

# LA CULTURE SUR BILLONS ET LE SEMIS-DIRECT : ÉTAT DU SOL ET CROISSANCE DES CULTURES

La culture sur billons permanents et le semis-direct sont deux méthodes de travail minimum du sol qui gagnent en popularité. Les producteurs qui adoptent ces pratiques recherchent de multiples avantages :

- Optimiser la gestion des résidus de cultures;
- Diminuer la quantité de travail (printemps et automne);
- Protéger les sols contre l'érosion de l'eau et du vent;
- Diminuer les coûts d'achats, d'opération et d'entretien de la machinerie;
- Réduire la consommation d'énergie;
- Améliorer la marge brute des cultures;
- etc.

Bien sûr, l'obtention de bons rendements demeure toujours prioritaire.

Quelques dizaines de producteurs utilisent depuis plus de 10 ans sur leurs fermes les méthodes de culture sur billons permanents et de semis-direct. Leurs résultats sont très bons, tant en terme de rendement des cultures, qu'en terme d'efficacité économique. Si aujourd'hui leur succès est incontesté, des questions techniques demeurent toujours présentes. En particulier, la variabilité des résultats sur les différentes parcelles de la ferme, alors que la technique est la même, suscite encore plusieurs interrogations. Pourquoi ce champs-là répond-il mieux que celui-ci ? Et que faire pour améliorer ce dernier ?

D'autre part, l'intégration de ces nouvelles pratiques sur un plus grand nombre de fermes est souhaitée et souhaitable. Toutefois, une majorité de producteurs ont encore certaines réticences. L'implantation de ces méthodes représente pour plusieurs un défi technique important. Entre autres, pour le producteur qui débute, il y a une incertitude quant au comportement des sols de sa ferme cultivés selon des méthodes de non-travail du sol.

## LE COMPORTEMENT DU SOL EN CULTURE SUR BILLONS ET EN SEMIS-DIRECT : PLUSIEURS ÉTUDES, MAIS ENCORE BIEN DES QUESTIONS.

On entend souvent dire que «de ne pas toucher le sol, c'est éviter de l'endommager». A priori, de tels dires nous encouragent à ne plus intervenir mécaniquement et à laisser la nature bien faire les choses. Mais la nature fait-elle vraiment toujours bien les choses pour l'agriculture ?

De nombreuses études démontrent les bénéfices du travail réduit du sol sur sa fertilité. L'accumulation et la décomposition des résidus de culture dans les premiers centimètres de sol sous des pratiques de conservation ont des conséquences positives sur le fonctionnement biologique et physique du sol (Angers et coll., 2001). Les résidus laissés en fin de saison protègent les sols contre l'érosion éolienne et hydrique. L'activité microbienne qui se retrouve sous ces résidus participe à la formation d'agrégats stables, expliquant la stabilité structurale supérieure des sols sous pratiques de semis-direct et de culture sur billons (Burgess, et coll, 2000).

On avance donc qu'en absence de travail du sol, l'activité biologique prendrait la relève des outils de travail du sol et jouerait le rôle de formation de la structure et de la porosité du sol (Angers et coll., 2001). Mais en est-il toujours vraiment ainsi ? Et dans quelle mesure une telle réalité suffit pour assurer le fonctionnement adéquat de tous les types de sol cultivés sur billons permanents ou sous semis-direct ?

**Cette brochure décrit certaines observations sur le comportement du sol en système de culture sur billons et en semis-direct. Elle souhaite offrir une référence de plus aux producteurs intéressés par cette pratique, leur permettant de mieux comprendre et de mieux anticiper le comportement d'un sol sur lequel ils appliquent la méthode et d'assurer que la culture s'y développe de manière optimale et donne les rendements escomptés.**



# POROSITÉ ET STRUCTURE DU SOL : ÉLÉMENTS ESSENTIELS À LA CROISSANCE DES PLANTES

Les racines des plantes cultivées ont besoin d'oxygène et d'eau. Ces deux éléments sont pour la croissance des cultures tout aussi fondamentaux que les éléments nutritifs. La porosité du sol est l'ensemble des espaces, ou pores, dans lesquels se loge l'air et l'eau. Tous deux se partagent ce même espace. Quand l'eau pénètre dans le sol et s'infiltre dans ces pores, l'air en sort. À l'inverse quand l'eau s'écoule vers les drains ou s'évapore dans l'atmosphère, l'air reprend sa place de nouveau.

L'eau et l'air circulent à travers un réseau de plus ou moins petits espaces entre les particules de terre. Plus ces espaces seront grands et reliés entre eux, plus la circulation de l'eau et de l'air sera rapide. Ce réseau de gros pores s'appelle la macroporosité. **C'est la macroporosité qui permet un retrait rapide de l'eau au dégel du printemps ou après une forte pluie. C'est également dans ces espaces suffisamment gros que les racines s'enfoncent et se développent facilement, sans obstruction.**

Les plus petits espaces entre les particules de sol composent la microporosité. La microporosité est plutôt responsable de la rétention d'une réserve d'eau utile dans laquelle puisera la plante pour se développer. À l'inverse de la macroporosité, l'eau et l'air circulent lentement à travers ce réseau de petits pores. À la limite, ceux-ci peuvent être si petits que les racines des plantes ne peuvent s'y infiltrer (Gaucher, 1968).

Un sable grossier, de par sa nature, a souvent une macroporosité importante. L'agencement des grains de sable les uns contre les autres laissent entre eux des pores plutôt grands, à travers lesquels l'eau circule rapidement. Rarement ce type de sol s'engorge d'eau. Par conséquent, il est la plupart du temps bien aéré, qu'on le travaille mécaniquement ou pas. Les départs de végétation sont rapides, même lors de printemps pluvieux. Son défaut serait plutôt une faible rétention d'eau, laquelle peut causer lors de périodes sèches des stress plus ou moins grands à la plante.

Les sols à texture fine, c'est à dire à forte teneur en sable fin, en limon et en argile, sont beaucoup plus délicats. Les espaces entre ces particules sont petits, souvent trop petits. Pour que ces types de sol demeurent aérés, il est nécessaire que les petites particules de limon et d'argile se réorganisent entre elles de façon à former de petits agrégats. Cette réorganisation construit la structure du sol. Les agrégats ainsi formés laissent entre eux des espaces plus grands, constituant dès lors une certaine macroporosité (Voir schéma 1). Seule une bonne structure peut permettre une circulation de l'eau et une aération adéquate dans ces sols. Sans quoi, de par leur nature, ils ont une forte tendance à «se tasser» tout seul, et à s'asphyxier, avec pour conséquences, un ralentissement de l'activité biologique du sol et de la croissance des plantes.



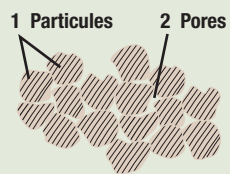
Perte de structure d'un sol limoneux (battance) après semis, entraînant des difficultés de germination.

## Schéma 1 : Texture, structure et macroporosité du sol

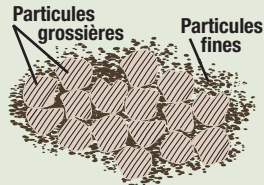
### TEXTURE GROSSIÈRE

### TEXTURE FINE

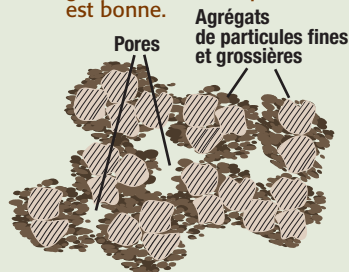
**A** Les grains de sable grossier (1) laissent entre eux des pores (2) plutôt grands. La macroporosité est bonne.



**B** Les espaces entre les grains de sable sont remplis de particules fines (sable fin, limon et argile) non organisées. La macroporosité est faible.



**C** L'ensemble des particules est organisée en structure grumeleuse. La macroporosité est bonne.



Adapté de : G.Gaucher, 1968

Au Québec, les saisons de culture sont courtes et les départs de végétation sont souvent ralentis par des précipitations abondantes et du temps froid. Pour composer avec le climat québécois, le producteur doit assurer, peu importe la pratique de travail de sol, un état de structure optimal des sols cultivés.

## Les agents structurants et destructurants des sols cultivés

Plusieurs facteurs interagissent dans le processus de structuration du sol agricole.

### Ce qui «fait» la structure

- L'activité biologique
- Les racines des plantes
- La présence de liens : calcium, magnésium, fer
- La présence de matière organique

### Ce qui «défait» la structure

- Le manque de liens (acidification)
- La remontée et l'engorgement d'eau
- L'exposition aux fortes pluies (battance)
- La surfertilisation (chimique et organique)
- Le travail mécanique inadéquat
- Le compactage



Les racines des plantes contribuent à construire et à maintenir la structure grumeleuse des sols agricoles. C'est un rôle majeur des engrais verts.

# Une étude sur les sols cultivés sur billons et en semis direct

Durant trois saisons de culture, 2001, 2002 et 2003, un projet d'étude sur les sols a été mené sur 6 fermes qui cultivent le maïs et le soja sur billons permanents ou en semis-direct (Forest et coll., 2004). L'étude a souhaité apporter un éclairage sur le fonctionnement du sol cultivé sous ces types de régie. Plus particulièrement, elle a tenté de comprendre les raisons qui expliquent un ralentissement de la croissance du jeune plant de maïs, observé dans certaines parcelles sur les fermes. Ce phénomène, longtemps désigné de « syndrome du no-till », questionne toujours les producteurs qui utilisent ces méthodes de travail minimum du sol. Ceux-ci se sont investis dans cette recherche dans le but d'améliorer leurs pratiques.

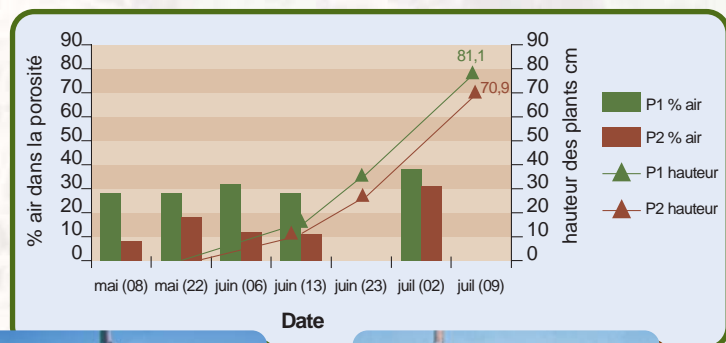
## Quelques observations générales sur la pratique

- Chaque agriculteur, malgré un échange constant d'informations entre eux, a développé une façon de faire personnelle, propre à sa ferme et ses impératifs. Cela est très positif.
- Parmi ces impératifs, le type de sol semble occuper une place importante. Par exemple, ceux qui travaillent sur des sols argileux ont développé au fil des ans une technique de semis sur billons permanents nécessitant peu ou pas de décapage des billons, alors que ceux qui travaillent sur des sols plus légers utilisent une technique qui met en valeur un décapage agressif (important) du billon en place. Interventions tout à fait adéquates, de part et d'autre.
- Dans l'horizon de surface, le semis-direct et la culture sur billons permanents ont sur la répartition de la structure du sol un impact particulier globalement favorable que l'on ne retrouve pas dans les sols travaillés annuellement à la charrue (voir schéma 2).

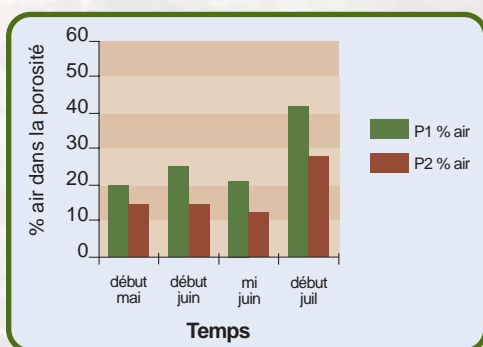
## Des résultats concluants : plus d'aération, plus de croissance

- À chaque printemps, les parcelles à croissance plus rapide, montraient toujours des niveaux supérieurs d'aération du sol. Les graphiques suivants montrent bien cette différence entre les parcelles où la croissance du maïs était rapide, P1, par rapport aux parcelles à croissance ralentie, P2.
- Le ralentissement de croissance mesuré entre P1 et P2 n'a pas eu de conséquences sur le rendement de la culture, ni sur la mesure du poids du grain à l'hectolitre. Toutefois, le niveau d'humidité du grain à la récolte fut affecté (Tableau 1). Cette conséquence peut être importante lors de saisons climatiques difficiles, où les unités thermiques cumulées sont à la limite des besoins de maturation du grain. La qualité de la récolte pourrait alors être affectée par une croissance ralentie de début de saison.

**% d'occupation de la porosité du sol par l'air dans l'horizon A et hauteur des plants (en cm) des parcelles P1 (croissance rapide) et P2 (croissance ralentie) - Site Bourgeault, 2003**



**% d'occupation de la porosité du sol par l'air dans l'horizon A des parcelles P1 et P2 - Moyenne des 6 fermes, 2003**



Différence de croissance du maïs le 27 juin à la ferme Bourgeault dans deux parcelles de régie identique - Parcelle 1 (photo à gauche) et Parcelle 2 (photo à droite).

**Tableau 1. Rendement (T/Ha à 15% m.s.) et humidité du grain (%) à la récolte des parcelles P1 et P2 Moyenne des six fermes**

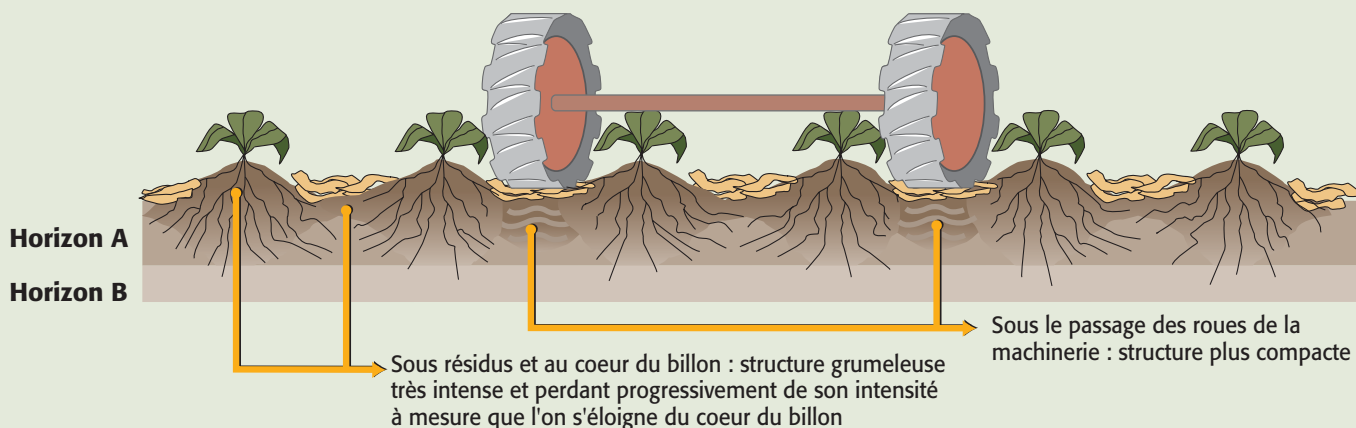
	2001		2002		2003	
	Rend.	Hum.	Rend.	Hum.	Rend.	Hum.
<b>P1</b>	9.0a	21.8a	8.4a	25.0a	10.2a	24.7a
<b>P2</b>	9.6a	22.7a	9.3a	26.0b	10.3a	25.6b

Une lettre identique signifie que la différence entre les parcelles n'est pas significative

## OBSERVER LES SOLS POUR MIEUX COMPRENDRE LEUR IMPACT SUR LES CULTURES

La structure d'un sol cultivé est dynamique. Elle «se fait» et «se défait» sans cesse, en fonction des conditions climatiques, des travaux mécaniques, de l'activité microbienne, et en particulier de la présence de racines de plantes. Une structure adéquate à un moment donné n'est pas garantie de durer. Elle doit constamment être entretenue. La capacité du producteur de bien comprendre et d'identifier cette dynamique en fonction des différentes parcelles sur sa ferme est un enjeu important pour la réussite des cultures sur billons et en semis-direct.

### Schéma 2 – «Patron général» de l'état de la structure dans l'horizon de surface dans une parcelle cultivée sur billons permanents ou en semis-direct



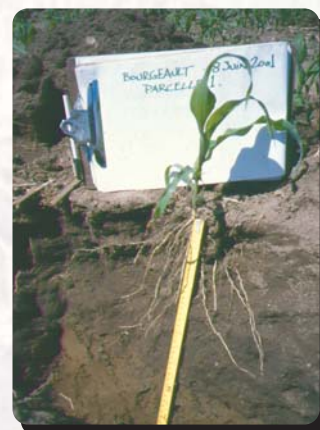
Dans une parcelle cultivée sur billons permanents ou en semis-direct, on observe de façon générale la présence d'une structure grumeleuse, dans les premiers 5 à 15 centimètres de sol, directement sous les résidus laissés en surface ou mélangés aux premiers centimètres de terre. Cette zone grumeleuse favorise le départ de végétation. Elle permet une bonne circulation de l'eau, maintient une humidité et une teneur en air adéquates. Cette zone grumeleuse n'est pas uniforme sur tout l'horizon. Que l'on se trouve sur les billons, entre les rangs, sous le passage des roues de machineries, sous les résidus de culture ou sous l'horizon de surface, l'état du sol peut varier de très grumeleux et poreux, à relativement «tassé», que ce soit par la machinerie ou non. ( voir schéma 2). **Plus la zone à structure grumeleuse est développée, plus elle facilite les travaux de semis, résiste contre les intempéries du printemps et favorise une croissance rapide des plantes.** Plus elle est dégradée par des conditions climatiques ou des pratiques culturales défavorables, plus les difficultés de germination et de croissance de la culture sont importantes.

## L'OBSERVATION DE SURFACE NE SUFFIT PAS, IL FAUT AUSSI OBSERVER EN PROFONDEUR

L'observation de l'horizon A permet de distinguer un patron spécifique assez commun sur la majorité des sites en culture sur billons permanents et en semis-direct. Toutefois, aucun impact spécifique à la technique n'a été observé sur les horizons plus profonds.

À tout moment de la saison, les horizons B et C du sol doivent assurer une infiltration rapide de l'eau provenant de la surface. Ces horizons doivent aussi permettre aux racines de plonger en profondeur. Ils doivent pour ce faire, être pourvus d'une macroporosité suffisante, à défaut de quoi ils engendrent des situations plus ou moins difficiles, aboutissant souvent à une perte de performance.

Tout comme en régie conventionnelle avec labour, pour que la technique du «no-till» donne de bons résultats, les problèmes de sol en profondeur (horizon B et C) doivent être résolus. Sans quoi, ils peuvent, selon leurs sévérités, limiter considérablement les effets bénéfiques engendrés par la pratique.



Le développement des racines doit être rapide au printemps et atteindre la profondeur des drains en été. L'état du sol en surface et en profondeur est déterminant.

## LA TEXTURE

### Quoi ?

- Quelle est la texture et comment les particules sont-elles organisées entre elles (structure) ?

### Pourquoi ?

- Prévoir certaines difficultés liées au type de sol (battance, circulation de l'eau,...)
- À prime abord, la texture peut être évaluée au toucher. L'analyse du labo permet de confirmer l'évaluation faite au champ.

## DANS LA ZONE DE SEMIS

### Quoi ?

- Quel est l'état de la structure et le niveau d'humidité ?
- Y a-t-il lissage du sillon de semis ?
- Après une pluie, l'eau s'accumule-t-elle dans le sillon de semis ?
- Les racines suivent-elles le sillon de semis ?
- Le sol est-il battant en période de germination ?
- L'émergence est-elle rapide et uniforme ?

### Pourquoi ?

- Semer dans des conditions optimales d'humidité, afin d'éviter certaines difficultés liées aux opérations de semis.
- Évaluer la qualité du lit de semence.
- Réagir, au besoin, durant la période de germination et d'émergence (houe rotative par exemple), si la levée s'avère problématique (croûtage en sol limoneux).

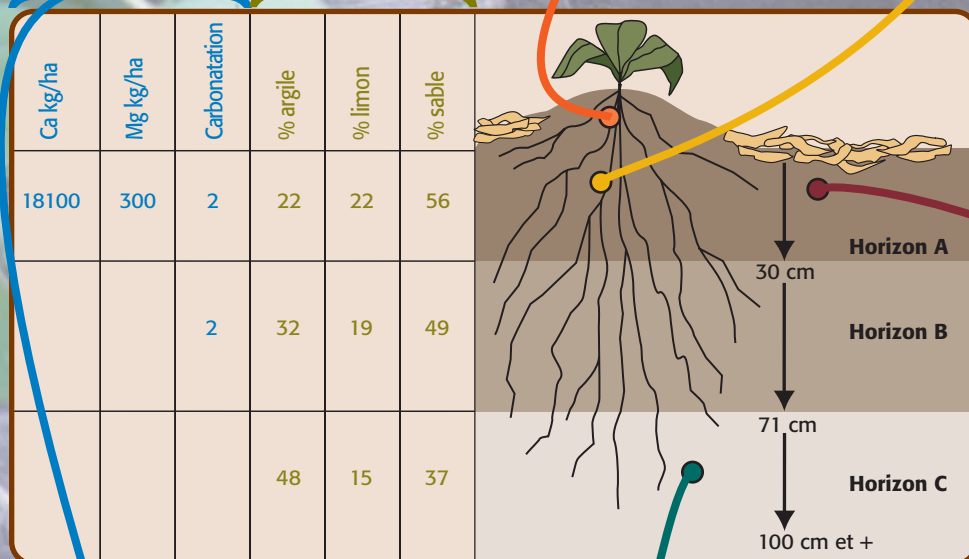
## AU CŒUR DU BILLON ET DANS L'ENSEMBLE DE L'HORIZON A

### Quoi ?

- Quel est le développement des racines dans les premières semaines de croissance ?
- Est-ce que l'eau engorge l'horizon après les pluies printanières ?
- Quel est l'état des anciens résidus enfouis ? Sont-ils en décomposition avancée ou encore intacts ?
- Quelle est la couleur ? L'odeur ? Bonne ou mauvaise ?
- Quel est l'état de la structure ? Grumeleuse ? Affaissée ?

### Pourquoi ?

- Évaluer les conditions qui régissent l'activité biologique et le développement des racines dans les premières semaines de croissance au printemps.
- La rapidité avec laquelle sont décomposés les résidus est un indice des conditions du milieu et de l'intensité de l'activité biologique.
- Évaluer le niveau de suffisance du sol en oxygène.



## L'ÉTAT CALCIQUE

### Quoi ?

- Quel est l'état calcique du sol ?

### Pourquoi ?

- Évaluer les besoins en chaux propre à chacun des sites. Ici, l'analyse du labo est essentielle.
- Chauler pour favoriser l'activité biologique et le développement des plantes.
- Chauler pour le développement et le maintien d'une structure grumeleuse la plus stable possible.

## EN PROFONDEUR

### Quoi ?

- Y a-t-il des couches de sol dures entre la surface et les drains ?
- Les racines s'enfoncent-elles jusqu'à la profondeur des drains ?
- Y a-t-il des engorgements d'eau ?

### Pourquoi ?

- Repérer des couches qui nuisent à la libre circulation de l'eau vers les drains et provoquent des engorgements d'eau dans l'horizon de surface.
- Ces couches peuvent également empêcher les racines de s'enfoncer en profondeur et d'avoir accès à l'eau qui s'y trouve en été.

## DANS LES ENTRERANGS

### Quoi ?

- Dans les entrerangs sous le passage des roues, le sol est-il massé ? Et les autres entrerangs ?
- Les racines ont-elles accès à cette zone ?
- Le lisier s'infiltre-t-il bien après l'épandage ?
- Quelle est l'odeur de la terre ?
- Les racines sont-elles coupées par les larges couteaux du sarcler ?

### Pourquoi ?

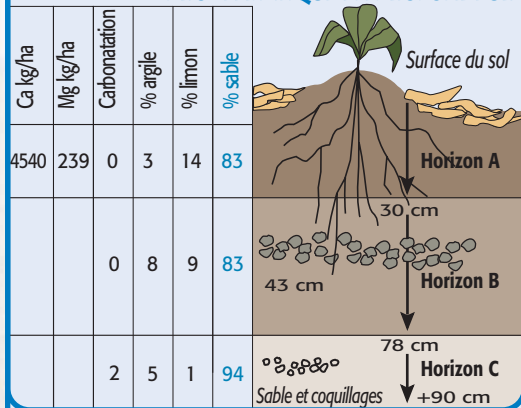
- Évaluer l'impact sur la structure du sol des passages répétés de la machinerie au même endroit.
- Évaluer si les racines des plantes peuvent explorer le sol avec leur plein potentiel.
- Évaluer si les lisiers et les fumiers qui y sont déposés et enfouis peuvent atteindre leur pleine efficacité fertilisante.

# DES EXEMPLES DE CAS POUR VOUS AIDER À ÉVALUER VOS SOLS

L'observation de profils de sol représente une manière concrète de se renseigner sur l'état du sol en surface et en profondeur sur vos fermes, dans vos différentes parcelles cultivées.

Les exemples suivants sont tirés de parcelles cultivées sur billons permanents depuis près d'une douzaine d'années. Ces exemples ne présentent qu'un aperçu partiel d'une situation donnée. L'analyse d'une situation sur une ferme doit toujours se faire à la lumière de l'ensemble des pratiques agricoles propres à la ferme : le chaulage, la rotation des cultures, la fertilisation minérale et/ou organique, l'utilisation des engrais verts, etc...

## EXEMPLE 1 • FACILE EN SURFACE, PROBLÉMATIQUE EN PROFONDEUR



**Mise en situation :** Dans cette parcelle le départ de végétation est toujours rapide et sans problème, peu importe les conditions d'humidité au printemps. Malgré cette situation printanière favorable, à l'automne les rendements ne sont pas toujours à la hauteur et sont plutôt décevants en regard de la moyenne de la ferme.

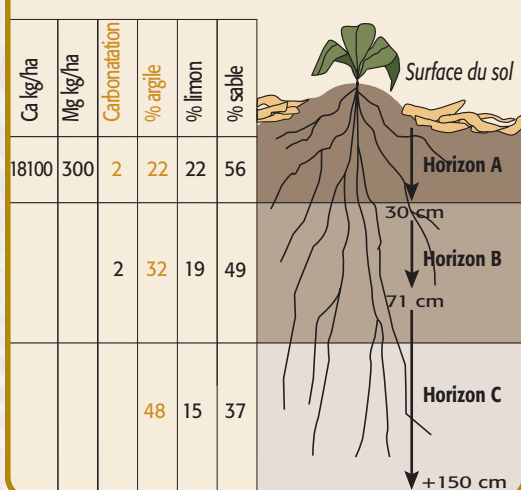
**L'évaluation :** **Horizon A** composé d'une fraction de sable grossier très dominante, conférant au sol une macroporosité importante peu importe l'état de sa structure. **Horizon B** induré par une accumulation de fer dans sa partie supérieure sous laquelle on trouve également une couche de cailloux fortement tassée à son état naturel. **Horizon C** souple et poreux. Humide. Constitue une belle réserve d'eau. Globalement, l'eau circule librement et rapidement à travers tout le profil.

**L'observation** régulière du profil et de la culture nous permet de constater que les racines restent en surface, s'enfoncent rarement au-delà de 30 cm, et ne s'enfoncent jamais au-delà de la couche tassée et dure de cailloux située à près de 43 cm de profondeur.

**Solution :** Un sous-solage effectué en conditions sèches à 45-50 cm de profondeur dans les entrerangs au stade 3-4 feuilles du maïs a permis aux racines d'atteindre plus de 80 cm de profondeur, d'explorer un plus grand volume de sol et d'avoir accès à la réserve d'eau de l'horizon C.

**Résultat :** Les rendements de la parcelle se sont redressés au niveau de la moyenne de la ferme dès l'année d'intervention. Reste à voir si la situation améliorée se maintiendra. L'utilisation de cultures intercalaires de raygrass entre les rangs de maïs devrait y contribuer.

## EXEMPLE 2 • DIFFICILE EN SURFACE, SANS PROBLÈME EN PROFONDEUR



**Mise en situation :** Dans cette parcelle le départ de végétation rencontre certaines difficultés. La culture affiche un certain retard de croissance sur d'autres parcelles. Malgré les inconvénients du printemps, les rendements sont très bons.

**L'évaluation :** **Horizon A** constitué d'une importante part d'argile, très riche en carbonate de calcium et démontrant une grande aptitude à développer une structure grumeleuse solide. **Horizon B et C** également très riche en particules fines, de structure plutôt grumeleuse en B et cubique en C. Plus souvent qu'autrement bien humide en profondeur.

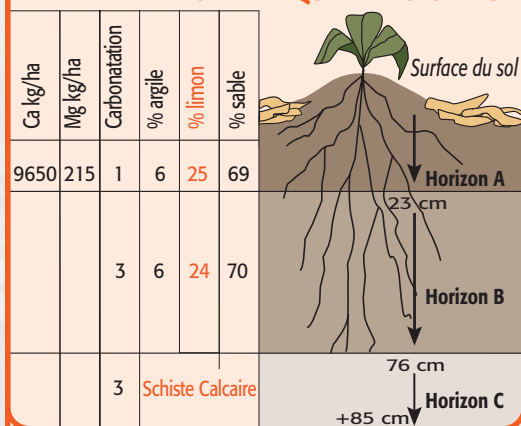
**L'observation** régulière du profil et de la culture révèle une admirable structure grumeleuse du sol en surface et au cœur du billon, permettant la facilité du semis, malgré la nature argileuse du sol. Toutefois, plus on s'éloigne du cœur du billon, plus la structure tend à s'affaïsser (voir schéma 2). Sans une structure grumeleuse, la finesse des particules du sol ne laissent que très peu de macroporosité. Cela se traduit dans ces zones en,

- un tassement du sol
- des périodes d'anaérobie (insuffisance d'oxygène) plus ou moins longues et sévères, dépendant du niveau des précipitations
- un ralentissement de la croissance des racines et de la culture

Les horizons B et C n'opposent aucune restriction à la circulation de l'eau et à l'enfoncement des racines, lesquelles atteignent année après année près de 1,50 mètre de profondeur.

**Solution explorée :** Intensifier l'enracinement par l'implantation d'engrais verts intercalaires de façon systématique afin de maintenir la structure grumeleuse déjà acquise au cœur du billon, et lui donner plus d'ampleur dans l'ensemble de l'horizon A.

## EXEMPLE 3 • FRAGILE EN SURFACE, PROBLÉMATIQUE EN PROFONDEUR



**Mise en situation :** Dans cette parcelle le départ de végétation est plutôt lent. Au printemps, l'émergence des plantules est souvent inégale et la perte de population fréquente. D'une année à l'autre, le développement de la culture et les rendements sont incertains.

**L'évaluation :** **Horizon A**, constitué d'une fraction limoneuse importante et d'une faible fraction argileuse. La structure de ce sol est très instable. Taux de matière organique plutôt relevé (5,3%). **Horizon B**, de texture tout aussi fine que l'horizon A, compact, dans lequel seules quelques grosses galeries de vers de terre composent une part de macroporosité. **Horizon C**, très compact, composé de schistes calcaires très abondants. Globalement, l'eau circule mal dans le profil et les engorgements de l'horizon A sont fréquents durant les premières semaines du printemps.

**L'observation** du profil et de la culture a permis de constater l'instabilité de la structure de ce sol. Par moment, on observe une belle structure grumeleuse, au cœur du billon, et se déployant sur presque la totalité de l'horizon A. À d'autres moments, cette structure s'affaïsse presque totalement. La perméabilité limitée des horizons B et C provoque régulièrement au printemps des engorgements d'eau dans l'horizon A. La nature limoneuse de ce sol fait en sorte que la structure y est très fragile et résiste peu à ces engorgements. La teneur en air est souvent insuffisante et des périodes d'anaérobie plus ou moins longues et sévères sont courantes au printemps. Cela se traduit inmanquablement en un ralentissement de croissance de la culture.

**Solutions :**

- Au besoin, des interventions mécaniques en post-semis sont utilisés pour décroûter les sols battants et favoriser une meilleure émergence.
- Faire en sorte que l'eau circule plus rapidement vers les drains au printemps, pour éviter les engorgements.

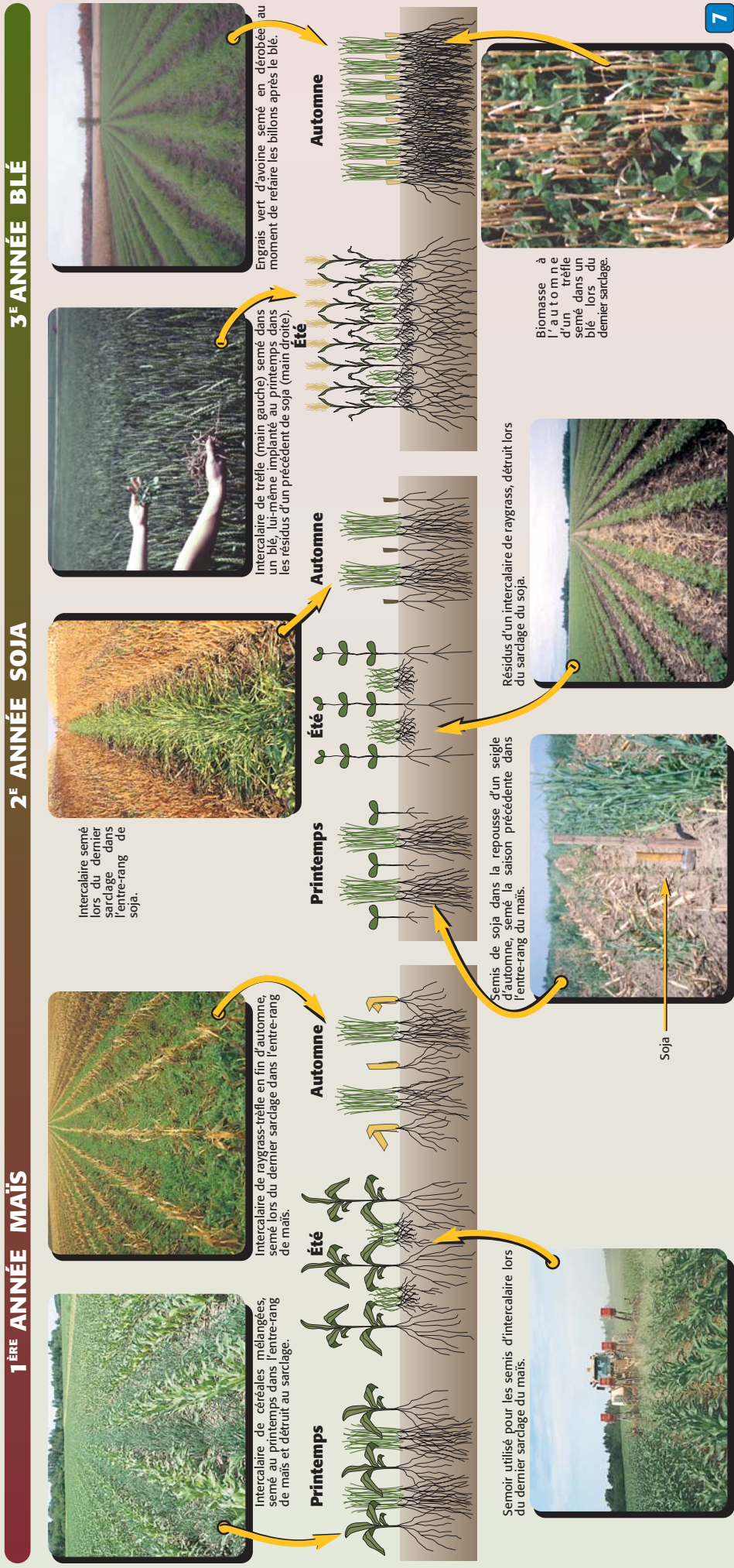
# DIVERSIFIER LE SYSTÈME CULTURAL ET AGIR SUR LE POTENTIEL DE FERTILITÉ DES SOLS

La pratique du semis-direct et la culture sur billons permanents ont un impact positif sur la fertilité des sols. D'autres pratiques agronomiques doivent toutefois y être associées afin d'assurer les conditions de sol optimales pour la croissance des cultures. À cet égard, le producteur peut intervenir par le chaulage, les amendements organiques, l'intensification de l'enracinement (Breune, et coll., 2000).

La rotation des cultures sur la ferme doit permettre la plus grande diversité d'espèces possible. Elle doit aussi assurer tout au long de la saison la présence dans la parcelle d'une plante en croissance. **Plus le système cultural est complexe, et s'éloigne de la monoculture de maïs ou de la bi-culture maïs-soja, plus il s'avère «stimulateur» de fertilité du sol. L'intégration de cultures d'engrais vert dans la rotation, en intercalaire ou en dérobée, s'avère un moyen efficace de diversifier le système de culture.** La biomasse ainsi produite apporte une matière organique jeune qui, juxtaposée aux résidus des cultures récoltées, favorise l'activité biologique. La multiplicité accrue des espèces assure une diversité des systèmes racinaires (profond, superficiel, fasciculé, pivotant, etc), lesquels entretiennent une bonne structure du sol. Finalement, le couvert végétal obtenu par l'engrais vert protège le sol à divers moments de la saison, mieux que ne peuvent le faire seuls, les résidus des cultures principales.

Le schéma 3 présente pour une rotation de cultures de maïs – soja – céréale, un ensemble de stratégies possibles d'introduction de cultures d'engrais vert. Avec une technique appropriée (Jobin et coll., 1997), et un peu d'imagination, ces stratégies sont adaptables à chacune des réalités des entreprises qui souhaitent les adopter. Elles sont d'ailleurs déjà utilisées sur des fermes au Québec. Leur faisabilité est donc possible.

## Schéma 3 – Une couverture vivante permanente, pour stimuler et maintenir la fertilité



**La culture sur billons permanents et le semis-direct font preuve d'une efficacité enviable.** Les rendements sont au rendez-vous et des économies substantielles sont envisageables par la baisse des coûts de production. D'un point de vue environnemental, des gains sont importants en terme de protection des sols et de l'eau, et d'efficacité énergétique. Pas de doute que les avantages sont nombreux et que ces pratiques sont vouées à se développer.

Pour réussir l'implantation à la ferme de ces méthodes, il y a bien sûr des ajustements techniques à prévoir. Se familiariser avec les équipements, être plus patient au printemps, adapter son approche de gestion des mauvaises herbes, etc. L'information à ce sujet est abondante au sein des regroupements de producteurs intéressés à ces pratiques.

Acquérir une meilleure connaissance des sols de la ferme s'avère pour l'agriculteur qui souhaite pratiquer le «no-till», un défi tout aussi important pour assurer le succès de sa démarche. Le simple fait d'abandonner le labour, ne fait pas en sorte de transformer les sols de la ferme en «un riche humus naturel, facile à cultiver». Cette idée relève de la pensée magique.

**Bien que la technique réussisse sur tous les types de sol, la texture du sol a une influence marquée sur la facilité avec laquelle elle est pratiquée et sur les différentes difficultés qui peuvent être rencontrées.** Changer sa méthode de culture ne change pas pour autant la nature du sol. Les sables grossiers restent des sables grossiers, et ils sont de façon générale faciles à semer d'un printemps à l'autre. Par contre, les sols limoneux demeurent très capricieux, car fragiles à la déstructuration, et sont toujours imprévisibles. Les sols argileux sont plutôt délicats. Mais, «équipés» d'une bonne structure, ils répondent bien. L'observation régulière aux champs, permet de bien évaluer le comportement du sol et d'ajuster ses pratiques en fonction des situations rencontrées pour chacun des sols.

**Une bonne structure du sol est l'élément clé pour la réussite du «no-till».** Si la pratique du labour permettait d'aérer, du moins temporairement, des sols plus ou moins bien structurés, le travail minimum du sol doit prévoir une stratégie qui assure, à tous moments, les conditions optimales d'entretien de la structure du sol. Le fait de ne plus compter sur un travail mécanique impose à celui qui veut faire du semis-direct ou de la culture sur billons permanents, de développer d'autres moyens. **L'intégration de multiples cultures dans la rotation est un défi qui reste à implanter dans les systèmes de grandes cultures au Québec.** La réalité économique des entreprises semble justifier trop souvent une faible diversité de cultures dans la rotation. Pourtant diverses stratégies peuvent être élaborées, voire inventées, et permettre la construction d'une rotation plus complexe. Le producteur intéressé au «no-till» a tout intérêt à investir dans cette direction. Les avantages agronomiques et environnementaux à court et moyen terme se répercuteront en avantages économiques éventuels. Le défi est grand, mais il vaut la peine d'être relevé.

## BIBLIOGRAPHIE

Angers D. 2001. Évolution de la matière organique de l'activité biologique et de la structure du sol sous pratiques culturales de conservation. Dans colloque en agroenvironnement "l'agriculteur et l'environnement en harmonie" CRRQA.

Breune, I., Forest, L., Jobin, P., Petit, J., 2000. La structure du sol, Un élément clé de sa fertilité. Produit par le Centre de développement d'agrobiologie et le Club du CDA, Québec. 6 p.

Burgess, M.S., G.R. Mehuys, C.A. Madramootoo 2000. Crop residue decomposition in grain corn : role of tillage system and residue characteristics. Macdonald Campus of McGill University. Ste-Anne-de-Bellevue.

Forest, L., Jobin, P., Petit, J., 2004. Étude au terrain pour mieux comprendre le syndrome du no-till dans la culture du maïs cultivé sur billons et en semis direct. Rapport final déposé au Conseil pour le développement de l'agriculture au Québec (CDAQ), Longueuil.

Gaucher, G., 1968. Traité de pédologie agricole, Le sol et ses caractéristiques agronomiques, Dunod, Paris. 563 p.

Hérody, Y., 1997. Connaissance du sol, Tome 1 - Le modèle de base. Éditions BRDA, Charency, France.

Jobin, P. et Douville, Y. 1996. Engrais verts et cultures intercalaires. Centre de développement d'agrobiologie, Ste-Élisabeth-de-Warwick. 20 p.

## TEXTE ET PHOTOS

Louis Forest, Pierre Jobin et Jacques Petit

## COLLABORATION

Cette brochure a été réalisée dans le cadre du projet : «ÉTUDE AU TERRAIN POUR MIEUX COMPRENDRE LE SYNDROME DU NO-TILL DANS LA CULTURE DU MAÏS CULTIVÉ SUR BILLONS ET EN SEMIS DIRECT», conduit par le Laboratoire Terra Cognita, pour les quatre associations : Club ACTION-BILLON, ACTION SEMIS-DIRECT, Club agroenvironnemental DURASOL, Club agroenvironnemental CONSERVATION VERT-CHER

## AVEC LA PARTICIPATION DES AGRICULTEURS :

Jean-François Boulay, Michel Bourgeault, François et Camille Guilbert, Daniel Leclair, Lucien Tétreault, Pierre Verly, Daniel Pelletier

## PARTENAIRES FINANCIERS

Le Conseil pour le développement de l'agriculture au Québec (CDAQ)

La Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec (FPCCQ)

La Direction régionale de la Montérégie, secteur Est (MAPAQ)

