

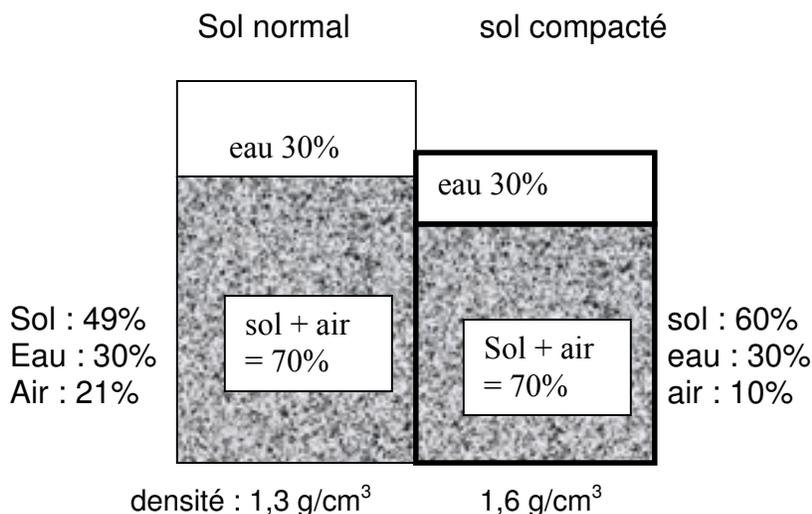
## LE SOUS-SOLAGE, LE TRAVAIL DU SOL ET LE CHAULAGE

Georges Lamarre ing.-agr.  
MAPAQ, Montérégie Secteur Ouest  
177, St-Joseph, Ste-Martine, J0S 1V0  
(450) 427-2000

### La compaction

La compaction des sols est un problème sérieux de plus en plus important au Québec. La capacité de produire des sols en dépend. L'intensification et la mécanisation de l'agriculture aggrave le problème. Par exemple, dans le sud ouest de l'Ontario, une enquête a révélé que 42 % des producteurs ont observé les effets de la compaction des sols de leur ferme. Les coûts annuels de la compaction se chiffrent à environ de \$70 millions.

La compaction est l'augmentation de la densité du sol.



Les principaux symptômes du tassement des sols sont :

- retard à la levée
- plants de tailles variables
- système racinaire peu profond et peu développé
- formation de croûte de battance à la surface du sol
- présence d'eau à la surface du sol plusieurs heures après la pluie
- résidus de récolte partiellement décomposés, plusieurs mois après leur incorporation
- trace d'érosion excessive sur le sol
- présence de zones compactes sous la couche de sol arable

Les causes :

- poids excessif de l'outillage combiné à la faible surface de contact des pneus au sol (pression au sol) (maximum 14 lbs/po<sup>2</sup>)
- nombre de passages de l'outillage au champ
- taux d'humidité élevé lors des travaux du sol
- sol pauvre en matière organique
- travail excessif du sol qui brise les agrégats et détruit la structure
- monoculture

Les conséquences :

- réduction du volume d'air dans le sol
- diffusion des gaz réduite d'où asphyxie des racines, des vers de terre et de la vie dans le sol
- diminution des rendements des cultures
- circulation réduite de l'eau dans le sol
- augmentation de l'énergie de l'unité motrice pour effectuer le travail de sol
- décomposition lente de la matière organique
- difficulté d'absorption des éléments nutritifs par les racines peu développées des plantes

Il faut prévenir le compactage des sols

Les moyens préventifs :

- réduire le nombre de passage des instruments de travail de sol en combinant les outils
- utiliser des pneus basses pression, plus larges ou des roues jumelées ou chenilles
- diminuer la charge par essieux des remorques ou augmenter le nombre d'essieux
- utiliser des pneus à carcasse radiale (plus grande surface de contact et meilleure traction)
- éviter d'utiliser des pesées sur les roues du tracteur lorsqu'elles ne sont pas requises

## Le sous-solage

Le sous-solage permet de décompacter les sols à l'aide d'une sous-soleuse

Utiliser la sous-soleuse seulement si le sol est malade :

Le rôle de la sous-soleuse est de faire éclater le sol pour le décompacter. Avant de sous-soler, il est important de faire une bonne évaluation, observer en profondeur ce qui se passe dans le sol. Si un champ présente les symptômes cités précédemment, il est recommandé de creuser une tranchée d'environ 1 mètre de profond. Le diagnostic

permettra de déterminer la nature de l'intervention à faire ainsi que la profondeur d'intervention.

Le sous-solage se fera à environ 5 à 10 centimètres sous la couche de compaction.

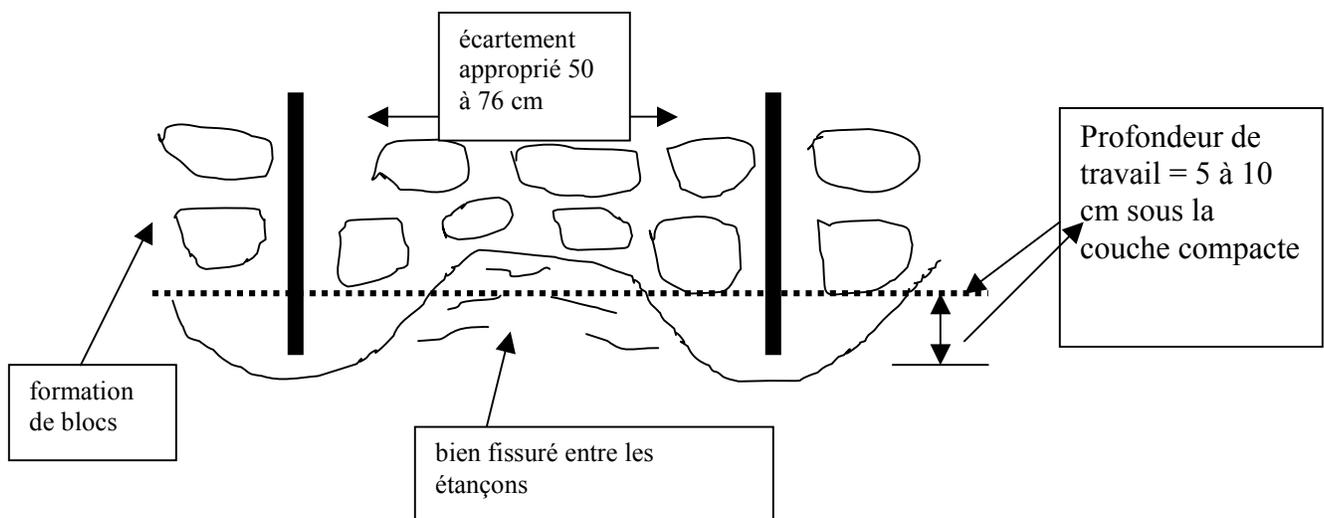
Points importants lors du sous-solage :

- travailler en conditions sèches
- faire des blocs
- éviter de remonter le sous-sol en surface
- faire un essai sur une partie du champ avant de faire l'ensemble du champ
- éviter de sous-soler à chaque année

choix de la machine

- les étauçons en forme de C sont plus faciles à traîner; si les étauçons sont droits, ils doivent être étroits et résistants; plus ils sont inclinés vers l'avant plus l'effet de soulèvement est fort
- les étauçons recourbés à 45 degrés sur le coté offrent une bonne efficacité
- l'écartement entre les étauçons devrait être ajustable (50 à 76 cm)
- la machine devrait pouvoir travailler jusqu'à une profondeur de 50 cm
- un disque à l'avant d'un étauçon sert à couper les résidus
- le châssis en forme de V est généralement moins tirant
- pour un travail à 40 cm de profondeur, il faut environ 25 à 40 h.p. par étauçon
- pour un travail à 60 cm , 50 à 60 h.p. par étauçons

Effet d'une sous-soleuse



Vérifier l'effet sur le sol avec une pelle. Le sol doit être fissuré entre les étauçons et des blocs sont formés.

## Le travail du sol

### LE TRAVAIL PRIMAIRE

Le travail primaire consiste à fractionner le sol à l'automne. Les instruments les plus utilisés sont la charrue, le chisel, les pulvérisateurs à disques déportés.

#### **Le labour**

Dans un cadre de conservation des sols, un labour de conservation devra laisser le maximum de résidus à la surface. La profondeur recommandée sera de 15 cm et il faut éviter de retourner complètement le sol, ce qui a pour effet d'enfouir les résidus complètement, réduisant ainsi leur décomposition. On favorisera un labour dressé où le drainage sera excellent, l'aération sera au maximum.

Profondeur de travail : 15 à 20 cm ;

labour dressé :  $P/L = \frac{3}{4}$  à  $\frac{2}{3}$  (P profondeur, L largeur de la raie)

Un labour couché correspond à  $P/L = \frac{1}{2}$ , et met le sol à nu sans laisser de résidus. La charrue décompacte le sol jusqu'à une profondeur de 20 cm seulement. Elle peut causer une semelle de labour.

On peut labourer au printemps, dans des sols sableux et limoneux mais je préfère une herse lourde à disques ou une herse à disques déportés ou un chisel.

#### **Le chisel**

Le chisel est un appareil à dents semi-rigides qui fractionne le sol. Les formes de socs sont : plat, concave, vrillé ou en patte d'oie. Il laisse au moins 50% des résidus de culture à la surface. Il doit être utilisé dans des conditions de sols sèches. Lorsqu'il y a glissement des roues du tracteur, cela signifie que le sol est trop humide. Les coutres à l'avant servent à couper les résidus partiellement. Des pointes peuvent être ajoutées sur les dents, pour une meilleure pénétration ainsi qu'une lame niveleuse à l'arrière. Il n'est pas recommandé de faire 2 passages.

Profondeur de travail : 15 à 20 cm ;

écartement entre les étauçons en fonction du fractionnement du sol et du type de

socs :

30 à 40 cm ;

socs : préférence pattes d'oies combinées à un soc vrillé ;

ce n'est pas un appareil pour faire du sous-solage ;

Profil recherché : sol fragmenté et fractionné, bon mélange de résidus et de sol, en forme de billons.

Excellent après des crucifères, céréales, engrais verts et autres.

## **Les combinés**

Ces appareils peuvent faire le travail d'un chisel et sont munis de dents sous-soleuses qui permettent de travailler plus profondément pour briser la semelle de labour. Ils requièrent beaucoup de puissance et ne peuvent descendre à des profondeurs supérieures à 50 cm. Lorsque vous devez sous-soler à une profondeur de 50 cm ou plus, je recommande une sous-soleuse.

## **Le pulvériseur à disques déportés (offset)**

Le pulvériseur fragmente le sol par cisaillement. Il laisse environ 50% de résidus à la surface. Il faut éviter de pulvériser le sol en conditions humides, au risque de créer une semelle de compactage. Il n'est pas recommandé de faire 2 passages. Un deuxième passage fragmente trop le sol et réduit son drainage et son assèchement au printemps.

Profondeur de travail : 15 cm ;  
disques écartés de 25 cm minimum et d'un diamètre de 60 cm et plus ;  
disques unis peuvent créer une couche compacte et sont plus difficile à faire tourner ;  
disques en forme de bêche sont recommandés (rotobêche) car évitent semelle de compactage, fragmente moins le sol et favorise un meilleur drainage ;  
profil recherché : sol fragmenté, pas trop émietté, bon mélange résidus sol.

## **Autres outils**

Il existe un appareil qui fait du travail en bandes pour les cultures en rangées « le Trans Till ». Cet appareil travaille une bande de sol à l'aide de 2 coutres et d'un soc dans le but de permettre un réchauffement rapide de la bande au printemps. Le semis se fera directement sur cette bande sans trop modifier le semoir. Il comporte certains avantages tels que laisser des résidus entre les bandes travaillées et conserver l'humidité sous les résidus.

Profil recherché : bandes de sol fragmenté à l'automne en sols argileux  
Il peut être utilisé au printemps en sol limoneux et sableux.

Certains outils tels que des cultivateurs à dents rigides ou des herse à disques légères peuvent réaliser un travail primaire, si le désir est de faire un travail minimum de fractionnement du sol, sans enfouir les résidus complètement. Tout est fonction de la sorte et la quantité de résidus laissés à la surface et leur répartition ainsi que des conditions de sol (drainage, type, etc.). Par exemple, après la récolte d'une céréale, l'agriculteur peut épandre du fumier et semer un engrais vert, de légumineuses, en enfouissant ou mélangeant légèrement le fumier avec les chaumes de paille à l'aide d'une herse à disques ou un cultivateur à dents rigides. Lors de la reprise au printemps, les engrais verts seront détruits, facilitant le travail du sol. Il existe d'autres possibilités qui seront traitées dans la section travail secondaire.

## **Le semis direct et les billons**

Ces 2 techniques ne nécessitent aucun labour et la seule opération au printemps consiste à ensemercer adéquatement. Le temps passé aux champs est réduit d'au moins 60 minutes à l'hectare. Un exemple d'application de billon est la production de haricots frais sur billons.

Le semis direct est une technique qui est bien développée pour la culture du soya, des céréales, le maïs-grain et maïs sucré ainsi que les plantes fourragères. Les résultats obtenus dans la culture du soya se comparent au système conventionnel. Dans le cas du maïs-grain, les succès sont mitigés car les semoirs ne sont pas parfaitement adaptés à cette méthode.

Les conditions suivantes sont essentielles pour faire du semis direct :

1. répartir les résidus de culture uniformément ;
2. corriger le drainage et la fertilité du sol ;
3. disposer d'un équipement adéquat pour gérer les résidus (disque d'engrais robuste, tasse-résidus, pression sur l'unité de semis);
4. rotation ;
5. incorporation des engrais ;
6. traitement des mauvaises herbes avec des herbicides de contact ;
7. profiter de l'expérience des spécialistes et agriculteurs.

Tel que cité précédemment, il faut un semoir bien équipé ou modifié mais il faut surtout se préparer à faire des essais afin de rechercher ce qui convient le mieux sur la ferme. Le semis direct de soya est facile à réussir à cause de la période de semis qui est assez longue. Dans le cas du maïs-grain, les délais sont courts et les semis doivent être effectués rapidement afin de ne pas baisser les rendements.

La culture sur billons permanents ressemble au semis direct à l'exception que les semis se font sur un billon. Ce billon se réchauffe rapidement au printemps pour permettre un semis dans des conditions adéquate.

Les conditions suivantes sont essentielles à la réussite de cette technique :

1. corriger le drainage de surface ;
2. équiper le semoir de façon à le maintenir sur le dessus des billons lors du semis (système de guidage et équipements pour le semis direct et système de décapage s'il y a lieu) ;
3. rotation ;
4. sarcler lourd pour gérer les résidus ;

Pour les billons, on a appris qu'il était mieux de faire un semis direct sur le dessus du billon, comme en semis direct, plutôt que de décaper, afin de bénéficier du réchauffement du sol et de conditions de structure et d'humidité optimum. Le sarclage et

le billonnage sont essentiels pour cette technique. La culture sur billons permanents s'applique est mieux adaptée aux conditions climatiques du Québec.

Choix des outils :

R = recommandable

X = acceptable avec certaines conditions

O = déconseillé

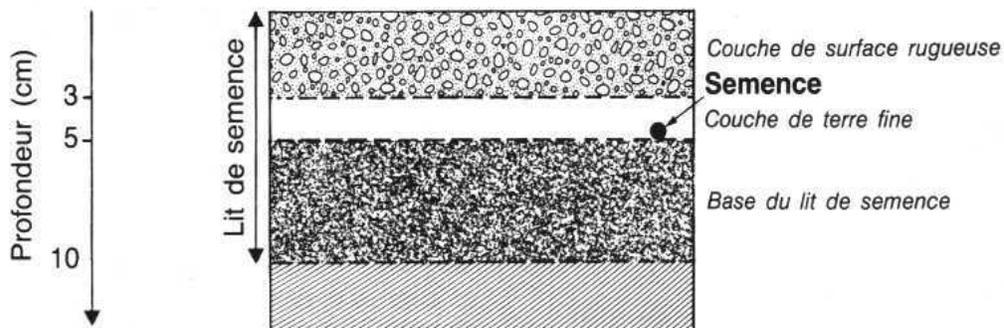
outils	Type de sol (consistance)				
	sable	loam	argile		
			sec	friable	semi-plastique
labour	X	X	R	R	R
chisel	X	R	R	R	O
disques	R	R	X	X	O
Cultivateur à dents	R	R	X	O	O
combiné	O	X	X	X	O
Semis direct/billons	R	X	X	X	O

La réduction du travail du sol peut faire sauver du temps, des coûts et conserver le sol. Exemple : il est recommandé d'utiliser un chisel après une culture de crucifère en sol argileux s'il est sec et friable.

## Le travail secondaire

### LE BON LIT DE SEMENCE

Lors de la préparation du sol pour ensemer en travail conventionnel et en travail minimum, le lit de semence devra avoir une couche de surface rugueuse suivi d'une couche de terre fine avec une base ferme. La surface devra être d'autant plus rugueuse que le sol est sensible à la battance. La couche de terre fine assure un bon contact entre la semence et le sol environnant. La base assure un approvisionnement en eau; son état va de rassis à tassé.



En travail conventionnel, le cultivateur à dents rigides favorise la formation de petites mottes et de terre fine en sol friable. En sol semi-plastique il peut y avoir formation de langues de sol lissé si le sol est trop humide.

Le vibroculteur est efficace en sol friable mais peut l'émietter trop. En sol dur, l'émiettement peut être inadéquat. Dans les sols semi-plastiques, il peut favoriser la formation de mottes.

La herse à disques émiette trop le sol friable et risque de lisser en sol semi-plastique.

En travail minimum, les mêmes outils qu'en travail conventionnel s'appliquent sauf qu'il faut bien évaluer les conditions de plasticité du sol et la quantité de résidus laissée à la surface du sol. Les sols semi-plastiques risquent de faire des mottes, du lissage et de la compaction. Les résidus devront être laissés en surface ou incorporés légèrement et tassés par le semoir dans le cas de semis de maïs. Il est nécessaire que les résidus soient répartis uniformément lors de la récolte. Minimisez le nombre de passages et vous réduirez la compaction de surface.

Le choix des outils de travail du sol est fonction du type d'entreprises agricoles. Les fermes en grandes cultures ou en production laitière opteront pour un choix qui permettra l'efficacité et la rapidité d'exécution des travaux tout en conservant la qualité des sols et des récoltes. En culture maraîchères, la préparation du sol doit tenir compte du type de semis à réaliser. Le sol sera plus émietté pour les besoins de la culture mais il faut faire attention aux sols sensibles à la battance. Il est préférable de laisser de petites mottes en surface et ne pas réduire le sol en poussière.

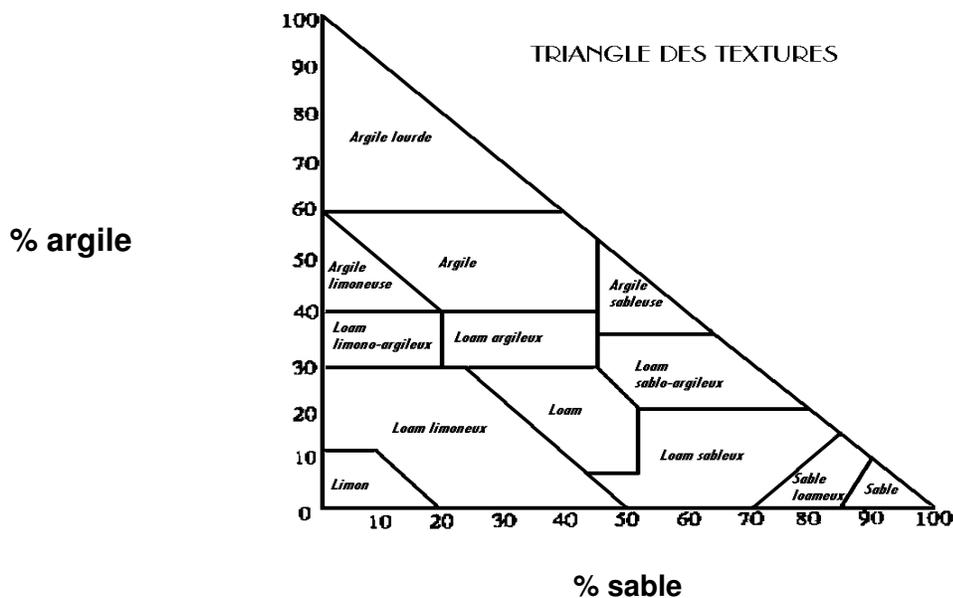
Il est très important de tenir compte des types de sol, de la rotation des cultures et de la gestion des résidus. La monoculture est évidemment à proscrire si on vise la réduction du travail du sol.

### Types de sol

Les sols se composent d'un mélange d'argile, de limon et de sable en proportion variable. L'analyse granulométrique permet de connaître la classe exacte de sol. Les sols à teneur élevée en argile se compactent facilement et les sables s'assèchent rapidement. Les limons sont des sols froids qui contiennent beaucoup d'eau.

Ce qu'il faut retenir :

- Les sols argileux bien drainés se prêtent bien aux techniques de travail réduit dans une rotation bien établie. Exemple : l'action du gel / dégel favorise l'émiettement et le fractionnement de l'argile et facilite la préparation du lit de semence.
- Les sols limoneux nécessitent un brassage pour s'assécher. Mais il faut éviter de les brasser pour réduire la sensibilité à la battance.
- Les sols sableux ne devraient pas être travaillés à l'automne à cause du risque d'érosion. Le travail printanier doit être très minime pour conserver l'humidité et laisser des résidus à la surface favorise la conservation de l'eau.



## Rotation

Les pratiques culturales réduites sont facilement adaptables dans un système en rotation de cultures.

## Gestion des résidus

Moins on travaille le sol, plus il faut gérer les résidus. Même le labour sera avantage avec une bonne gestion des résidus. Par exemple, la culture du maïs-grain laissera 80% à 90% de couverture de résidus à la surface du sol sans travail de sol. Les crucifères laissés en surface, fondent durant l'hiver et ne laisse que peu de résidus au printemps.

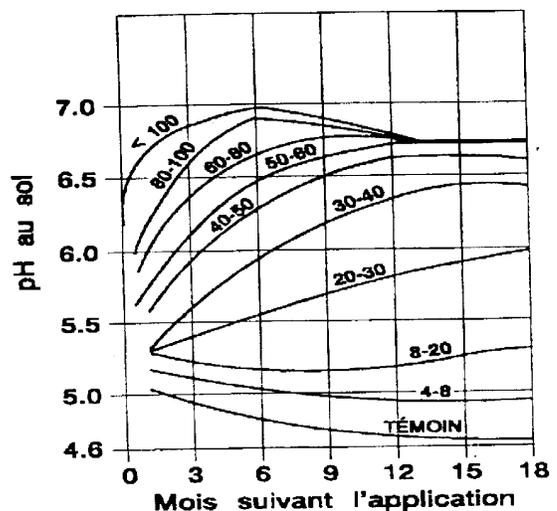
## Le chaulage

Le chaulage est la méthode la plus efficace pour réduire l'acidité des sols, du point de vue agronomique et économique. L'acidité du sol affecte la production en augmentant la disponibilité de l'aluminium et du manganèse à des niveaux parfois toxiques. Cette situation est accentuée par le mauvais drainage. La production nécessite l'addition de chaux sur les sols acides.

L'incorporation de la chaux au chisel est la méthode qui donne de meilleurs résultat. Il est important de connaître le pH(eau pour savoir s'il faut chauler) et le pH(tampon pour connaître la quantité), les besoins de la culture et les produits.

L'efficacité découle de la finesse de mouture. Il est important de connaître le produit :

- pouvoir neutralisant
- efficacité
- indice de valeur agricole
- teneur en Ca et Mg
- teneur en carbonates et hydroxydes.



Tiré de Mever et Volk (1952) dans Anonyme (1987).

**Figure 1 . Influence de la finesse des particules sur le temps de réaction de la chaux dans le sol**