peut exposer du matériau d'origine à la surface ou près de celle-ci. Ce matériau d'origine est naturellement moins fertile que les couches arables bien gérées. Le matériau d'origine du sol peut avoir des pH extrêmes, une teneur réduite en éléments nutritifs, une capacité réduite de rétention d'eau, une plus haute densité apparente, moins de matière organique et plus de fragments grossiers.



CROÛTAGE EN SURFACE — Une mauvaise structure du sol en surface est le plus souvent liée à une faible teneur en matière organique, que ceci soit dû à des causes naturelles ou à une mauvaise gestion. Une faible teneur en matière organique signifie qu'il y a moins de sources organiques d'éléments nutritifs (comme N•P) et moins de sites d'échange pour retenir d'autres éléments nutritifs que les cultures peuvent prélever.



CONDITIONS FROIDES ET HUMIDES — Les sols qui sont devenus froids et humides en raison d'une mauvaise structure ou d'une compaction souterraine sont plus susceptibles de perdre de l'azote nitrique à la suite d'une dénitrification.

LES CONDITIONS QUI FAVORISENT LA FAIBLE FERTILITÉ

Propriétés du sol

- Matériau d'origine du sol exposé — Ceci réduit la teneur en matière organique et modifie le pH, réduisant ainsi la fertilité dans son ensemble.
- Faible teneur en argile — Les sols limoneux et sablonneux ont moins de sites d'échange cationique (moins grande capacité de retenir les éléments nutritifs) et deviennent acides plus rapidement.
- Sols saturés — Les nitrates sont sujets à une perte due à la dénitrification.
- Faible teneur en matière organique — Ceci réduit la CEC, la quantité d'éléments nutritifs entreposés et la capacité de parer aux changements de pH.

Biologie du sol

- De faibles populations et une faible diversité de la biologie du sol (comme les vers de terre, les bactéries et les champignons) peuvent réduire le renouvellement des éléments nutritifs provenant des résidus culturaux ainsi que leur disponibilité globale.



Faire pousser des cultures exigeant un vaste apport d'éléments nutritifs sans mettre en œuvre un programme de fertilité du sol peut causer des problèmes de fertilité.



Les sols à texture grossière sont plus susceptibles d'être lessivés. La gestion de l'azote continue d'être difficile dans les sols sablonneux qui drainent rapidement.

Gestion antérieure

- Aucune analyse de sol et aucun programme de gestion de la fertilité dans le passé
- Sols dégradés avec sous-sol ou matériau d'origine exposé
- Antécédents de cultures exigeant un vaste apport d'éléments nutritifs sans reconstitution adéquate
- Travail du sol excessif, ce qui accélère la décomposition de la matière organique et la perte de sites d'échange qui retiendraient les éléments nutritifs
- Broutage intense sans amélioration ou gestion des pâturages



Les sols dégradés, comme les buttes érodées avec du matériau d'origine exposé à la surface du sol, ont moins de sites d'échange et moins d'éléments nutritifs disponibles, ce qui cause un stress aux cultures.

Les outils diagnostiques de faible fertilité

OBSERVATION DES CHAMPS

- Développement non uniforme des peuplements — surtout au sommet des collines.
- Cultures stressées ou rabougries — Mauvaise croissance sur les buttes, dans les zones dénivelées et sur les promontoires.
- Maladies — Les cultures qui ont une carence en éléments nutritifs sont plus susceptibles aux attaques de ravageurs.
- Mauvaises herbes — Une faible fertilité et un mauvais couvert végétal peuvent favoriser la croissance des mauvaises herbes.



Il n'est pas rare d'observer un développement non uniforme des peuplements dans un champ, causé par des zones peu fertiles.

OBSERVATION DES CULTURES

- Croissance racinaire réduite — Moins d'eau et d'éléments nutritifs prélevés.
- Symptômes visuels de carence en éléments nutritifs :
 - La carence en azote (N) apparaît comme des chloroses en forme de V sur les feuilles inférieures du maïs.
 - La carence en phosphore (P) peut apparaître comme une coloration violacée des feuilles inférieures, le long de l'extrémité et de la marge des feuilles.
- Les problèmes de verse dans les grandes cultures annuelles peuvent indiquer un manque de potassium disponible.
- Rendement réduit.
- Fruits ou légumes de piètre qualité.



Un jaunissement en forme de V sur les feuilles inférieures, suivi par la mort des tissus, est caractéristique d'une carence en azote du maïs.

OBSERVATION DU SOL

Une faible fertilité n'est pas en soi une caractéristique visible dans le sol. Toutefois, une faible fertilité qui est reflétée dans les cultures peut être causée par d'autres facteurs qui sont souvent visibles :

- Une couche arable de couleur pâle indique une faible teneur en matière organique, une plus faible rétention des éléments nutritifs et une moins grande disponibilité d'éléments nutritifs.
- Un faible nombre de vers de terre indique de piètres conditions du sol et un cycle nutritif réduit.



Les céréales connaîtront des problèmes de verse lorsqu'il n'y a pas suffisamment de potassium (K) pour la croissance des cultures.

Les pratiques de gestion optimales (PGO)

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 et à vos buts.

- Faites régulièrement des analyses de sol et suivez les lignes directrices de l'Ontario en matière d'éléments nutritifs.
- Adoptez les principes de la gérance des nutriments fondée sur les 4B (la bonne source à la bonne dose, au bon moment et au bon endroit).
- Diversifiez les rotations culturales pour inclure des légumineuses, des petites céréales et des cultures vivaces lorsque cela est possible.
- Utilisez des méthodes culturales de conservation du sol (semis direct sans labour, travail du sol avec paillage) pour empêcher le sol de se dégrader.
- Utilisez des cultures de couverture (cultures-abris) pour récupérer l'azote, réduire le lessivage, recycler les éléments nutritifs et accroître la quantité de matière organique.
- Utilisez des cultures aux racines profondes pour recycler les éléments nutritifs provenant du profil profond du sol vers la surface.



L'indicateur le plus fiable de la fertilité du sol est une analyse de ce sol.



La culture de légumineuses fixatrices d'azote comme cultures fourragères ou cultures de couverture accroîtra la fertilité du sol, ajoutera de la matière organique et améliorera la structure du lit de semence.

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 ou peuvent être commandées auprès de ServiceOntario.

- Fiche technique du MAAARO 12-054, *L'érosion du sol – Causes et effets*
- Publication 611F, *Manuel sur la fertilité du sol*
- Publication 811F, *Guide agronomique des grandes cultures*

Série « Les pratiques de gestion optimales »

- *Lutte contre l'érosion du sol à la ferme*
- *Grandes cultures*
- *Gestion du sol*



Plan agro-environnemental (4^e éd.) et fiches d'information sur le PAE

- N° 15, *Gestion des sols*

Licultures Ontario – Diagnostics des sols

omafra.gov.on.ca/IPM/french/soil-diagnostics/index.html

Promo-cultures – Agronomie générale
omafra.gov.on.ca/CropOp/fr/general_agronomics/index.html

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

Site Web : ontario.ca/maaaro

COMMANDES AUPRÈS DE SERVICE ONTARIO

En ligne sur le site Web de ServiceOntario Publications – 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

REMERCIEMENTS

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

AF202

ISBN 978-1-4868-4675-7 IMPRIMÉ

ISBN 978-1-4868-4676-4 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

Sols froids et humides