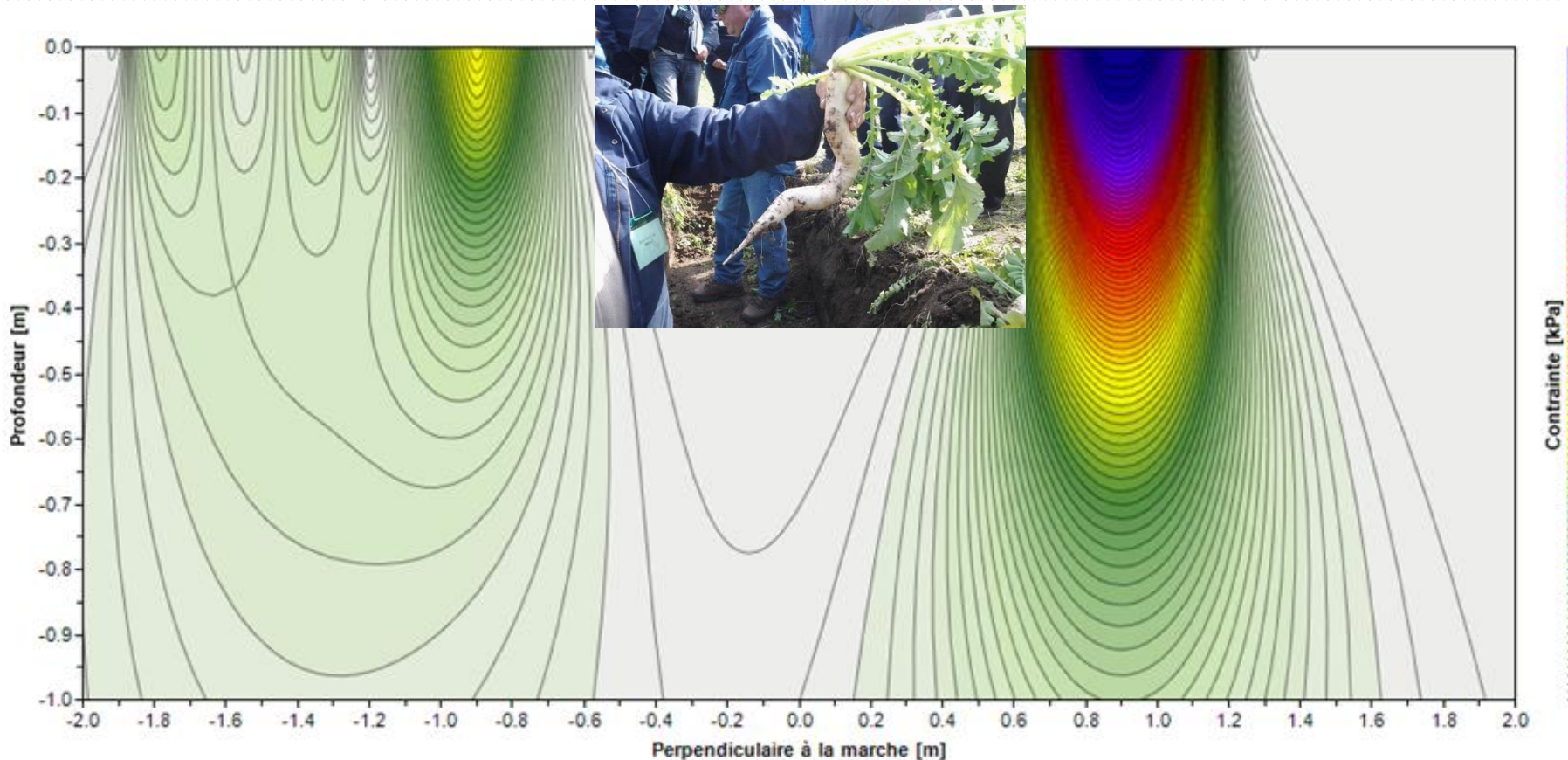


Des outils pour favoriser la santé de vos sols

Journée Grandes cultures 2019



Avertissement et remerciements

- Ce n'est pas parce qu'une photo est présente dans la présentation que l'auteur et le Ministère approuvent ou désapprouvent.
- Odette Ménard, ing. et agr.
- Vincent Lamarre, ing. et agr.

Plan de la présentation

- Un peu de théorie
- Le sondage
- Les statistiques
- La santé des sols
- Le travail du sol vs conservation
- Les outils
- L'effet sur le sol avec terranimo.ch
- Conclusion

Un peu de théorie

Lit de semence idéal

- Pour germer, la graine a besoin :
température minimale, éléments minéraux,
d'eau et de l'air;
- Porosité suffisante et pas de battance;
- Bon contact entre sol et semence;
- Grosseurs des agrégats;
- **La plupart des cultures 5 à 8 cm de
profondeur et 6 cm de chaque côté
minimum;**
- **Petite graine moins profonde.**

Sept objectifs pour préparer un bon lit de semence

1. Éviter les dépressions.
2. Obtenir un lit de semence.
 - ✓ Ajuster 3 po, **mais aujourd'hui** un peu moins creux que le semis, sol friable, **plus selon l'humidité**
3. Conserver suffisamment de mottes pour protéger contre la battance, **laisser des cultures pour nourrir.**
4. Accélérer le réchauffement et l'assèchement au printemps.
5. Maintenir un sol suffisamment ferme pour un bon travail du semoir.
6. Détruire les plantules des mauvaises herbes.
7. Enfouir les engrais et les herbicides.

Un peu de théorie

Catégories de travail du sol

- Travail primaire: travail d'automne
- Travail secondaire: travail de printemps
- Travail minimum: **moins de X cm**
- Automne: chisel, disques, travail en bandes, déchaumes
 - ✓ Printemps: cultivateur, turbo-till, vibro, herse alternée, déchaumeuse
- Semis direct, billons

Sondage

_____ combien de producteurs

- Qui fait du labour Nb? _____
- Travail minimum Nb? _____
- Travail vertical Nb? _____
- Semis direct seulement Nb? _____
- Semis direct avec travail minimum Nb? _____
- Semis direct et labour pour travailler champ Nb? _____
- Semis direct Billon
- Autre nb? _____
- Quoi

Pratique de travail du sol

- Viser à améliorer la santé des sols
- Maintenir et développer la vie du sols
- Éviter de la dégrader
- Préserver la qualité de l'environnement

Source: Adapté Vincent Lamarre, ing. et agr.

Un sol en santé

- Un **gramme** de sol
- 1 000 000 d'espèces de bactéries
- 100 000 d'espèces de champignons
- 1 000 d'espèces d'invertébrés

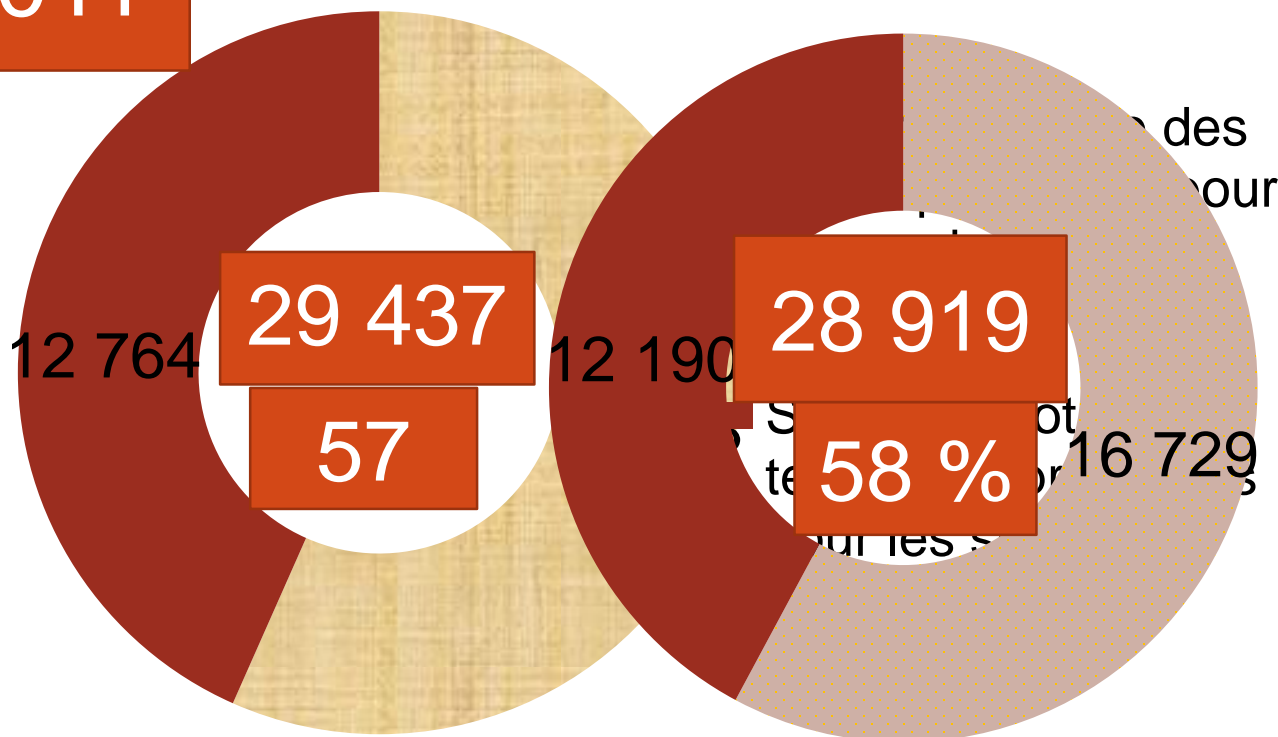
**L'intérêt du « non labour »
confirmé**

Source : Loïc Chauveau; 2016

Nombre d'entreprises au Québec 2011 et 2016

2011

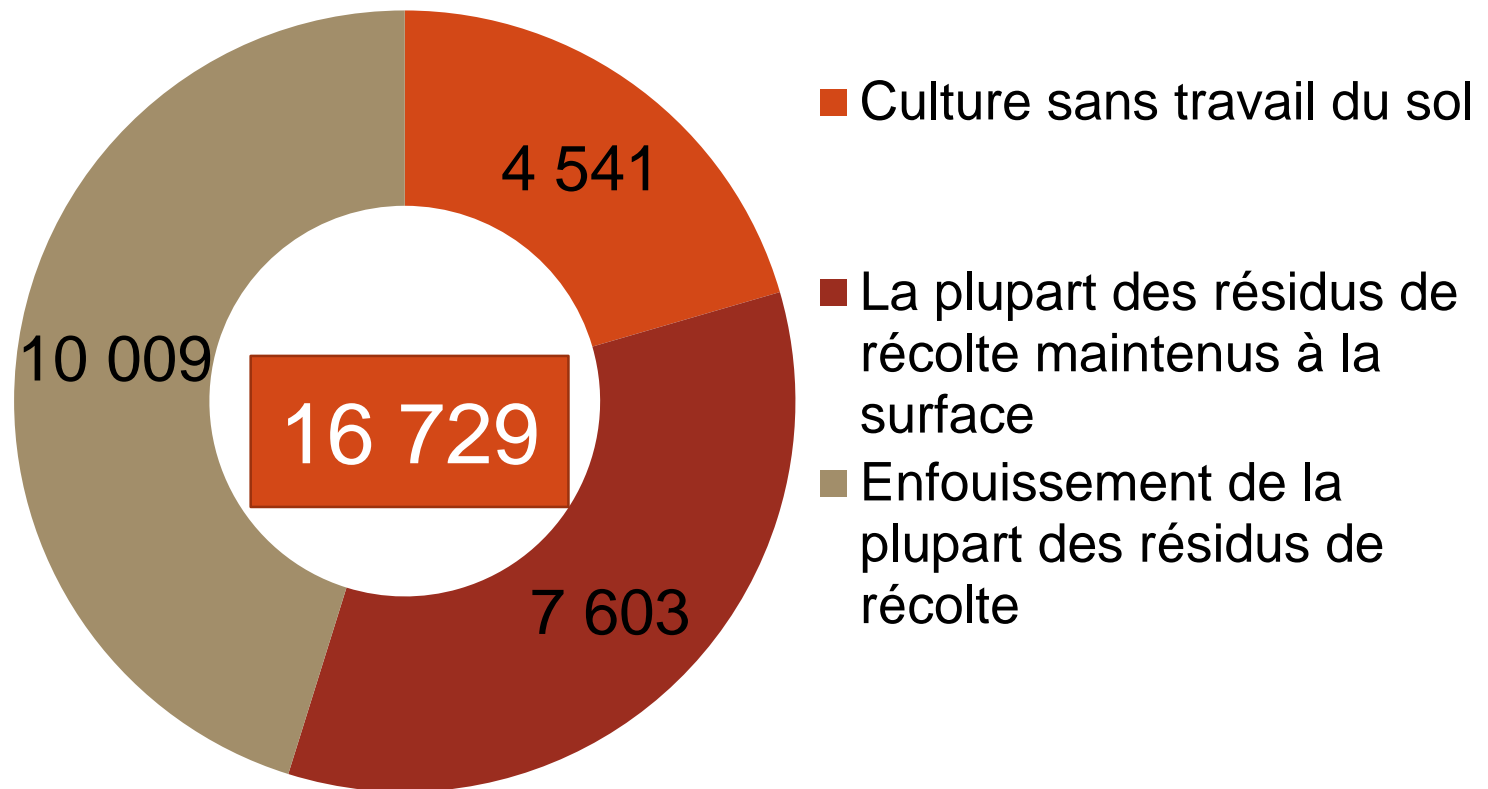
2016



- Superficie totale des terres préparées pour les semis
- Superficie totale des terres pas préparées pour les semis

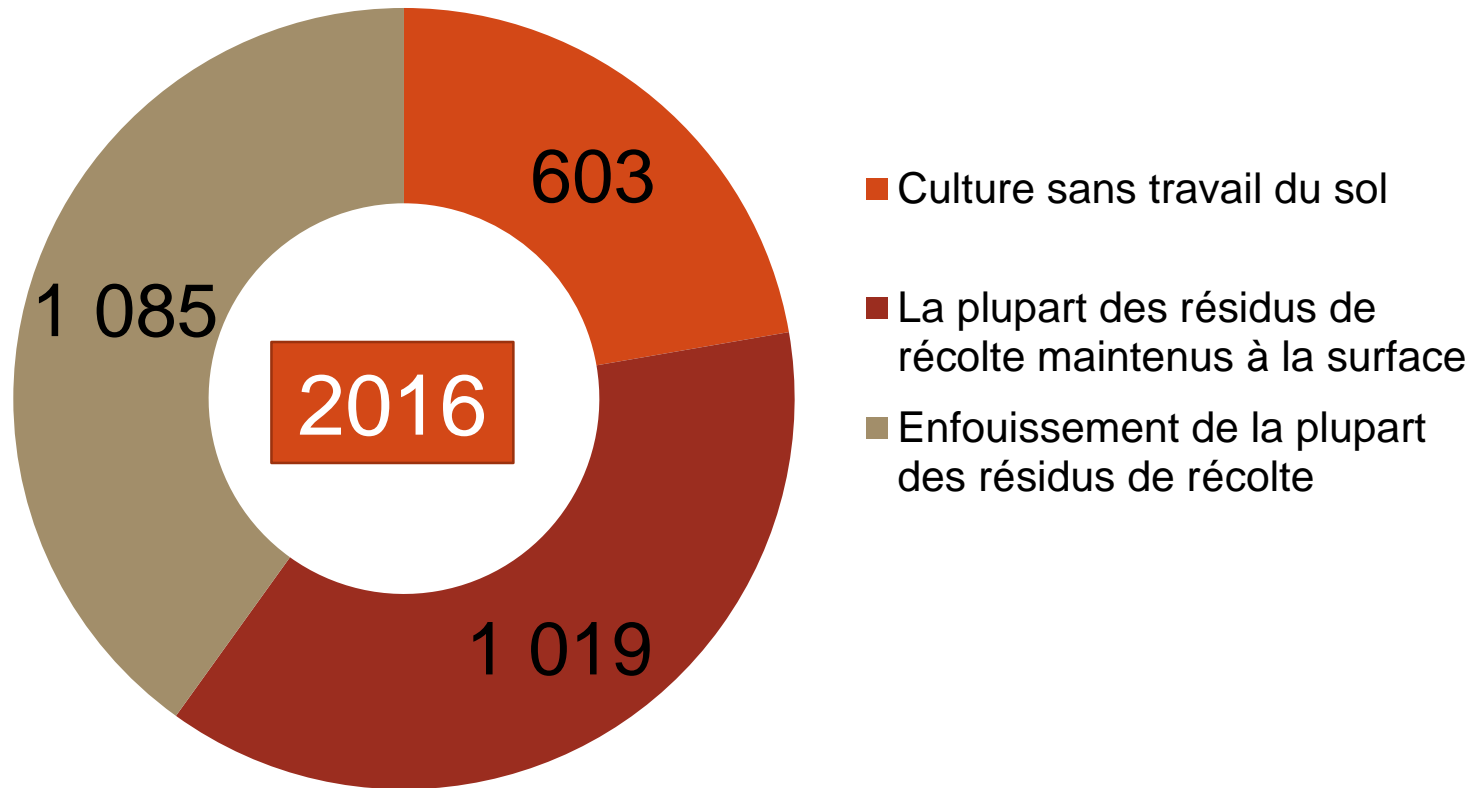
Source : [Tableau 32-10-0408-01 Pratiques de travail du sol utilisées pour préparer les terres pour les semis](#)

Enfouissement des résidus



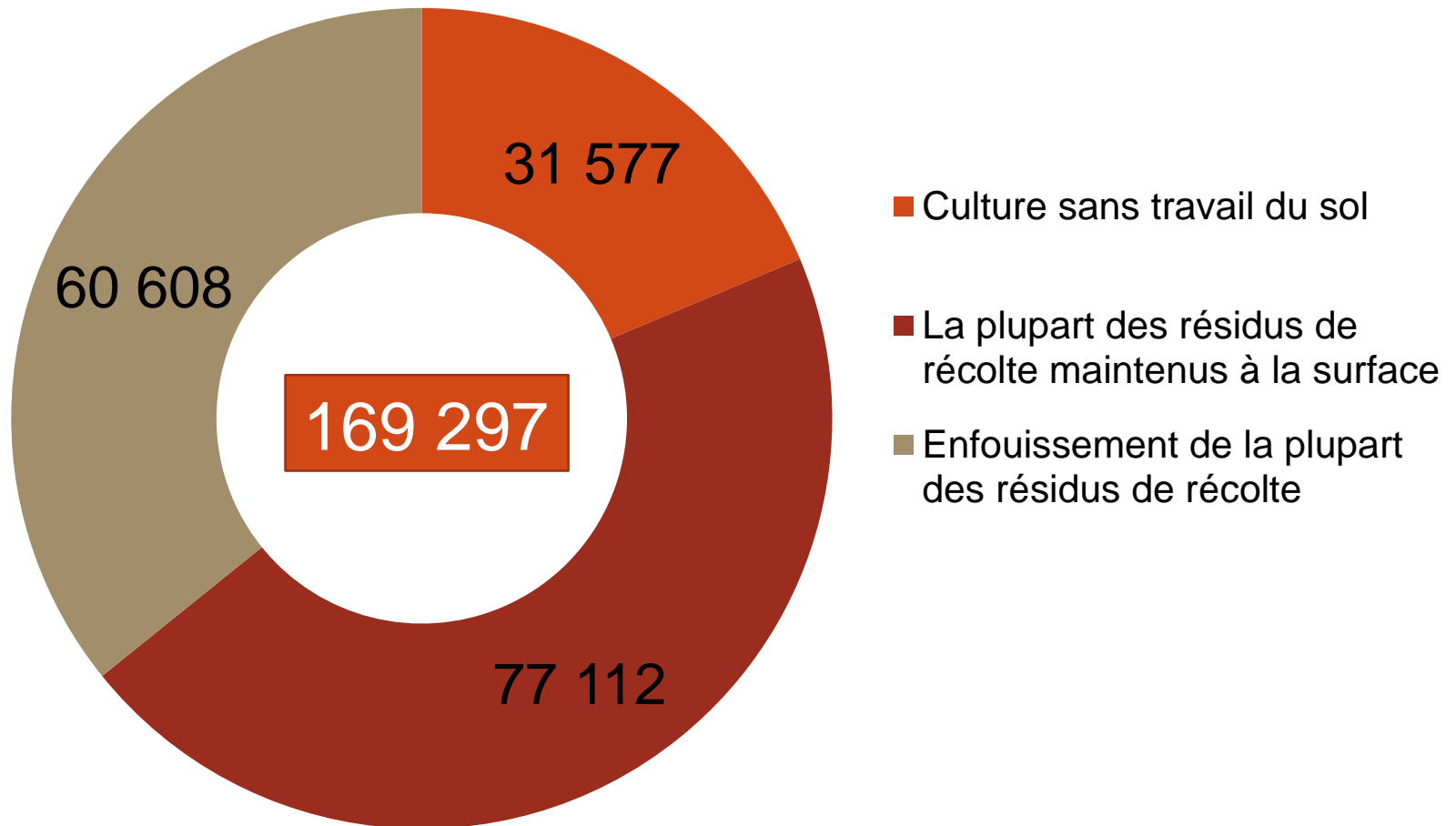
Statistique Canada. [Tableau 32-10-0408-01](#) Pratiques de travail du sol utilisées pour préparer les terres pour les semis

Nombre d'entreprises territoire 3 en 2016



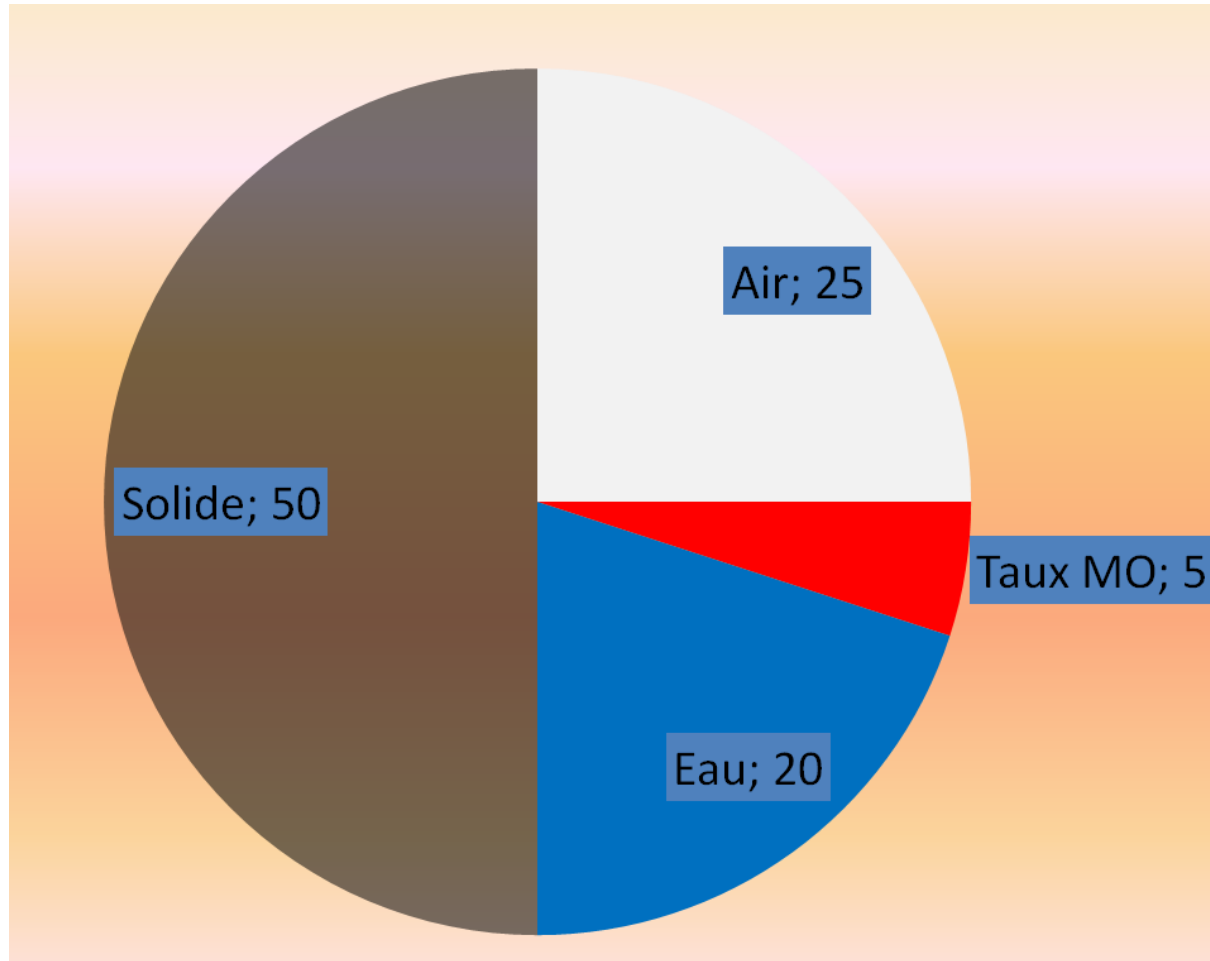
Statistique Canada. [Tableau 32-10-0408-01](#) Pratiques de travail du sol utilisées pour préparer les terres pour les semis

Nombre hectares territoire 3



Statistique Canada. [Tableau 32-10-0408-01](#) Pratiques de travail du sol utilisées pour préparer les terres pour les semis

Sol



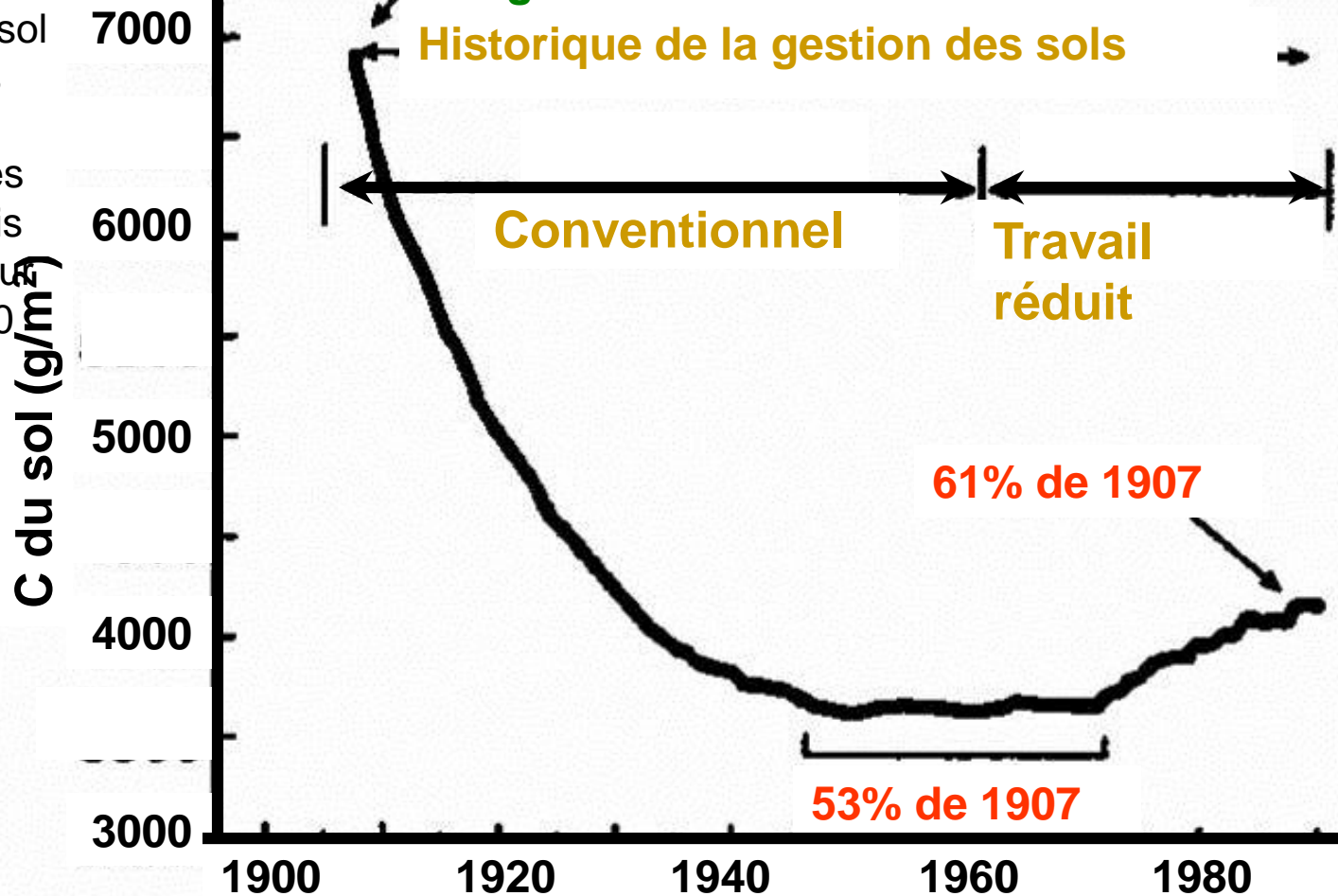


But 2019-.....3020....

- **La santé des sols**
- **La santé des sols**
- **La santé des sols**

Évolution de la matière organique du sol

Simulation de la variation du C total du sol pour les états du centre des États-Unis (profondeur de 0 à 20 cm)



Réduire le travail du sol

Résultats attendus :

- Amélioration de la porosité du sol et de l'infiltration de l'eau
- Protection contre l'érosion hydrique
- Réduction des coûts de production
- Amélioration de la portance des sols



Travail réduit

Conventionnel

Destruction...

-> physique

-> biologie



Attention de
ne pas trop
augmenter le
poids à la
roue



Conventionnel

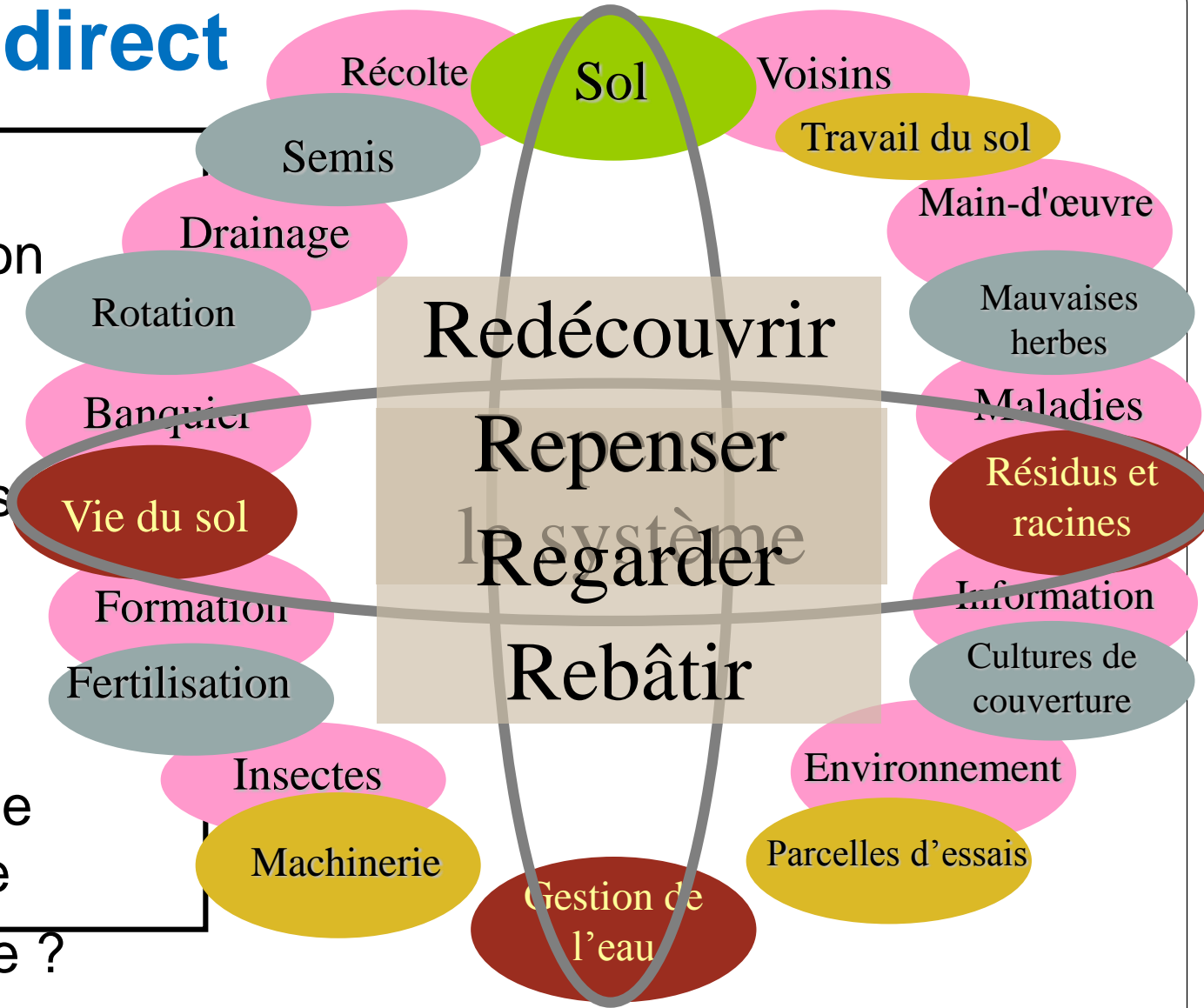
Travail réduit

Semis direct et CC
Amélioration...
physique
biologie



Semis direct

- Drainage
- Compaction
- pH
- Fertilité
- Mauvaises herbes
- Résidus
- Rotation
- Cultures de couverture
- Machinerie ?

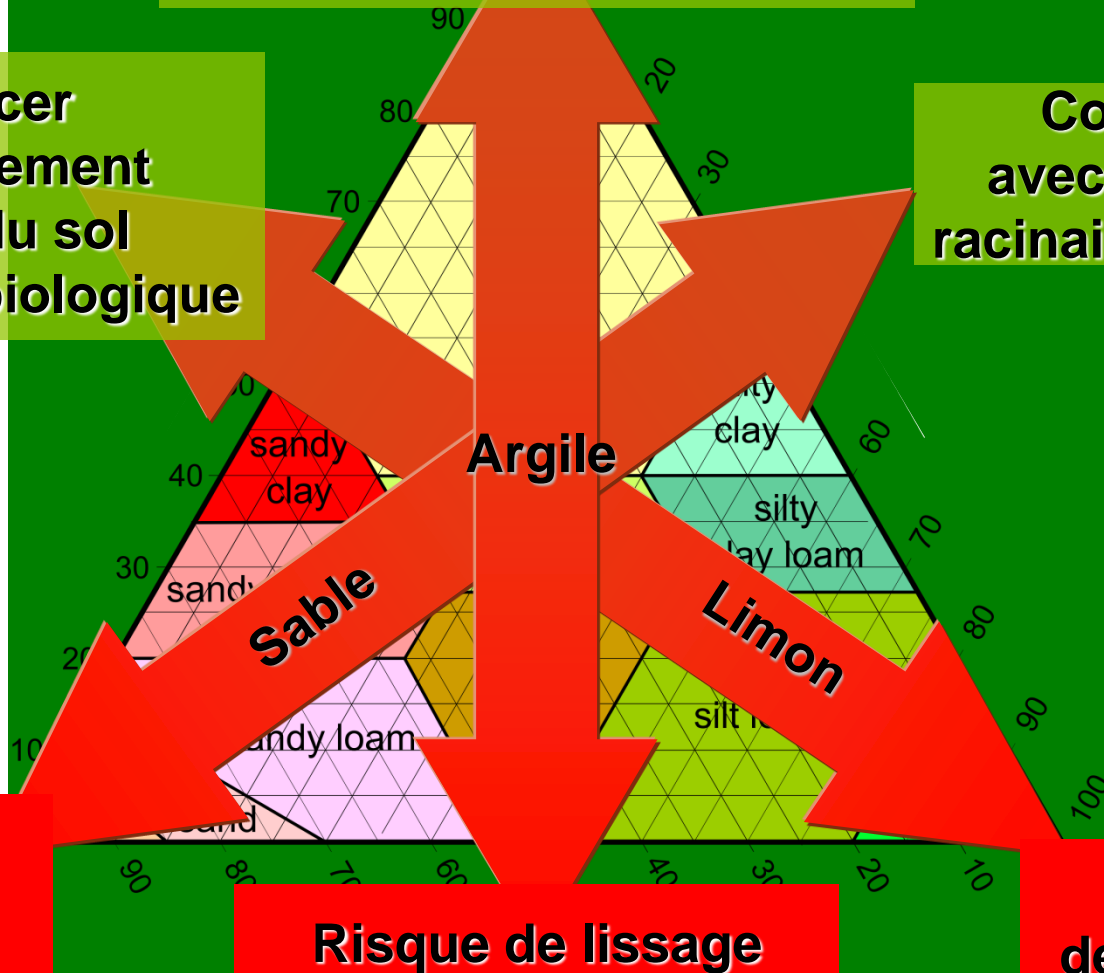


Source : Odette Ménard, ing. et agr.

**Augmenter
le taux de matière organique**

**Remplacer
progressivement
le travail du sol
par l'activité biologique**

**Consolider
avec un réseau
racinaire permanent**



**Risque
de fragiliser
la structure**

Risque de lissage

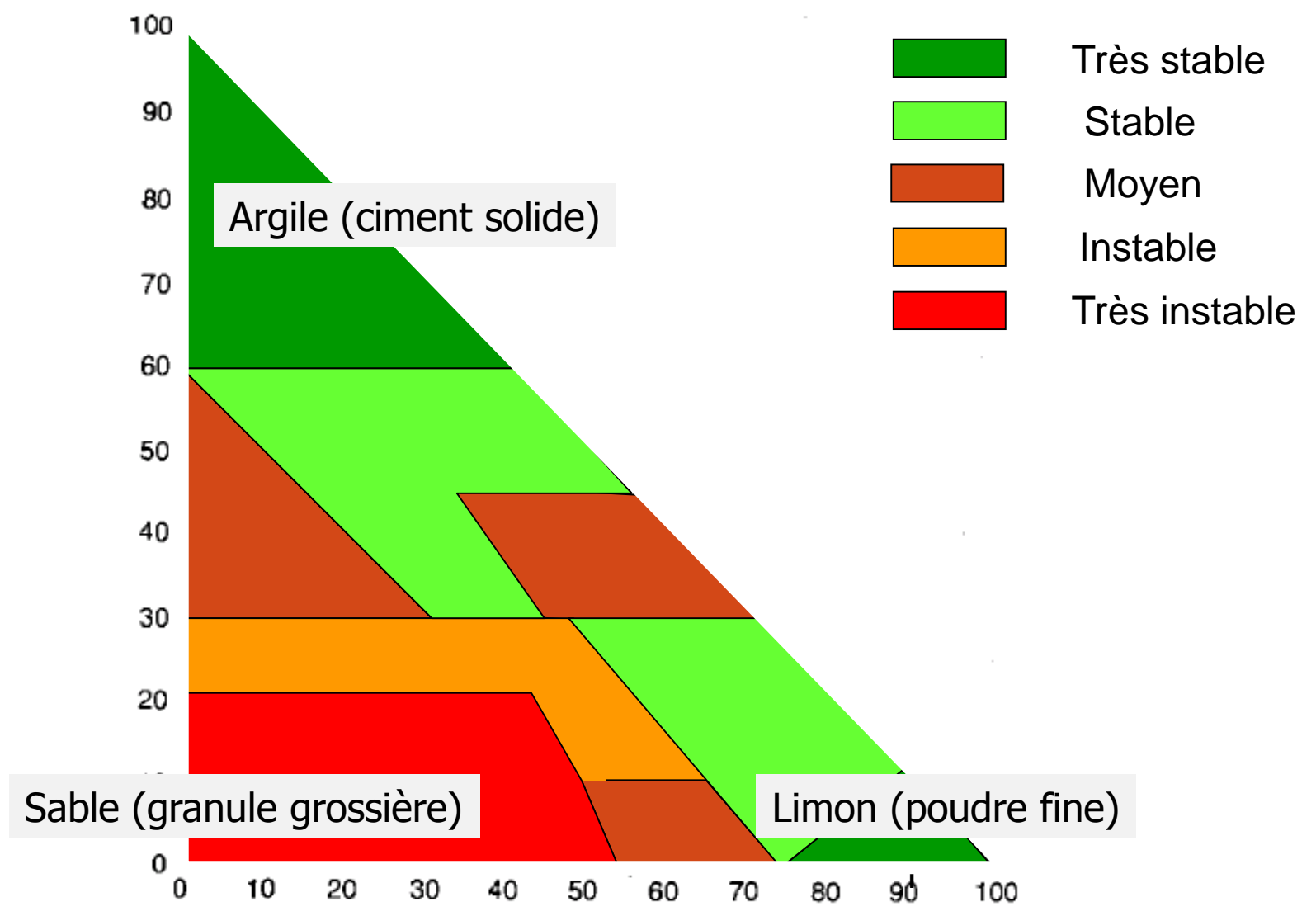
**Risque
de compaction**

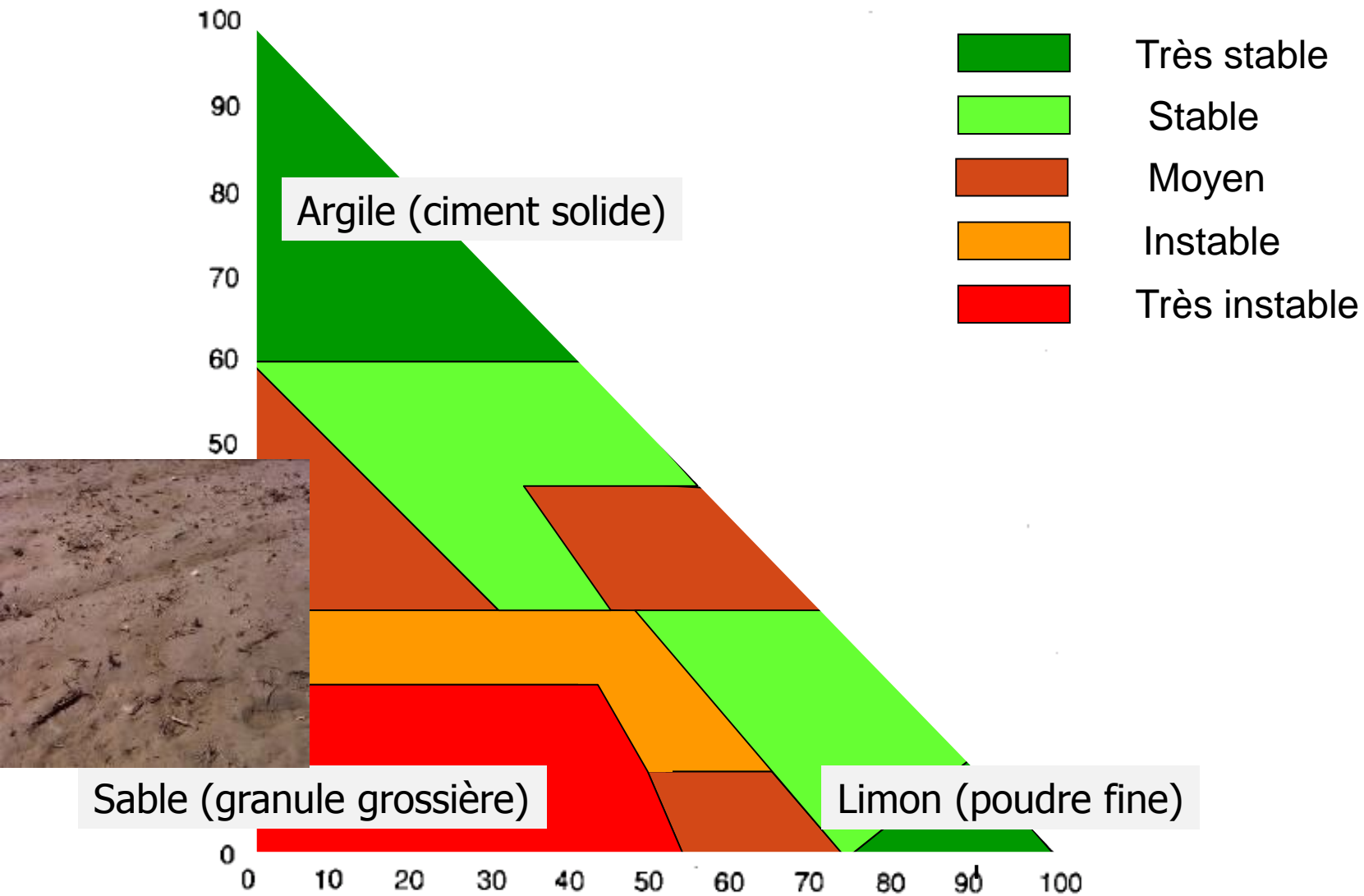
Source: Odette Ménard

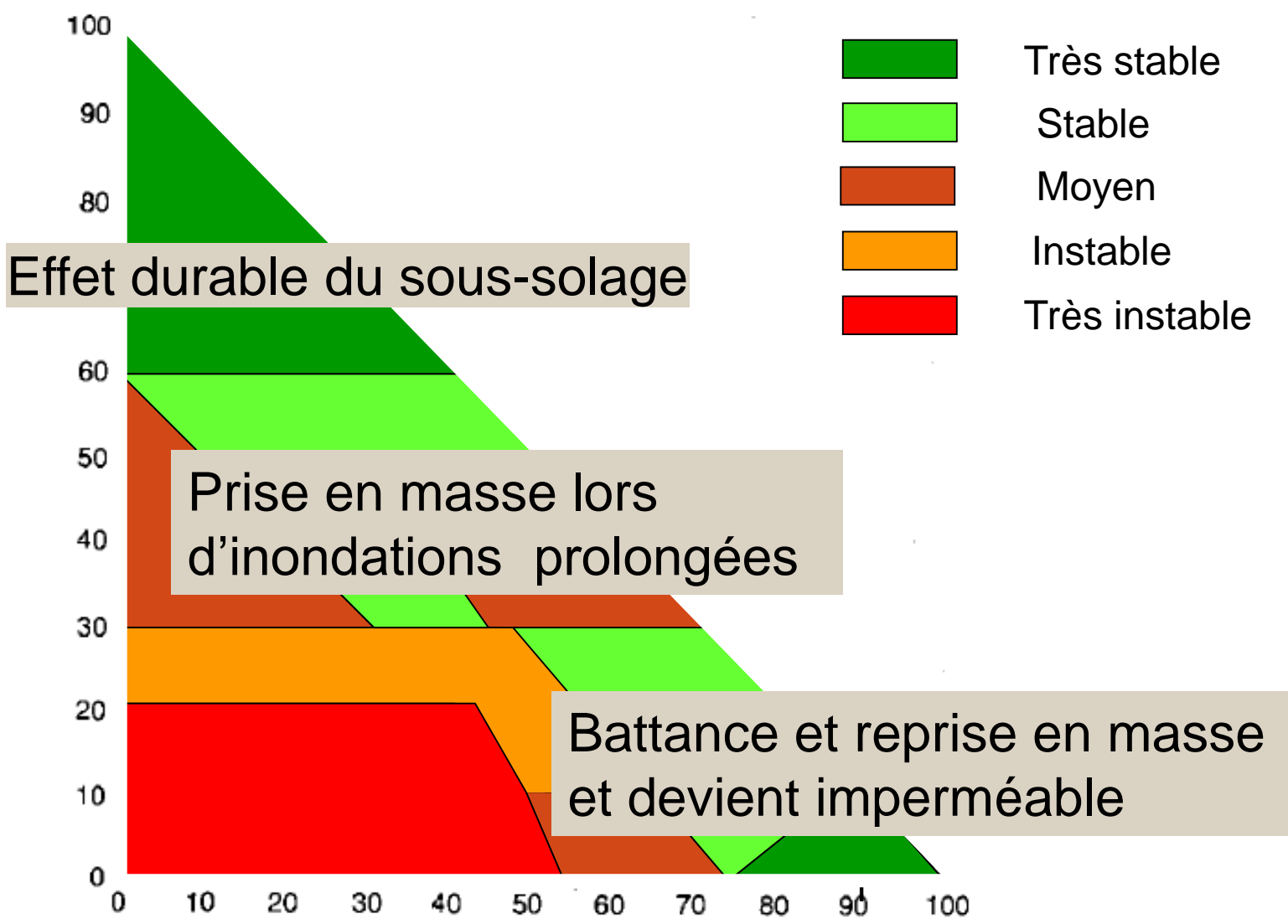
Québec 

Influence des composantes

- Argile :
 - ✓ $< 6\%$ peu d'effet et $> 25\%$, elle domine les propriétés du sol.
- Limon :
 - ✓ fait sentir sa présence à partir de 35% .
- Sable :
 - ✓ il faut 55% pour avoir une influence sur les propriétés du sol.







Travail du sol vs conservation

- Choix de la méthode
(herse à disque, herse à dents, chisel, offset, travail minimum, herse alternative, semis direct, billon ou travail en bandes)
- Quand?
- Comment?
- Pourquoi?
- Quelle profondeur?
- Quelles cultures?

Adapté : Georges Lamarre ing.-agr. retraité
MAPAQ, Montérégie-Ouest

Pourquoi travailler le sol

- Le cycle compaction décompaction
- **Compaction**
 - ✓ Passage machinerie en conditions humides
 - ✓ Travail en conditions humides
- **Décompaction**
 - ✓ Travail le sol
 - ✓ Gel dégel, humidité sécheresse
 - ✓ Action biologique

Adapté : Anne Weil

Les outils

- Inanimés :
 - ✓ Cultivateur
 - ✓ Vibroculteur
 - ✓ Herse à disque
 - ✓ Herse à finir

Les outils

- **Animés**

- ✓ Herse rotative à axe horizontale ou rotoculteur
- ✓ Herse rotative à axe vertical
- ✓ Herse alternative

- **Finition**

- ✓ Peigne, herse, rouleaux, lame de nivellement

Outils animés

- ✓ Herse rotative à axe horizontal ou rotoculteur
- ✓ Herse rotative à axe vertical
- ✓ Herse alternative



Pas trop en grande culture, très dur pour le sol



Le cultivateur : dent en forme de C



Le cultivateur

- Ameublir le labour ou sol travaillé au chisel
- Faible capacité d'enfouissement, remonte même les résidus enfouis
- Capacité d'arracher les rhizomes peu profonds
- Peu de bourrages
- Ne compacte pas le sol, mais le tracteur?
- Vitesse 8 à 13 km/h
- Efficacité 75 à 90 %
- Portés 2,2 à 7,5 m ; semi-portés 2,6 à 18 m
- 3 à 5 rangées

Ajustements

- Niveau avant/arrière attachement sur le timon
- Gauche droit roues de support
- Profondeur système hydraulique et roues
- Positionnement des dents

Le vibroculteur, dent forme de S

- Dents plus nombreuses
- Oscillent 360°
- Plus tendance au bourrage
- Faible capacité d'enfouissement
- Ne compacte pas le sol, tracteur?
- Vitesse 8 à 13 km/h
- À la longue fatigue des dents
- Efficacité 70 à 90 %
- Mêmes ajustements cultivateur

Équipements de finition

- Lame
- Herse à dents flexibles
- Herse à dents rigides
- Peigne à lame
- Les rouleaux doubles
- Les équipement combinés

Chaque compagnie a une gamme de rouleaux de finition :
à retenir - pas trop fin à l'automne et il faut avoir des plus grosses mottes.

Voir autrement les choses

- Débarquer du tracteur et prendre une motte de terre, que se passe-t-il ?
- Éclatement, moulage, rouleau, petites mottes
- Profondeur réelle de travail
- Travaille sur quelle surface?
- Penser au réchauffement

Cas pratique



On doit voir la patte



Ça colle
aux roues,
est-ce bon?

Presque pas de
résidus, moins de
35% après semis

La profondeur

Creuser pour voir la profondeur réelle



Les déchaumeuses disques ou dents



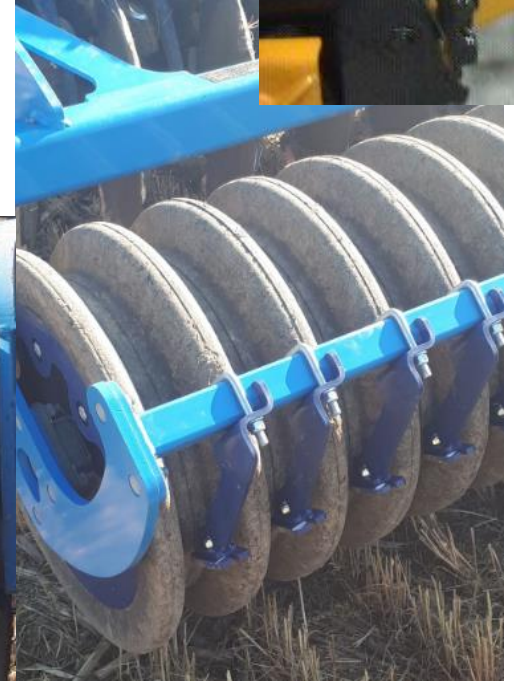
Allez voir les démos aux champs
et apporte ta pelle ou ton couteau



Et toutes les autres

Les rouleaux, as-tu le bon?

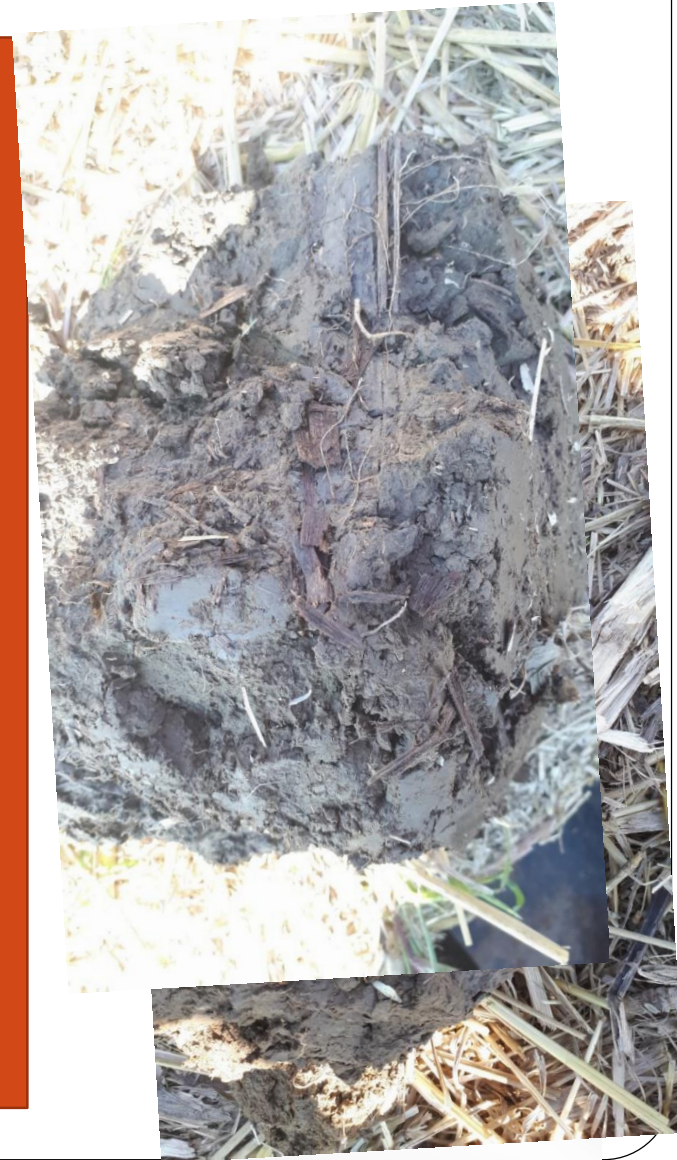
Quel est celui qui est mieux adapté pour ton type de sol?



As-tu vérifié si le sol était prêt pour recevoir ce travail?



Sol très collant, compaction à 12 po structure très dense. Peu de vie dans le sol, est-ce un bon départ de laisser beaucoup de résidus? Résidus de l'an dernier non décomposés en fin d'année.



Choisissez les paramètres appropriés pour le pneu sélectionné.

Changer d'un seul côté

Pneu standard

Modifier des deux côtés

Assistant Pneus

Type de pneu

Roue motrice



Constructeur

Michelin



Modèle de pneu

AgriBib



Dimension (Indice de charge)

520/85R46 (158)

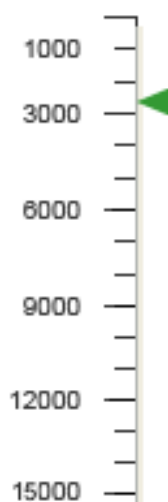


Imprimer la fiche de données



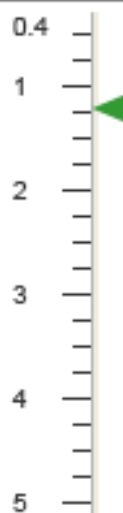
Charge à la roue (vide)

2500 kg



Pression de gonflage

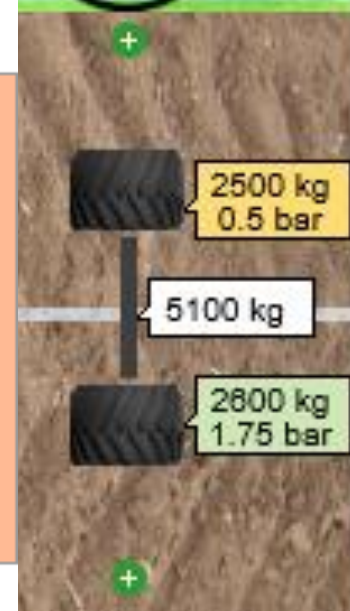
1.20 bar




Vous avez choisi une pression de gonflage élevée par rapport aux recommandations du constructeur pour le roulage au champ. Cela augmente le risque de tassement de l'horizon labouré et diminue en outre la précision des calculs de Terranimo.

Pression de gonflage recommandée (30 km/h):
0.6 bar

Pression de gonflage recommandée:
10 km/h: 0.4 bar, 40 km/h: 0.7 bar,
50 km/h: 0.8 bar



Choisissez les paramètres appropriés pour le pneu sélectionné.

Tracteur 170 CV (15100 kg) 

Changer d'un seul côté

Pneu standard

Modifier des deux côtés

Assistant Pneus

Type de pneu

Roue motrice 

Constructeur

Michelin 

Modèle de pneu

AgriBib 

Dimension (Indice de charge)

18.4R30 (142) 

Imprimer la fiche de données

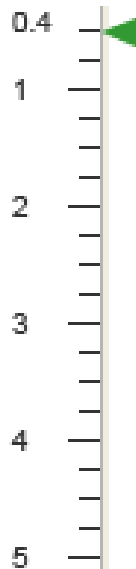
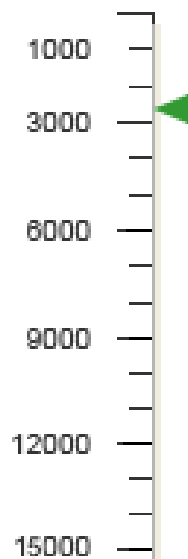


Charge à la roue (vide)

2500 kg

Pression de gonflage

0.50 bar



La pression de gonflage choisie correspond à moins de 70% de celle recommandée par le constructeur, ce qui risque d'endommager le pneu.

Pression de gonflage recommandée (30 km/h): 1.3 bar

Pression de gonflage recommandée:
10 km/h: 0.7 bar, 40 km/h: 1.4 bar,
50 km/h: 1.6 bar



Le sol

3. Texture ?

Choix d'un sol standard

Sol standard

CH9

Assistant texture

Recherche Google Maps

Saisie manuelle de la texture

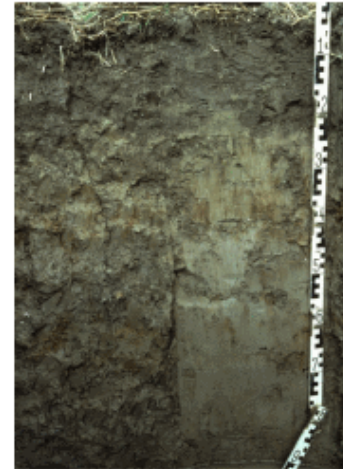
CH9

Type de sol:	Sol brun-Pseudogley, Pseudogley
Séchage:	lent (nappe perchée)
Ausgangsmaterial:	Marne, argiles, molasse
Type de paysage:	Plateaux, crêtes
Profondeur:	modérément profond
Régions caractéristiques:	Jura tabulaire, Plateau, Suisse centrale, vallée du Rhin

Horizon	Limite inférieure [cm]	Argile [%]	Silt [%]	Sable [%]	Matière organique [%]	Densité apparente [g/cm ³]
Ah(g)	30	45	40	15	4.5	1.31
Bgg	150	45	40	15	0	1.46

Afficher les horizons

Afficher les couches du sol



L'humidité

4. Eau du sol ?

Teneur en eau prédéfinie

Humidité

Sec

Saisie manuelle de la teneur en eau

Saisie manuelle du potentiel matriciel

Sec

Potentiel matriciel

Plus que c'est sec

Couche n°	Limite inférieure [cm]	Potentiel matriciel [hPa]
1	10	500
2	20	500
3	30	500
4	40	500
5	50	500
6	60	500
7	70	400
8	80	300
9	90	200
10	100	100



4. Eau du sol ?

Teneur en eau prédéfinie

Humidité

Humide

Saisie manuelle de la teneur en eau

Saisie manuelle du potentiel matriciel

Humide

Couche n°	Limite inférieure [cm]	Potentiel matriciel [hPa]
1	10	100
2	20	100
3	30	100
4	40	100
5	50	100
6	60	90
7	70	80
8	80	70
9	90	60
10	100	50



10hPa = 1cbar

La science

- Équation de continuité (ou équation de bilan de la masse)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{v}) = 0$$

- Équation de bilan de la quantité de mouvement

$$\frac{\partial (\rho \vec{v})}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{v} \otimes \vec{v}) = -\vec{\nabla} p + \vec{\nabla} \cdot \vec{\tau} + \rho \vec{f}$$

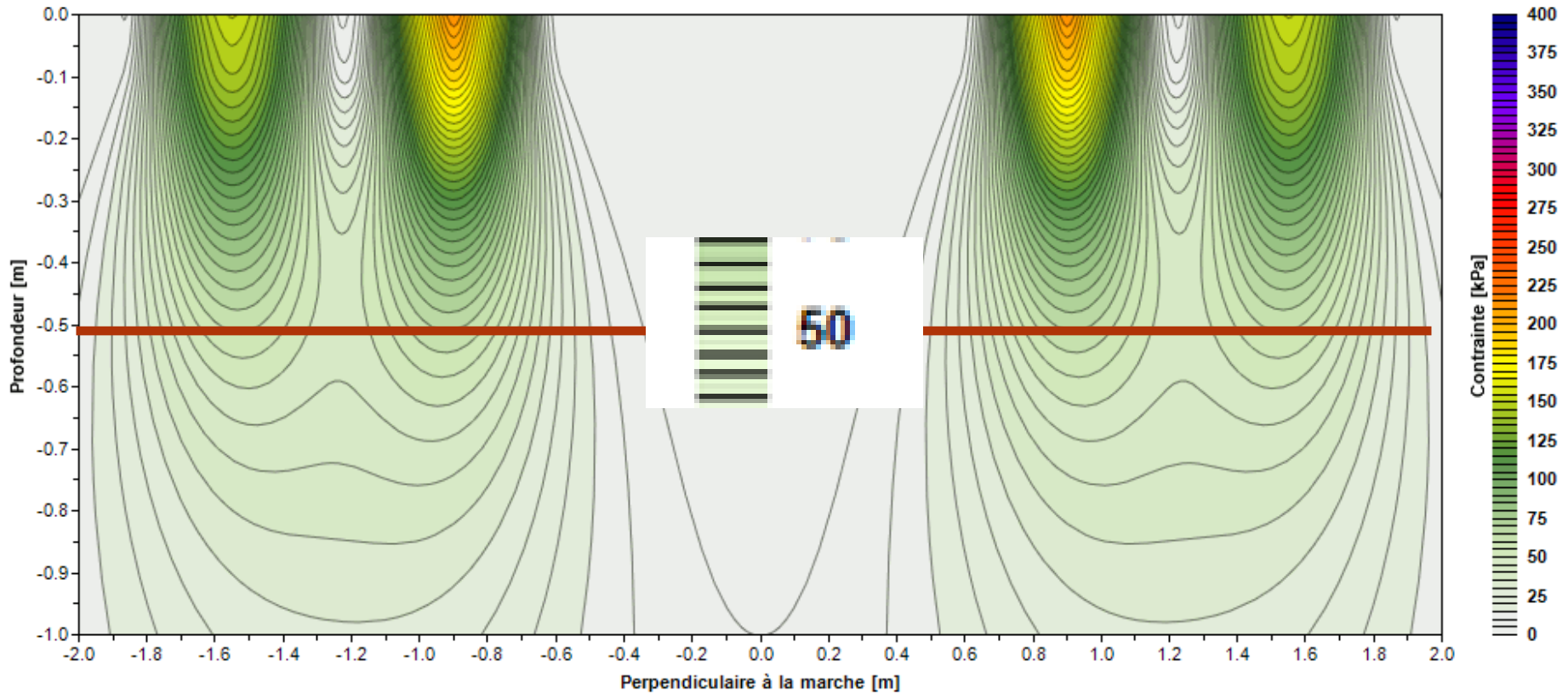
On peut alors utiliser un $\bar{\rho}$ pour les décrire. Dans cette situation, la force hydrostatique sera :

$$g' = g \frac{\rho_1 - \rho_2}{\bar{\rho}}$$

Sec surface humidité profondeur

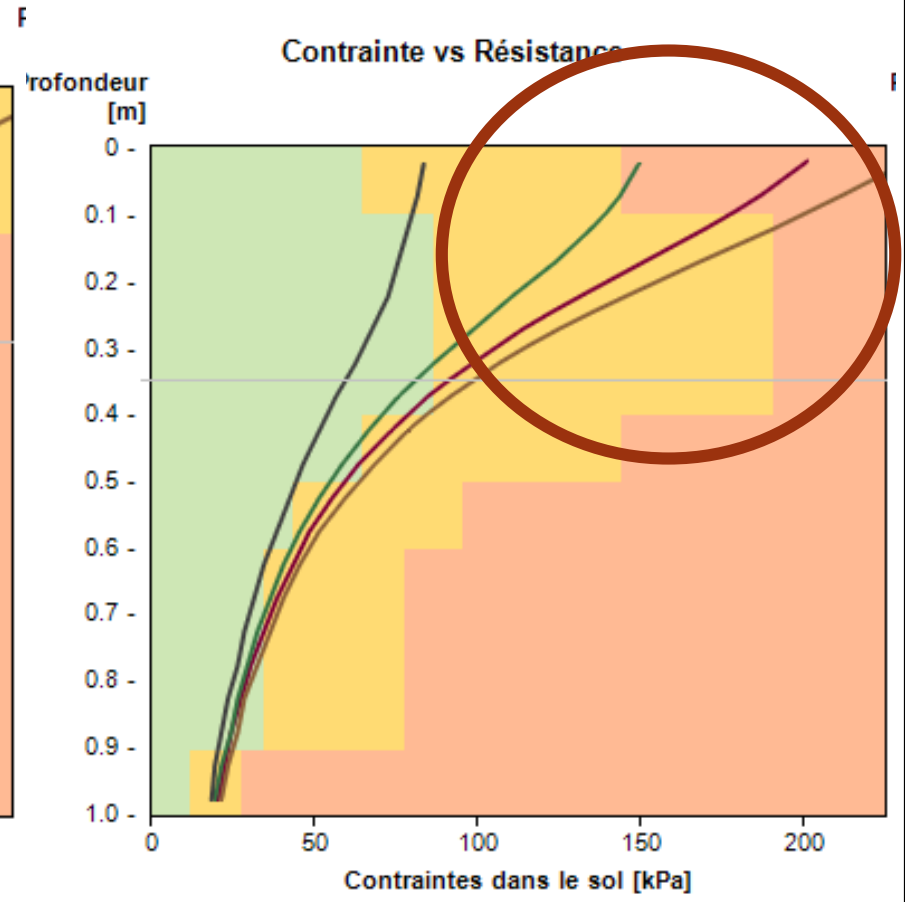
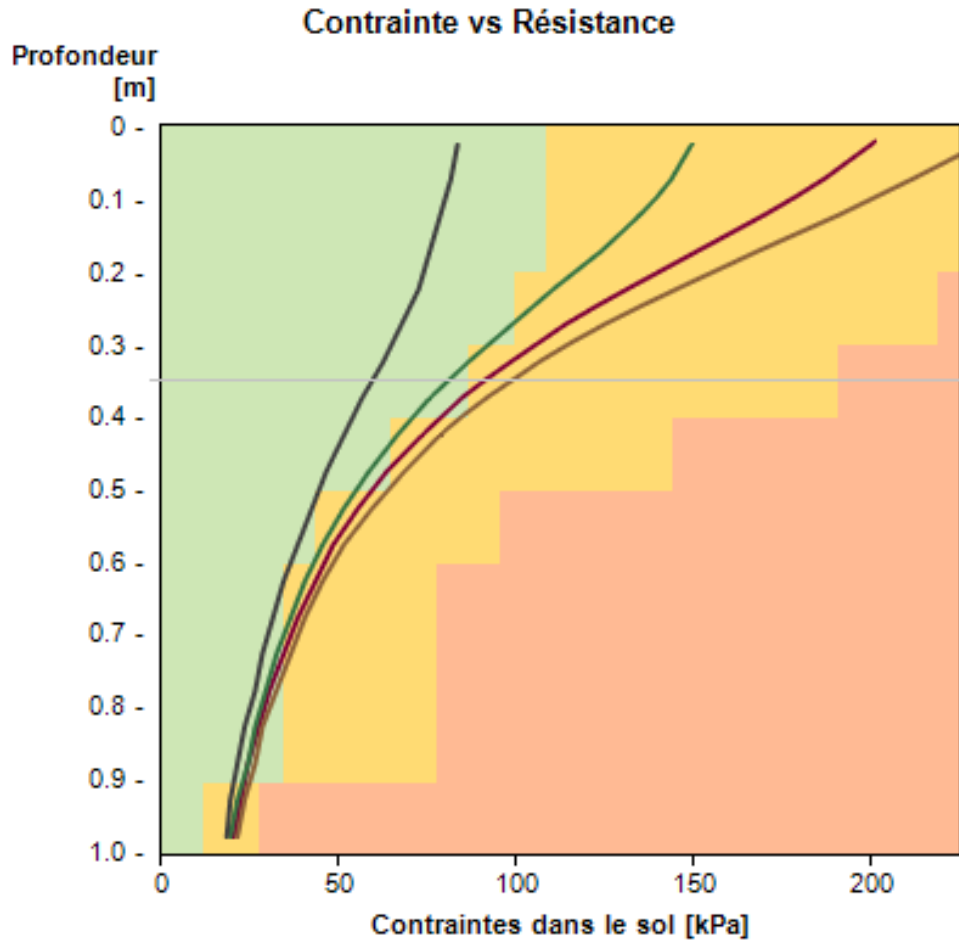
● Essieu arrière

Contraintes dans le sol



Roue avant intérieure gauche		Masquer	Michelin	AgriBib	18.4R30	2500 kg	0.5 bar
Roue avant intérieure droite		Masquer	Michelin	AgriBib	18.4R30	2600 kg	1.75 bar
Roue arrière extérieure gauche		Masquer	Michelin	AgriBib	520/85R46	2500 kg	0.7 bar
Roue arrière intérieure gauche		Masquer	Michelin	AgriBib	520/85R46	2500 kg	1.2 bar
Roue arrière intérieure droite			Michelin	AgriBib	520/85R46	2500 kg	1.2 bar
Roue arrière extérieure droite			Michelin	AgriBib	520/85R46	2500 kg	0.7 bar

Sol redevient humide ou presque



Sec

Humide

Diagramme de décision (valable pour 35 cm de profondeur)

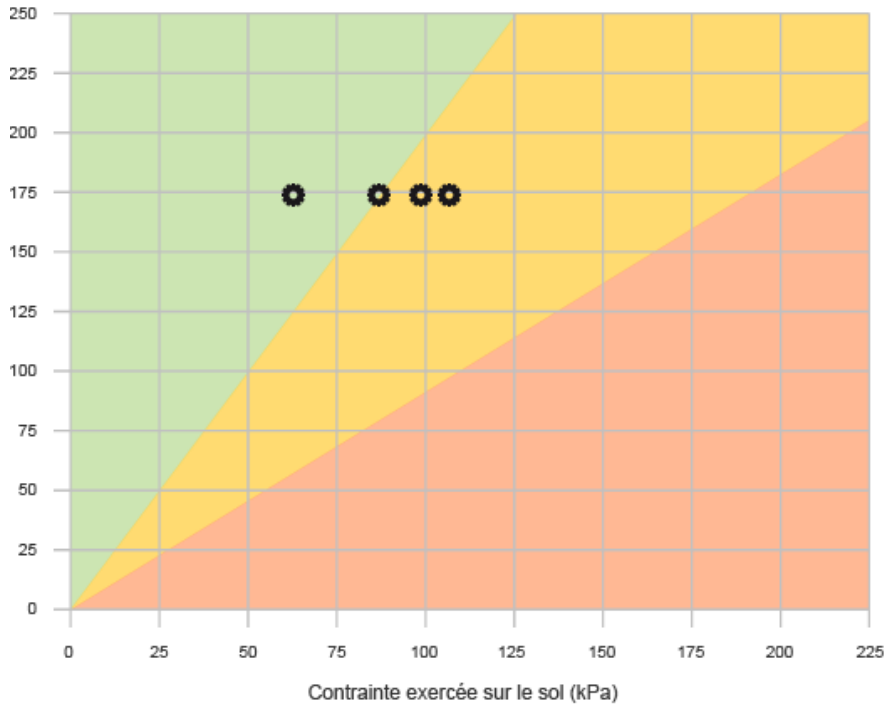
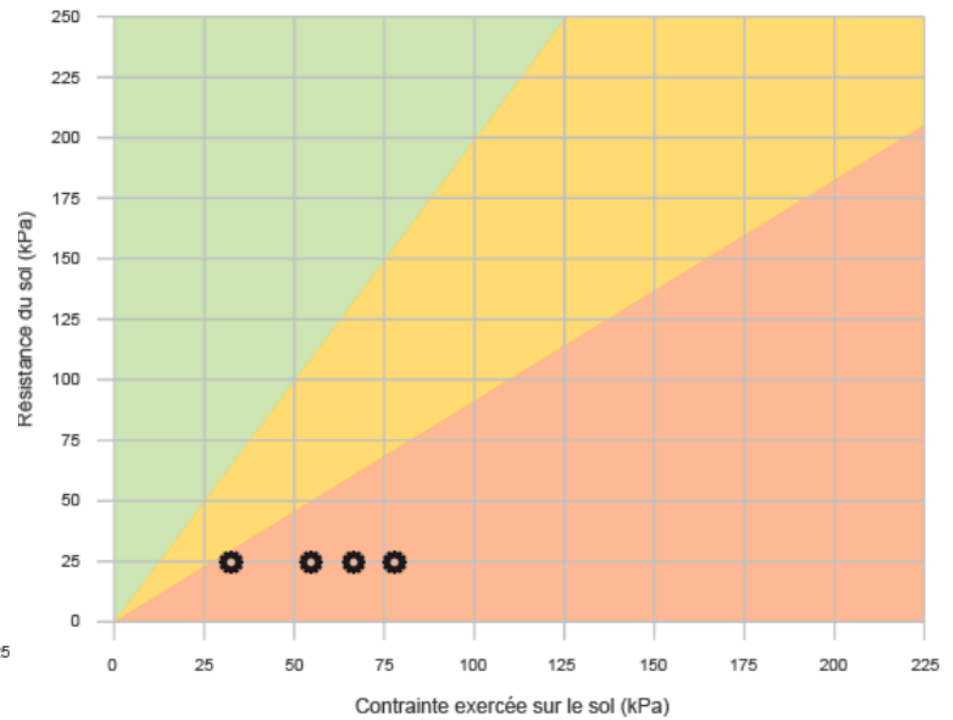


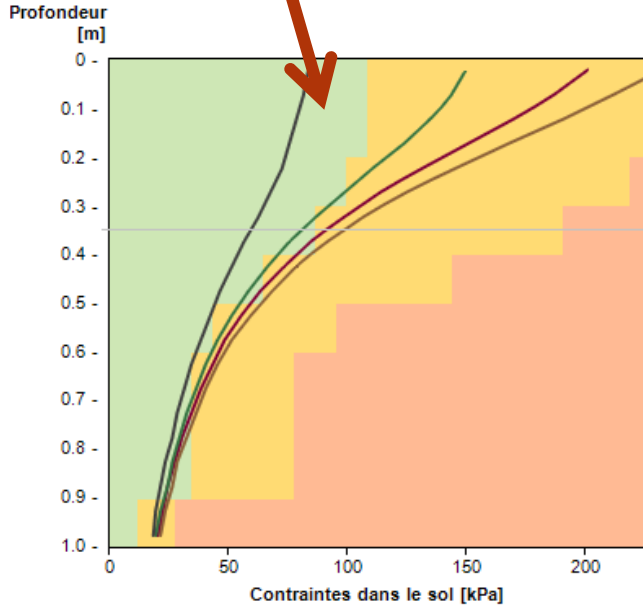
Diagramme de décision (valable pour 35 cm de profondeur)



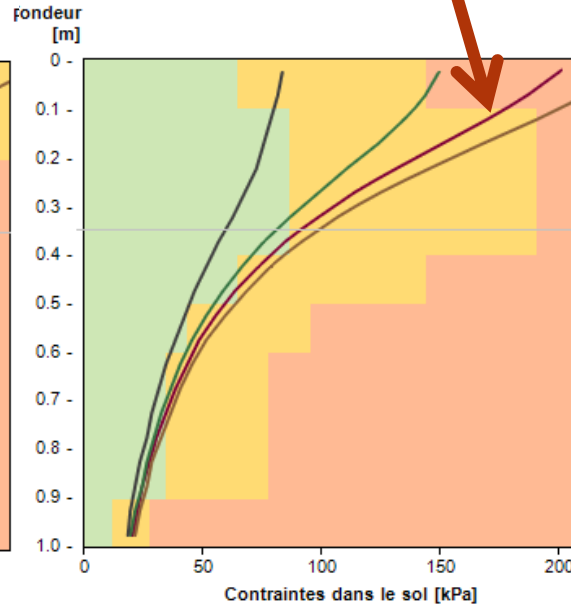
Sol

sec humide surface et profondeur

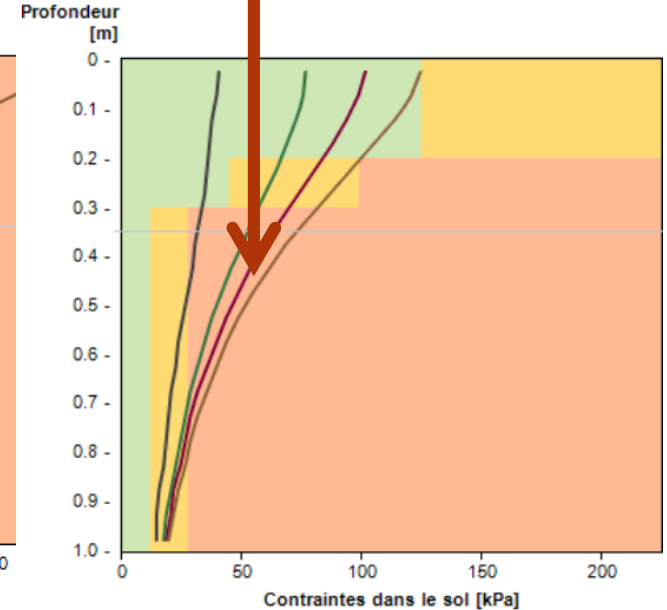
Contrainte vs Résistance



Contrainte vs Résistance



Contrainte vs Résistance



9	90	50	A
10	100	0	10hPa = 1cbar

Diagnostic du sol



Revenons aux outils du travail

Pulvérisateur à disques déportés (offset)

- Profondeur de travail : 15 cm;
- Hachage des tiges de maïs non requis, 50 % résidus, prévoir équipement de reprise;
- Disques unis peuvent créer une couche compacte et sont plus difficiles à faire tourner.
- Disques en forme de bêche sont recommandés (rotobêche) car évitent semelle de compactage;
- 40 % plus rapide labour, 20-45 min./ha.



Conditions de sol

- Recommandable en sols sableux et limoneux;
- Recommandable en sols pierreux;
- Éviter un émiettement excessif qui favorise la battance et le croûtage;
- En sols argileux, attention au lissage et à la formation de semelle de labour.



Québec 



Avantages et inconvénients offset

- Réduction de temps
- Répartition résidus
- Réduction érosion
- Plus de résidus
- Gestion des fumiers
- Semelle de travail
- Agressivité
- Plus de résidus
- Réchauffement du sol
- Monoculture

Herse à disque



Photo Anne Weil

Appareils à disques concaves





As-tu
balancé ton
tracteur?











Turbo-Till







Travail minimum

- Cultivateur à dents rigides ou herse à disques
- Exemple: après céréales, épandre du fumier et incorporation légère avec plante de couverture
- Exemple: hersage après récolte de soya





Travail en bandes

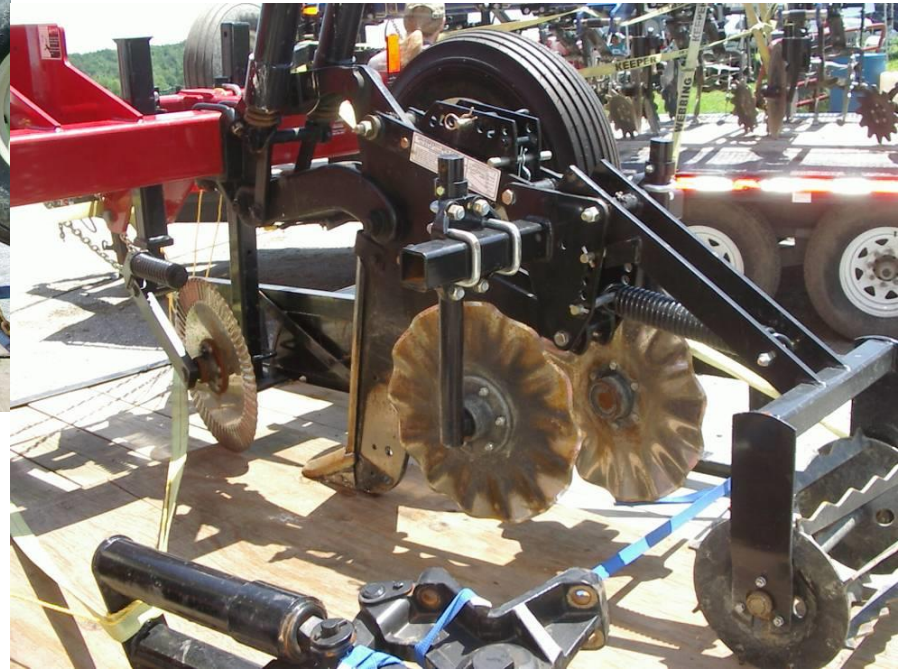








Attention de
ne pas
travailler
Humide







Travail en bandes

- 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;
- Culture en rangs de 76 cm (30 po.) (maïs ensilage);
- Semoir sans modification majeure;
- Attention roues de profondeur et tasse les résidus.

Travail en bande

- Qu'est-ce qu'un appareil de travail en bande?
- Site spécialisé sur le travail en bande (anglophone) :
<http://www.striptillfarmer.com>

Robots



BoniRob

Adaptable multi-purpose robotic platform

▶ Start Video



OUR PICKS LATEST POPULAR

QUARTZ



Parc de machinerie

Conventionnel

- 4 tracteurs
- 1 charrue
- 1 vibro ou cultiv.
- 2 semoirs conv.
- 1 pulvérisateur
- 1 moissonneuse
- 1 hache-tiges
- Optionnel :
 sous-soleuse

Semis direct

- 2 tracteurs
- 1 vieux chisel
- 1 vieux cultivateur
- 2 semoirs à semis direct
- 1 pulvérisateur
- 1 moissonneuse

Conclusion

- Choix en fonction de l'entreprise
- Travail de chaque outil
- Formation, salon, échanges
- Adaptation ou changement d'équipements
- Essais petites superficies
- Rotation; plantes de couverture; regardons le système et pas seulement un élément.
- La santé de vos sols est le cœur de votre système
- Bruno : membre [Caravane Santé des sols](#)

Les choix d'un système de travail du sol

- Stripcat www.twindiamondind.com / www.slyfrance.com
- Galaxy www.blu-jet.com
- Pluribus www.dawnequipment.com
- Reaper www.niftyag.com
- 1tRIPr www.orthman.com
- Soilwarrior www.soilwarrior.com
- Gladiator www.kuhnkrause.com
- Maverick www.yetterco.com
- Nutri-tiller www.caseih.com

Aide

1 866 APPELLE

- Rappelons que les personnes en détresse psychologique ainsi que leur entourage peuvent obtenir du soutien en tout temps en composant le 1 866 APPELLE (277-3553). Info-Social 811 offre également un service de consultation psychosociale accessible en tout temps, dans toutes les régions du Québec.

MERCI!

Creuser un peu, apprendre beaucoup, une caravane près de chez-vous

L'utilisation de marques dans cette présentation ne signifie pas l'approbation de ces marques par l'auteur, ni ne signifie la critique des marques non mentionnées.

