



CARAVANE SANTÉ DES SOLS



**POUR DES ENTREPRISES AGRICOLES DURABLES
ET RÉSILIENTES, LA SANTÉ DES SOLS DOIT ÊTRE
AU CŒUR DES PRATIQUES CULTURALES.**

La santé des sols est définie comme la capacité du sol à fonctionner comme un système vivant pour soutenir la productivité, promouvoir la qualité de l'air et de l'eau et maintenir la santé végétale, animale et humaine (FAO, 2015).

PROFIL DE SOL

Le profil de sol est un outil de diagnostic incontournable pour connaître ses sols et identifier les problèmes qui y sont liés.

POURQUOI?

Le profil sert à identifier les propriétés physiques et biologiques des sols. Il permet également de diagnostiquer des problèmes de croissance des cultures, d'infiltration d'eau et de compaction des sols.

OÙ?

Les profils de sol doivent être réalisés dans une zone problématique et dans une zone non problématique, pour pouvoir ensuite comparer les observations. Au minimum deux profils par champ doivent être creusés.



COMMENT?

La pelle ronde reste le meilleur outil pour creuser des profils de sol. L'effort demandé pour creuser est un indicateur de l'intensité des problèmes. Une profondeur de 75 cm est souhaitée, car elle représente la zone d'intervention en agriculture.

QUAND?

Tous les moments sont bons pour creuser des profils de sol. Il est cependant préférable de creuser au printemps pour les problèmes de gestion de l'eau et au cours de l'été ou de l'automne pour ceux de compaction et de structure de sol. Le sol ne doit être ni trop sec ni trop humide, pour ne pas affecter l'interprétation des observations.

QUI?

Le producteur agricole et son conseiller terrain doivent être présents et engagés dans le processus afin de partager leurs connaissances et expertises.

QUOI REGARDER?

Une fois le profil creusé, on distingue les différentes couches de sol et on prend le temps d'observer les cinq éléments suivants.

Couleur

Selon l'origine de ces couches et l'état naturel de leur drainage, la matrice du sol aura une teinte tirant sur le jaune ou le gris.

Le taux de matière organique est généralement plus élevé dans la couche de surface, ce qui lui confère une couleur plus foncée (brunâtre, noirâtre).

Le mouvement de l'eau et de l'air dans le sol influence et modifie l'état du fer qu'il contient. Lorsque le sol est saturé en eau, le fer se présente sous sa forme réduite et apparaît en une couleur bleutée. Il n'est pas souhaitable de trouver des zones bleutées dans les 60 premiers centimètres du sol pour éviter les problèmes de développement racinaire. En présence d'oxygène, le sol prend une couleur orangée associée à l'oxydation du fer.



La couleur orangée est diffuse dans toute la couche inférieure du profil, indicateur d'une bonne aération du sol.



Le sol a une couleur bleutée près de la surface, indicateur d'une mauvaise aération du sol.

Odeur

Un sol en santé doit avoir une odeur agréable. S'il sent la fermentation ou le soufre (œufs pourris), c'est un signe que les microorganismes du sol manquent d'oxygène et doivent utiliser, en dernier recours, l'oxygène des composés soufrés du sol pour respirer.

Porosité

La porosité du sol est l'ensemble des espaces vides entre les agrégats qui le composent. La microporosité (petits pores) et la macroporosité (grands pores) permettent le mouvement des gaz et de l'eau dans le sol. Si ce dernier est en santé, environ 50 % de son volume est occupé par de l'eau ou des gaz. Lors de l'évaluation du profil de sol, la surface des mottes devrait avoir un aspect poreux et rugueux plutôt que lisse et massif.



Le sol sur la photo a une excellente porosité, avec beaucoup de macropores et une surface rugueuse.

Structure

La structure résulte de l'agrégation de particules du sol en un assemblage de dimension plus grande et de formes différentes. Contrairement à la texture de sol, qui est fixe et définie par le pourcentage de sable, de limon et d'argile, la structure du sol est dynamique et peut évoluer dans le temps en fonction des pratiques agricoles et du climat. Lors de l'évaluation du profil, il est souhaitable d'observer des agrégats arrondis et friables, plutôt que cubiques et fermes. Les agrégats doivent être de différentes tailles pour favoriser un bon contact entre les racines et le sol.



Le sol a une agrégation arrondie et friable.



Le sol a une agrégation cubique et ferme.

Racines

La couleur, la forme, l'abondance et la répartition des racines sont des indicateurs de la santé des sols. Les racines vivantes et saines sont généralement de couleur blanche et devraient être de forme cylindrique (en 3D) et non plate (2D). Les cultures ont des systèmes racinaires avec des architectures différentes, généralement fasciculées (en surface) ou pivotantes (en profondeur). Dans tous les cas, les racines ne devraient pas pousser à l'horizontale, ce qui peut indiquer une zone de compaction.

VIE DU SOL

Un sol en santé est un sol vivant. Un gramme de sol en santé peut contenir des millions d'organismes : champignons, bactéries, mycorhizes, protozoaires, arthropodes, etc. Ces organismes forment les maillons d'une chaîne alimentaire permettant, entre autres, de recycler et de rendre disponibles les éléments nutritifs aux plantes.

Le niveau de l'activité microbienne d'un sol peut être mesuré en laboratoire grâce à des analyses telles que la mesure du carbone actif et de la respiration CO_2 . Certaines méthodes simples permettent aussi d'évaluer la vie du sol au champ.

TEST DES BOBETTES

Le test des *bobettes* permet d'évaluer l'activité des microorganismes du sol. Pour ce faire, on creuse dans la terre une fente étroite de 20 cm de profondeur en bougeant légèrement la pelle pour ne pas trop perturber le sol. On y insère ensuite le sous-vêtement, qui doit être en coton blanc, en laissant dépasser l'élastique à la surface. Après 6 à 8 semaines, elles doivent être déterrées. L'état de décomposition du coton donnera un indice de l'activité des microorganismes du sol.



STABILITÉ STRUCTURALE

La stabilité structurale est la capacité du sol à résister à l'impact de l'eau, que ce soit une pluie, du ruissellement ou du mouvement de l'eau dans le sol.

Dans un sol dont les agrégats sont instables, les plus fines particules se détachent sous l'effet de l'eau. Elles se déposent et bouchent les pores du sol, formant des couches imperméables, comme une croûte de battance.

Pour évaluer la stabilité d'un sol, il suffit de déposer une motte de terre sur un grillage à l'intérieur d'un tube rempli d'eau et d'observer son comportement. Plus elle se défait rapidement en petites particules, moins la structure est stable.



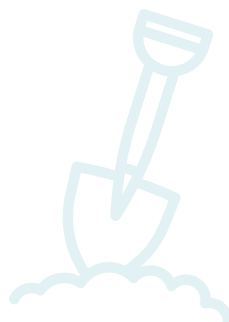
MASSE VOLUMIQUE APPARENTE

La masse volumique apparente (MVA) est la masse du sol sec par unité de volume (exprimée en g/cm^3). Elle indique la densité du sol en tenant compte de sa porosité.

Un sol bien aéré aura une MVA faible. À l'inverse, un sol compacté, aura une MVA élevée. Au-delà d'une certaine valeur, cela peut nuire à l'enracinement des plantes.



La MVA peut se mesurer à la ferme en prélevant un volume connu de sol, en le faisant sécher et en le pesant. Les valeurs obtenues peuvent être comparées à celles du tableau à la page suivante, en tenant compte des catégories de texture du sol.



Masses volumiques apparentes pour différentes textures de sol

Texture	MVA idéale (g/cm ³)	MVA pouvant affecter l'enracinement (g/cm ³)	MVA empêchant l'enracinement (g/cm ³)
Sable, sable loameux, loam sableux	< 1,6	1,7	> 1,8
Loam, loam sablo-argileux, loam argileux, limons, loam limoneux, argile limoneuse	< 1,4	1,6	> 1,8
Argile sablonneuse, argile, loam argileux (35-45 % argile)	< 1,1	1,5	> 1,6
Argile (> 45 %)	< 1,1	1,4	> 1,5

Source : Natural Resources Conservation Service (2019). « Table 1. General relationship of soil bulk density to root growth based on soil texture », Soil Bulk Density Moisture Aeration, p. 4.

RACINES VIVANTES

L'absence de racines vivantes dans un sol entraîne une dégradation progressive de sa structure, de sa fertilité et de sa biodiversité. Que ce soit par des cultures de couverture ou des prairies, l'une des façons



de nourrir le sol est d'assurer la présence de racines vivantes le plus longtemps possible pendant l'année. Par le cycle de la photosynthèse, les exsudats racinaires nourrissent les microorganismes du sol qui, en retour, rendront disponibles les éléments minéraux par la décomposition de la matière organique, en plus d'améliorer la structure du sol.

COMPACTION DES SOLS

La compaction désigne l'augmentation de la densité d'un sol par une action mécanique, entraînant une diminution de la porosité (réduction du volume des pores).

La compaction de surface est observée au-dessus de la profondeur maximale habituellement travaillée par les équipements, tandis que la compaction de profondeur se situe sous cette zone.

Pour favoriser la santé du sol, il est important d'en protéger la porosité en réduisant la pression des pneus et en répartissant bien les charges entre les essieux.

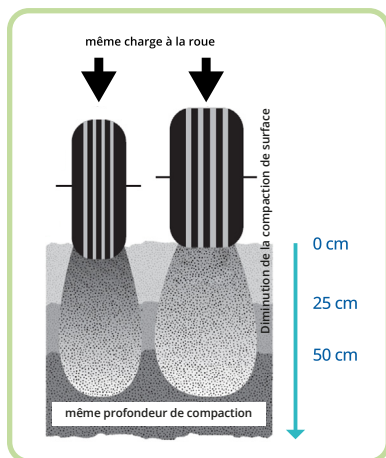
COMPACTION EN SURFACE

La compaction en surface se produit lorsque la contrainte appliquée par le pneu dépasse la capacité du sol à y résister. Cette contrainte est directement liée à la pression d'air dans les pneus. Une pression de 12,5 PSI (livres par pouce carré) est recommandée pour respecter la résistance du sol et ainsi éviter une perte de porosité du sol en surface.

COMPACTION EN PROFONDEUR

La compaction en profondeur, quant à elle, dépend principalement de la charge à la roue de l'équipement. Pour limiter la compaction à des profondeurs supérieures à 50 cm, il est recommandé de viser une charge maximale de 3 500 kg par roue.

La figure ci-contre illustre la contrainte appliquée au sol par le passage d'un pneu. (Noter qu'à charge égale par roue (illustré par la flèche au-dessus du pneu), la compaction atteindra la même profondeur, tandis que l'empreinte laissée à la surface du sol dépendra de la surface de contact du pneu qui est directement liée au type de pneu et à la pression d'air dans celui-ci.

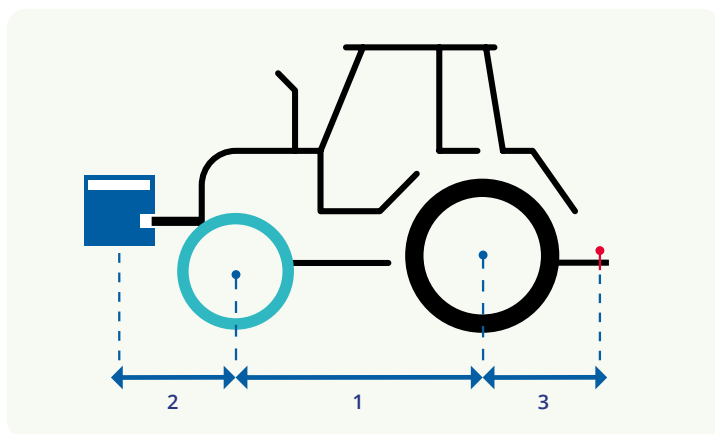


L'ÉQUILIBRAGE DU TRACTEUR

L'équilibrage du tracteur consiste à répartir les charges de manière optimale sur les essieux avant et arrière afin de maximiser l'efficacité du travail au champ et de diminuer l'impact du passage du tracteur sur le sol. Lorsqu'un outil de travail de sol est utilisé, il peut être nécessaire de lester le tracteur pour avoir un rapport poids/puissance optimal en fonction des conditions du sol.

Les mesures nécessaires pour équilibrer le tracteur sont les suivantes (illustrées dans l'image ci-dessous) :

- L'empattement du tracteur (1) : distance du centre d'un essieu à l'autre;
- La déportance avant (2) et arrière (3) : distance du centre de l'essieu au centre de masse de l'équipement ou des pesées ajoutées au tracteur (voir figure ci-dessous);
- Le charge de l'essieu avant, lorsque l'équipement est plein/vide, ou en l'air/au sol;
- Le charge de l'essieu arrière, lorsque l'équipement est plein/vide, ou en l'air/au sol.



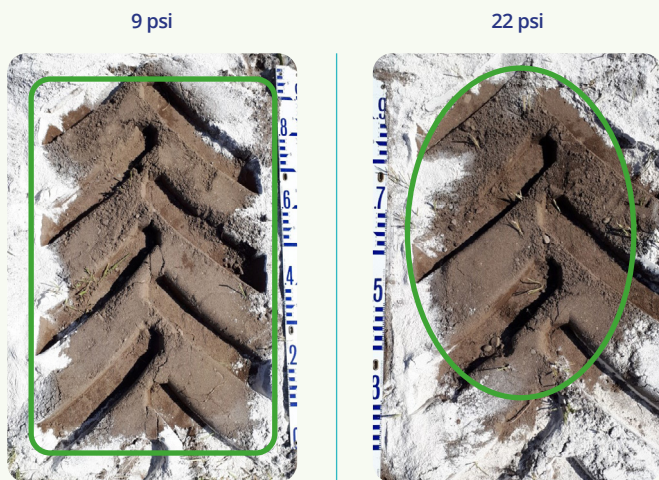
Une fois le tracteur pesé et le transfert de charge considéré, il faut déterminer la situation où la charge par roue est la plus élevée. Par exemple, lorsque la citerne à lisier est pleine, les roues arrière du tracteur supportent la charge maximale. À l'inverse, pour les roues avant, la charge maximale est atteinte lorsque la citerne est vide. Cette charge maximale servira à ajuster la pression d'air à mettre dans les pneus.

L'AJUSTEMENT DE LA PRESSION DES PNEUS

L'ajustement de la pression des pneus permet de limiter la compaction en surface, mais également d'optimiser leur performance (traction), leur durabilité et l'économie de carburant.

La pression des pneus devrait être ajustée en utilisant la charte du fabricant, unique à chaque pneu. Celle-ci prend en compte la charge maximale par roue et la vitesse de déplacement.

Dans le cas des pneus radiaux, réduire la pression permet d'allonger l'empreinte au sol, augmentant ainsi la surface de contact du pneu avec le sol. Ce phénomène est illustré par les images suivantes, qui montrent une surface de contact beaucoup plus grande lorsque la pression des pneus est diminuée.



La zone brune représente la surface de contact du pneu au sol.
À gauche, l'empreinte est laissée par un pneu dont la pression est basse
et à droite, par un pneu dont la pression est plus élevée.

GESTION DE L'EAU

Afin d'améliorer et de maintenir un sol en santé, il est primordial de mettre en place des stratégies pour gérer l'eau.

LE DIAGNOSTIC

L'identification exacte des causes d'un problème lié à l'eau permet de choisir la ou les stratégies optimales à mettre en place. Les symptômes observés au champ sont rarement causés par un seul problème.

Informations cartographiques

Pour identifier les causes, il est important de consulter les informations cartographiques disponibles, notamment :

- L'étude pédologique qui renseigne sur la texture du sol, la classe de drainage et les autres caractéristiques physiques qui sont des indicateurs de la capacité naturelle du sol à gérer l'eau;
- La topographie qui permet de cibler les zones de pentes plus fortes ou plus faibles et la présence de cuvettes;
- Les photos aériennes et les cartes de rendement qui permettent de repérer des zones potentiellement affectées par un surplus d'eau.

Visite terrain et profils de sol

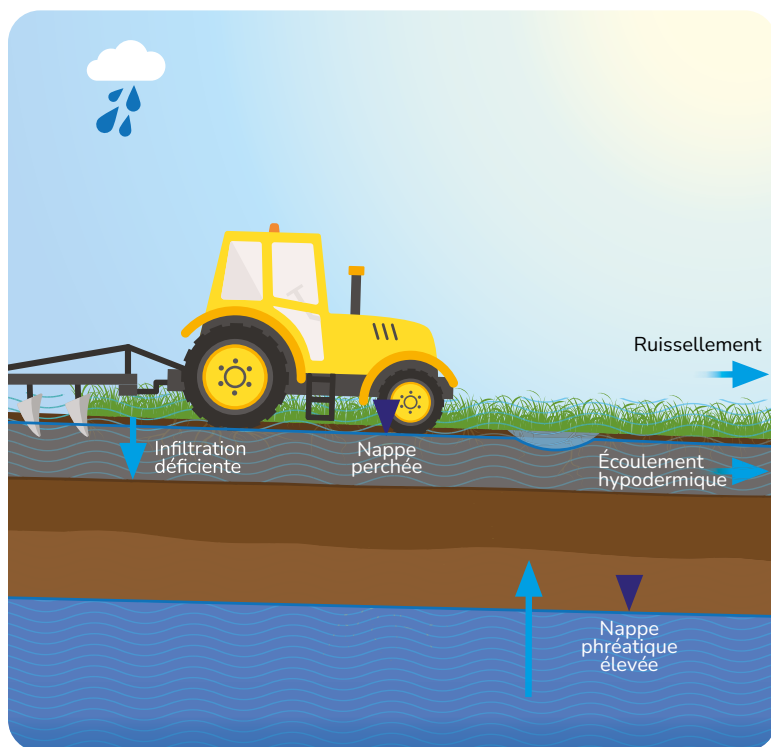
Une visite terrain permet de valider les hypothèses soulevées par l'analyse des informations cartographiques. De plus, elle permet de faire un constat de l'état du réseau hydrique (fossé, raie de curage, rigole, etc.) et d'évaluer l'état du système de drainage souterrain.

Lors de la visite terrain, la réalisation de profils de sol à une profondeur d'au moins 1 m est cruciale pour réaliser des observations indicatrices de problèmes d'eau :

- Une coloration bleutée indique que l'eau stagne dans les pores du sol, au détriment de l'oxygène;
- Les changements de texture et de structure du sol peuvent laisser présager des problèmes d'infiltration.
- La présence d'eau dans les profils de sol permet d'identifier différentes catégories de problèmes, telles que :
 - > L'observation d'une nappe perchée où l'eau stagne sur une couche de sol plus dense;

- > Un écoulement hypodermique qui s'observe par un écoulement sur une couche de sol plus dense dans le sens de la pente ou du travail de sol;
- > La présence d'une nappe phréatique s'observe par une entrée d'eau par le fond du profil de sol. Après un certain temps, le niveau de l'eau dans le profil se stabilise à la hauteur de la nappe phréatique. Idéalement, au printemps, celle-ci devrait être à plus de 60 cm de profondeur.

Les deux premiers phénomènes peuvent être naturels, causés par un changement de texture et de structure dans le sol, ou peuvent indiquer un problème de compaction lié aux passages de la machinerie lors des opérations culturales (travail de sol, épandage, récolte).



STRATÉGIES POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU

Une fois la nature des problèmes identifiée, les stratégies doivent être choisies en ayant en tête la gestion globale de l'eau de la parcelle, autant en surface que dans le sol.

Isolement hydraulique du champ

Les premiers correctifs devraient viser à s'assurer que le champ ne gère que l'eau en provenance de la pluie, pas des boisés ou des champs avoisinants, par exemple par l'aménagement de fossés ou d'avaloirs.

Nivellement et ouvrages hydroagricoles

Des travaux de nivellement pourraient être nécessaires pour améliorer la répartition de l'eau qui s'écoule sur la surface de parcelle. Des aménagements hydroagricoles tels que des avaloirs, un puits ou une tranchée filtrante, une rigole d'interception et une voie d'eau peuvent corriger des problèmes spécifiques d'eau de surface.

Drainage souterrain

Dans les cas où la nappe phréatique est trop haute, un système de drainage souterrain permet d'abaisser rapidement le niveau de l'eau dans le sol. Cela crée les conditions optimales de développement racinaire des cultures et favorise le travail au champ dans de bonnes conditions d'humidité du sol. L'écartement optimal entre les drains doit être déterminé selon la conductivité hydraulique du sol, c'est-à-dire la capacité de l'eau à circuler dans le sol, en vue de garantir un rabattement efficace de la nappe phréatique au meilleur coût.

AMÉLIORATION DE LA SANTÉ DES SOLS

Un sol compacté ou dégradé entraîne plus de ruissellement de surface alors que la capacité d'infiltration et de rétention est diminuée. Le mouvement de l'eau en profondeur est ralenti, ce qui réduit également l'efficacité du système de drainage souterrain.

Un sol en santé améliore la productivité des cultures sous différentes conditions météorologiques. Il favorise à la fois l'infiltration de l'eau de pluie et sa rétention dans la profondeur de sol explorée par les racines. Ces caractéristiques contribuent à assurer la résilience des cultures lors de pluies intenses ou en période de sécheresse.

LÉGENDE	GRAMINÉES									AUTRES			
	Raygrass annuel	Seigle	Millet perlé (i), millet japonais (ii)	Avoine de printemps	Triticale d'automne	Sorgho-herbe du Soudan	Fétuque élevée	Festulium	Teff	Phacélie	Sarrasin	Crota-laire	Lin
Taux de semis pur (kg/ha)	15-20	70-100	12-15 (i), 15-20 (ii)	35-60	80-120	15-30	15-20	30-35	10	8-12	50-70	20-25	20-30
Profondeur de semis (po)	¼ - ½	¾ - 1 ½	½ - 1	½ - 1 ½	¾ - 1 ½	½ - 1 ½	¼ - 1	¼ - 1	¼ - ½	¼ - 1	½ - 1	½ - ¾	¼ - 1
Besoins en eau	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Fixateur d'azote												◆	
Persistance du paillis	◆	◆	◆	◆	◆	◆					◆		◆
Bâisseur de sol	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Rapidité de croissance	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Lutte contre les mauvaises herbes	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Effet allélopathique	◆	◆				◆				◆	◆		
Facilité de destruction	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Association avec les mycorhizes	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆



26-0018

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal : 2026

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN 978-2-555-04104-2 (Imprimé)

ISBN 978-2-555-04128-8 (PDF)

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec

