

# Impact des pratiques de conservation sur la qualité des sols et de l'eau

Anne Vanasse, agr., Ph.D.

Université Laval

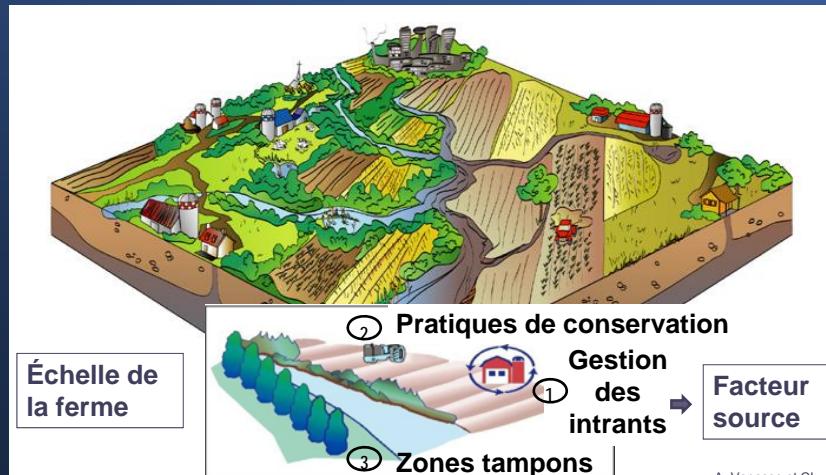


## Plan de conférence

- Pratiques de conservation des sols
- Effets sur:
  - La qualité des sols
  - La réduction de l'érosion
  - Les pertes en P, N et pesticides
- Intégration des pratiques de conservation



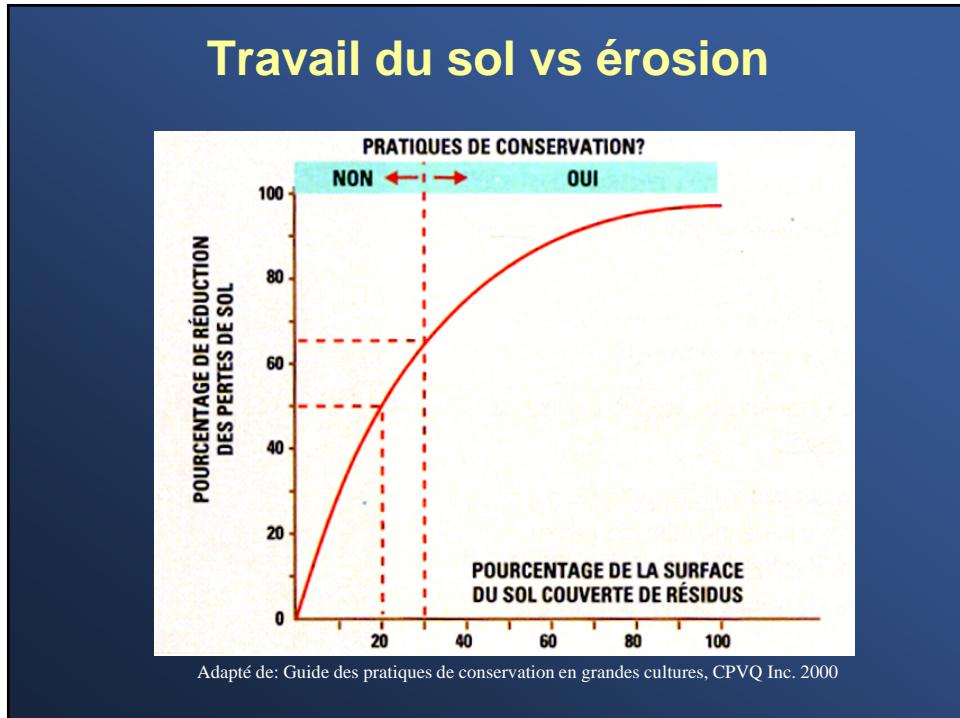
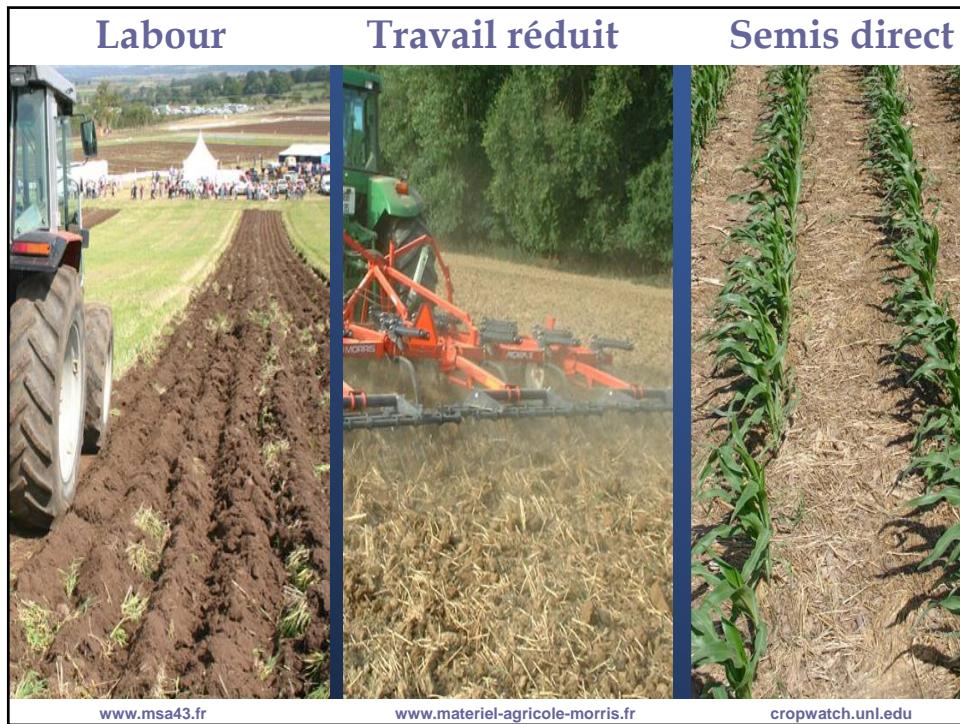
## Pratiques de conservation des sols



A. Vanasse et Cl

## Systèmes de travail du sol

- **Labour**: enfouissement des résidus à l'aide d'une charrue et d'autres outils de travail secondaire du sol
- **Travail réduit**: résidus sont incorporés partiellement par l'outil à l'automne et/ou au printemps
- **Semis direct**: culture principale est implantée directement avec aucune opération de travail du sol depuis la récolte

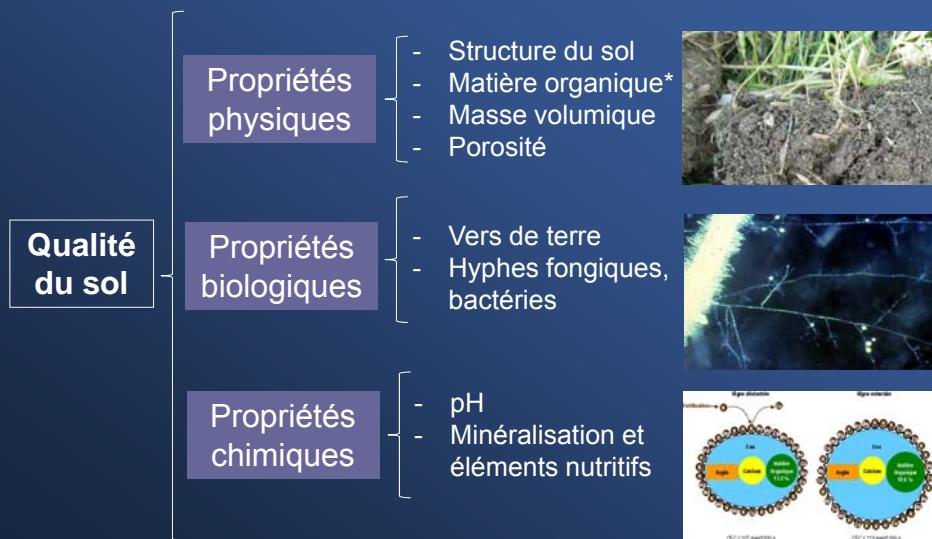


## Pourcentage de résidus laissés en surface

Travail du sol	Outils utilisés	% de résidus		
		Céréales et maïs	Soya	Général
Conventionnel (< 30%)	Charrue	< 10	5	0 - 10
Travail réduit (> 30%)	Chisel	60	20	-
	Disques lourds déportés	30	10	-
	Travail en bandes	-	-	40 - 60
Aucun travail (> 30%)	Semis direct	90	85	-

Adapté de: Laverdière et Thibaudeau (1990), CPVQ (2000), Aletto et al. (2010)

## Effets sur la qualité des sols



\*Plusieurs auteurs considèrent que la MO est l'indicateur le + imp. de la qualité du sol.

## Effets sur les propriétés physiques

- **Travail réduit et SD:** résidus de surface apporte MO en surface et protège agrégats contre pluie battante
- **Régions tempérées:** un seuil de 3,4% MO proposé. Sous ce seuil, problèmes de dégradation (Loveland et Webb, 2003)
- **Expérience (Guelph):** SD avait une moyenne de 15 t/ha de plus de MO vs labour (couche 0-15 cm) (Vyn et Rimbault, 1993)
- **SD laisse 14% plus de CO que le labour en surface mais contenu plus élevé dans strate 20-30 cm pour labour (accumulation à la base de couche de labour)** (Angers et al., 1997; Poirier et al., 2009)



### Contenu en carbone organique du sol selon différentes techniques de travail du sol

Sol	Culture	Profondeur (cm)	Travail de sol	Carbone organique
(g /kg)				
Sable loameux ou loam sableux (Mehdi et al., 1999)	Maïs	0-15	Labour	20,7
			Travail réduit	20,9
			Semis direct	25,7
Loam argileux (Messiga et al., 2011)	Maïs-soya	0-5	Labour	22,0
			Semis direct	26,0
(Mg/ha)				
Loam argileux (Shi et al., 2011)	Maïs	0-10	Labour	25,1
			Travail réduit	32,0
			Semis direct	28,7



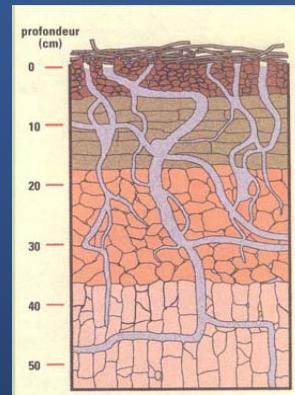
## Effet du travail du sol sur la masse volumique (MV)

Sol	Prof. (cm)	Labour	Travail réduit	Semis direct
(Mg/m <sup>3</sup> )				
Loam limoneux	5-10	1,21 b	1,24 b	1,41 a
(Vyn et Rimbault, 1993)				
Loam argileux	0-5	1,41 a	1,43 a	1,39 a
(Shi et al., 2011)	5-10	1,41 a	1,39 a	1,44 a
	10-20	1,50 a	1,41 a	1,42 a
	20-30	1,66 a	1,60 a	1,65 a

- Effets contradictoires des systèmes selon les études.
- À court et moyen terme, MV + imp. ds SD (pas de travail du sol).
- À long terme, MV peut augmenter dans labour (faible MO et compaction de surface et en profondeur causée par le poids de la machinerie)

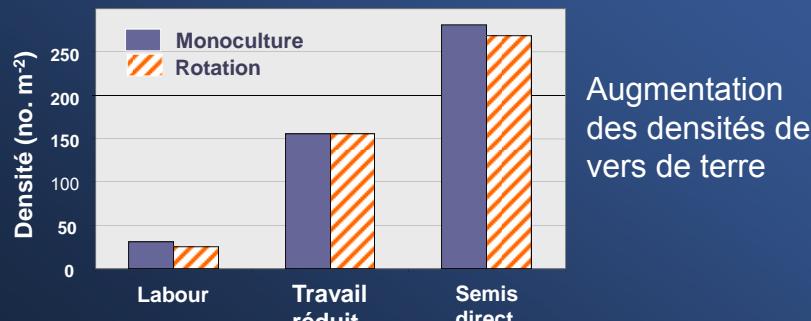
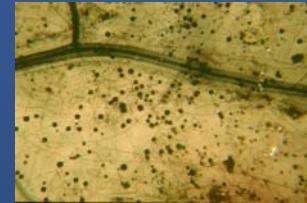
## Effets sur la porosité

- **Pratiques de conservation (SD): amélioration de la macroporosité**
- **Action des vers de terre et racines :**
- **Augmente proportion de bio-canalisations et macropores** (Logan et al., 1991)
- **Améliore taux d'infiltration de l'eau**  
(Pulleman et al., 2005)
- et circulation de l'eau et de l'air dans le sol** (German et al., 1984)



## Effets sur les propriétés biologiques

- Labour réduit la diversité et l'abondance des organismes du sol (hyphes fongiques, vers de terre) (Brady et Well, 2002)
- L'utilisation d'amendements organiques stimule activité microbienne et faunique du sol.



Léger et al., 2006

Augmentation des densités de vers de terre

## Effet des résidus sur la réduction de l'érosion

Résidus	Travail de sol	% de résidus	% de réduction d'érosion vs labour
Maïs	Labour	7	-
	Chisel	35	74
	Semis direct	69	92
Soya	Labour	2	-
	Chisel	7	32
	Semis direct	27	64
Blé	Labour	9	-
	Chisel	29	72
	Semis direct	86	96

MAAAR, 2012

## Effets sur les pertes de sédiments

- **Pertes de sédiment par drainage et ruissellement:**
  - Labour: 899 kg/ha, SD: 390 kg/ha (Gaynor et Findlay, 1995)
  - Drainage contribuait pour 44 à 65% des pertes de sol
  - Écoulement préférentiel des sédiments ds les drains via fentes de retrait (McKeague et al., 1987)
  - Résidus piègent sédiments, diminuent vitesse de ruissellement et mouvement vers drains (Unger, 1990)



## Pertes de phosphore par ruissellement et drainage

- **Formes de P perdues des sols agricoles:**
  - P particulaire: P associé aux particules en suspension (PP)
  - P réactif dissous (PRD)
- **P total: PP + PRD**
- Impact environnemental du PRD + imp. car sous une forme directement disponible pour les plantes aquatiques
- Selon les études:
  - ruissellement responsable de la majorité des pertes
  - sols à texture fine: écoulement préférentiel via fentes de retrait: large part des mouvements de PP et PRD

## Effet du travail du sol sur les pertes en P dans l'eau de ruissellement et de drainage

Travail de sol	PRD	PP	PT
----- kg/ha -----			
Labour	1,0	0,2	1,24
Semis direct	2,1	0,3	2,35
(Gaynor et Findlay, 1995)			
Labour	0,3	2,1	2,4
Semis direct	1,3	1,1	2,4
(Ulen et al., 2010)			

## Pertes en P selon les systèmes

- Revue de littérature sur les pertes de P (Ulen et al., 2010):
  - Diminution du PP en SD (21x sur 24)
  - Augmentation du PRD en SD (15x sur 24)
- SD: PRD forme principale de P pour le lessivage, 80% des pertes totales (Djodjic et al., 2002))
  - ↓
- SD: pertes dues aux macropores (infiltration de l'eau)
- Labour: travail de la couche arable (rugosité), mouvement de l'eau + lent, opportunité pour les  $\text{PO}_4\text{-P}$  d'être sorbés

## Pertes en N selon les systèmes

- **Contamination des eaux de ruissellement et de drainage par les nitrates: critères de potabilité retenu par les municipalités est de 10 mg N/L.**
- **Pertes de nitrates du milieu agricole est plus importante par le drainage que par le ruissellement** (Tan et al., 2002).
- **Le lessivage peut être important dans les sols sableux mais aussi dans les sols argileux avec la présence de fentes de retrait.**
- **Résultats divergents entre les études par rapport aux pertes en nitrates vs systèmes.**



### Pertes et concentration de nitrates dans les eaux selon le travail du sol

Sol	Travail du sol	Pertes (kg/ha)	Concentration (mg/L)	
			Eaux drainage	ruissellement
Loam argileux (Drury et al., 1999)	Labour	23,5	53,4	5,0
	Semis direct	17,0	34,9	13,7
Loam (Patni et al., 1996)	Labour	108,2	25,0	-
	Semis direct	121,8	21,0	-
Loam (Tan et al., 2002)	Labour	63,7	13,5	-
	Semis direct	82,3	11,8	-

Dépassement du critère retenu pour l'eau potable

## Pertes de pesticides

- Couverture de résidus organiques en surface mène à l'augmentation de l'interception-réception des pesticides.
- Diminution possible de disponibilité du pesticide pour la dégradation biologique mais la persistance du pesticide atténuée par l'activité biologique + intense (Aletto et al., 2010)
- Le transfert des pesticides est plus influencé par les conditions initiales du sol et les conditions climatiques que le travail du sol (Gaynor et al., 1995; Masse et al., 1996)
- Propriétés physico-chimiques des herbicides (solubilité à l'eau, coefficient d'adsorption, dégradation): rôle imp. vs qtés transportées.



## Pertes d'herbicides dans les eaux de drainage

Sol	Travail de sol	Pertes (g/ha)		Conc. ( $\mu\text{g/L}$ )	
		Atra.	Mét.	Atra.	Mét.
Loam	Labour	3,71	0,94	10,7	7,0
(Masse et al., 1996)	Semis direct	6,64	1,96	20,6	11,6
	Labour	-	-	13,8	18,0
(Fortin et al., 2002)	Travail réduit	-	-	14,9	19,1

- Différence non significative entre les pertes des ≠ systèmes, la variation des données reliée à l'intensité et la durée des pluies masquait les effets du travail du sol.
- Comportement des pesticides ds le sol sous différents travaux de sol sont variables et très contradictoires (Aletto et al., 2010)

## Intégration des pratiques de conservation

- Les systèmes de travail du sol ne peuvent à eux seuls réduire les pertes dans l'environnement.
- Lessivage et ruissellement:
  - Durant la saison: sols argileux (fentes de retrait) et biopores (SD) conjugués à des cultures qui recouvrent peu les entre-rangs; sols sableux (N)
  - En post-récolte (automne), hiver et printemps (dégel): pertes assez importantes associées aux précipitations et aux sols à nu

## Intégration des pratiques de conservation

### Cultures de couverture (CC):

- En intercalaire avec culture principale
- Implantées en dérobée (post-récolte)
- Réduire l'érosion et recycler N, P et K
- CC non-légumineuse: crucifères (radis, moutarde), graminées (rejet de battage, seigle, raygrass)
- CC légumineuse: trèfles, vesces, pois fourrager



ou mélanges



## Effets des cultures de couverture sur la structure du sol

### Étude sur la stabilité des agrégats:

- Raygrass ou trèfle rouge: intercalaire avec céréale
  - Radis huileux en dérobée après la céréale
- Stabilité des agrégats + élevée suivant les EV vs sans EV
- Au printemps (avant travail du sol): stabilité tendait à être + élevée suivant le radis huileux
- Après travail du sol: stabilité + grande avec raygrass et trèfle rouge
- Stabilité des agrégats a persisté toute la saison suivant le raygrass.

(Dapaah et Vyn, 1998)

## Effets des cultures de couverture sur la dynamique de l'azote

- CC non-légumineuses peuvent prélever en post-récolte entre 20 et 60 N et celles qui persistent durant l'hiver peuvent réduire le lessivage du N entre 40 et 70% par rapport à un sol nu.
- CC de légumineuses peuvent apporter en moy. 80-110 N mais cet azote a un comportement différent du N inorganique des engrais.
  - 10-22% du N récupéré par culture suivante de blé
  - 52-78% du N va au N organique du sol
  - 0,6-3,5% du N va au N inorganique restant dans le sol

(Tonito et al., 2006)

## Conclusion

**Pratiques de conservation des sols (> 30% résidus) :**

- ↑ MO en surface et activité biologique
- ↓ pertes de sol par érosion et PP
- ↑ infiltration de l'eau (biopores) et pertes de PRD (SD)

**Pratiques conventionnelles (Labour):**

- ↑ pertes de sol par érosion et PP

**Constat général:**

- Pertes provenant des sols compactés ou dégradés
- Attention aux fentes de retrait (sols argileux) et lessivage (sols sableux)

## Conclusion

**Pertes de N et pesticides: résultats divergents selon études**

**N (dépassement du critère): il faudra travailler sur le facteur source et transport**

**Intégration des pratiques de conservation du sol avec:**

- Cultures de couverture (intercalaire ou en dérobée)
- Rotation avec cultures telles que le blé d'automne

**Texture, structure du sol (MO et macroporosité) et activité biologique vont fortement conditionner le comportement du N, P et pesticides.**