



Effets d'apports de différents amendements organiques sur les propriétés d'un sol sablo-argileux

BILAN DE 15 ANNÉES D'ESSAIS EN CULTURE LÉGUMIÈRE À LA SERAIL

Présentation tirée des travaux SERAIL 2009 :

- Bilan des 15 années d'essai par Sophie Dragon (MFE AgroCampus Ouest 2009)
- suite au bilan à 10 ans (JF Vian et O Demarle, MFE ISARA 2004)
- Présentation du dispositif expérimental et des amendements
- Étude du statut organique du sol
- Évaluation des propriétés chimiques, biologiques et physiques du sol
- Préconisations

Dispositif expérimental



- Contexte : sol sablo-argileux, caillouteux, sujet à la battance et à l'hydromorphie hivernale, MO initiale : 2,1%, pH initial : 6,6
- Occupation du sol : rotation légumière



Dispositif expérimental

- 5 amendements + 1 témoin sans apport
 - Fumier de bovin
 - Fumier déshydraté
 - Compost de DV
 - Compost d'écorces enrichi (lisier, fumier de volaille)
 - Compost de tourteaux de café enrichi (fumier de mouton)
- 2 doses d'apport :
 - 1 dose visant à apporter l'équivalent en C de 30t/ha de fumier de bovin (« EqC »)
 - 1 dose visant à apporter l'équivalent en humus de 30t/ha de fumier de bovin (calculé via ISB) (« EqH »)
- 2 conduites azotées :
 - Zéro azote (« Zéro N »)
 - Selon besoin culture et disponibilité au sol (« N dispo »)
- *Amendements et engrais apportés chaque année en sortie d'hiver*

Quantités de produits apportées



Apports moyens annuels (t/ha) :

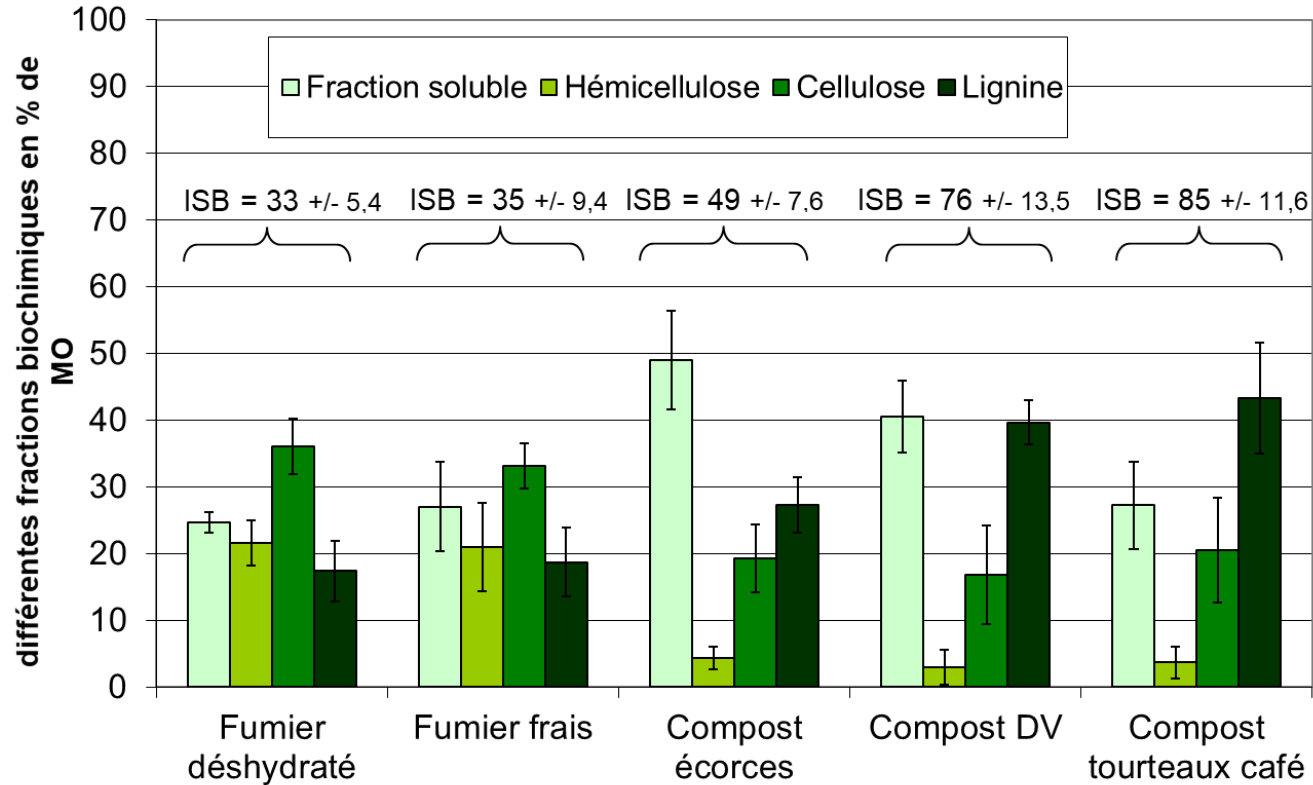
	Dose « EqC »	Dose « EqH »
Fumier frais	28,2	28,2
Fumier déshydraté	7,5	7,8
Compost DV	23,1	14,7
Compost écorces enrichi	25,3	19,1
Compost tourteaux enrichi	10,7	6,2

Apports cumulés sur 15 ans (t/ha) :

	Dose « EqC »	Dose « EqH »
Fumier frais	423,5	423,5
Fumier déshydraté	114,4	115,6
Compost DV	349,0	218,2
Compost écorces enrichi	377,7	285,7
Compost tourteaux enrichi	157,9	89,9

S. Dragon, 2009

Les amendements organiques étudiés



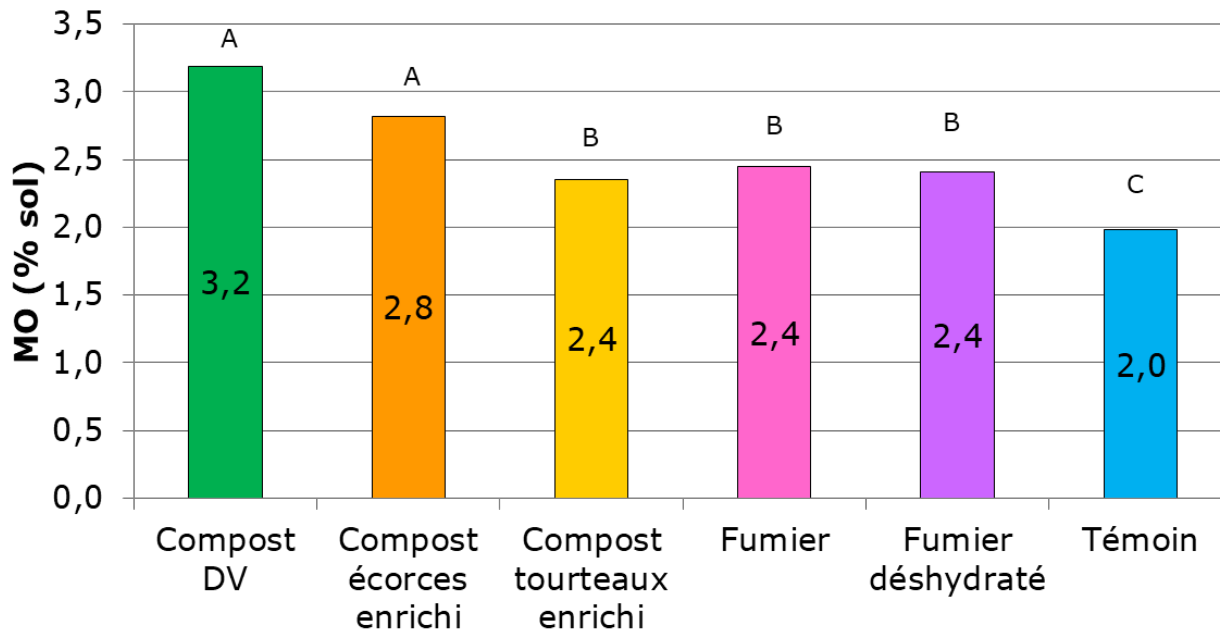
S. Dragon, 2009

1 - Effet sur le **statut organique** du sol

1.1 - Effet sur le taux de MO du sol



% de MO dans les sols au printemps 2009



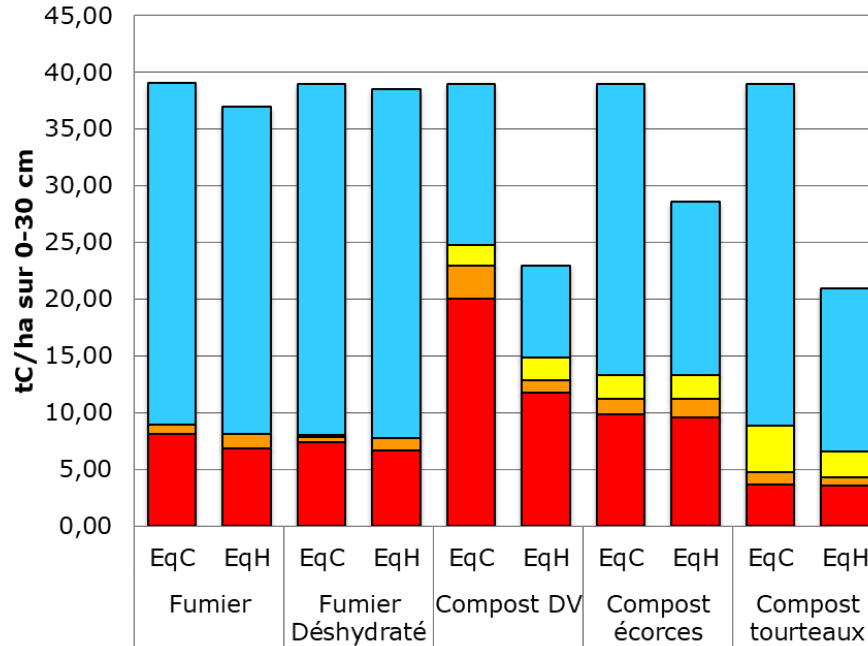
S. Dragon, 2009

Pas de différences statistiquement significatives de teneur en C_{org} du sol pour les différentes doses d'apports

1.2 - Devenir de la MO dans le sol après 15 années d'apports



Apports totaux de MO (en t de C/ha) en 15 ans



■ ce que l'on ne retrouve pas dans le sol (minéralisé, lessivé...)

■ MOPg

■ MOPf

■ MOH

ce que l'on retrouve dans le sol

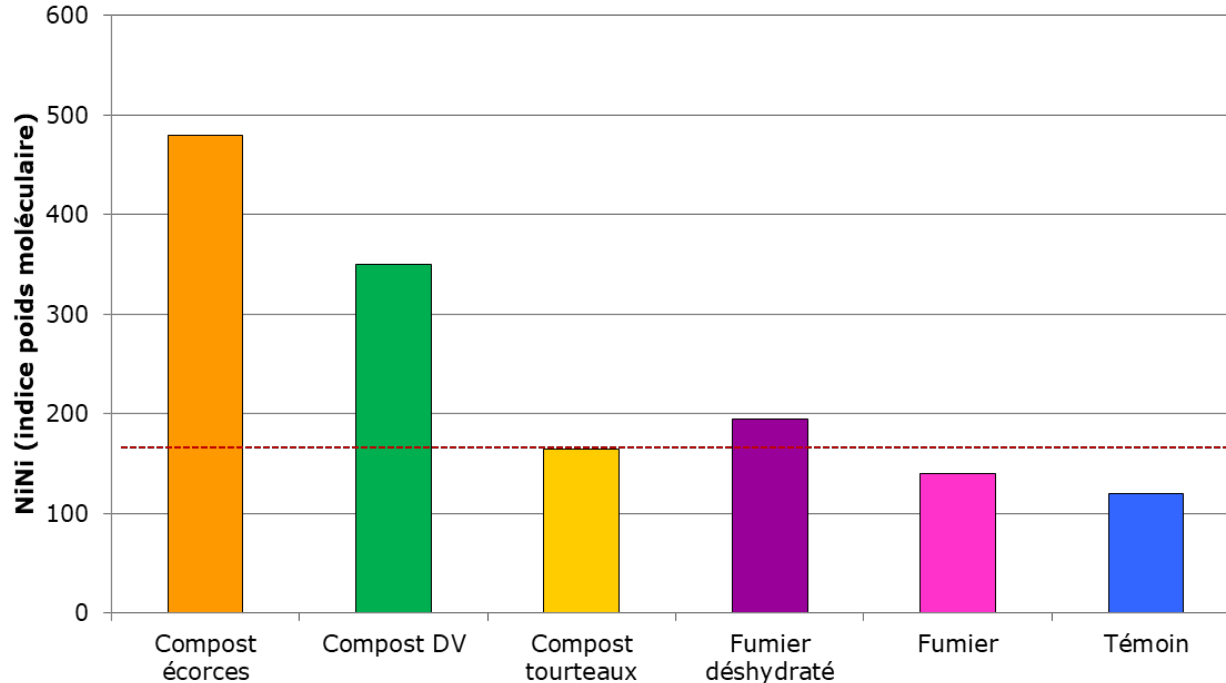
S. Dragon, 2009

MOPg : MO particulières grossières (2000-200 µm)
MOPf : MO particulières fines (200-50 µm)
MOH : MO humifiées (<50 µm)

1.4 - Effet sur le statut organique du sol : analyses AMISOL/HERODY



Fraction NiNi = MO insolubilisée



Avril 2009

S. Dragon, 2009



1 - Effet sur le statut organique du sol

Enseignements pratiques

L'Entretien ou Augmentation du taux de MO d'un sol par apport d'amendement :

→ dépend de la stabilité du produit

⇒ connaître son ISMO

→ plus le produit est stable, plus la part «inactive» de MO augmente

⇒ limiter les doses d'apports de produits stables



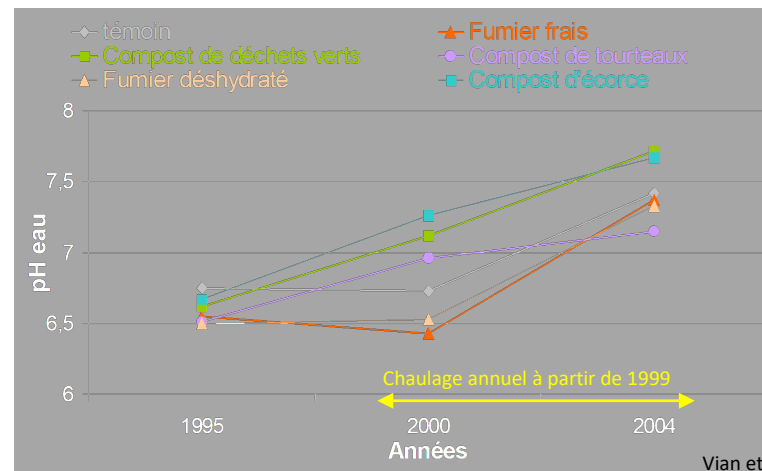
2 - Influence des amendements sur les propriétés chimiques du sol

2.1 - Influence sur le pH et précautions expérimentales



Le pH : indicateur de l'assimilabilité des éléments minéraux du sol par les plantes

- Effet alcalinisant des composts (riches en Ca)
- Effet neutre à acidifiant des fumiers



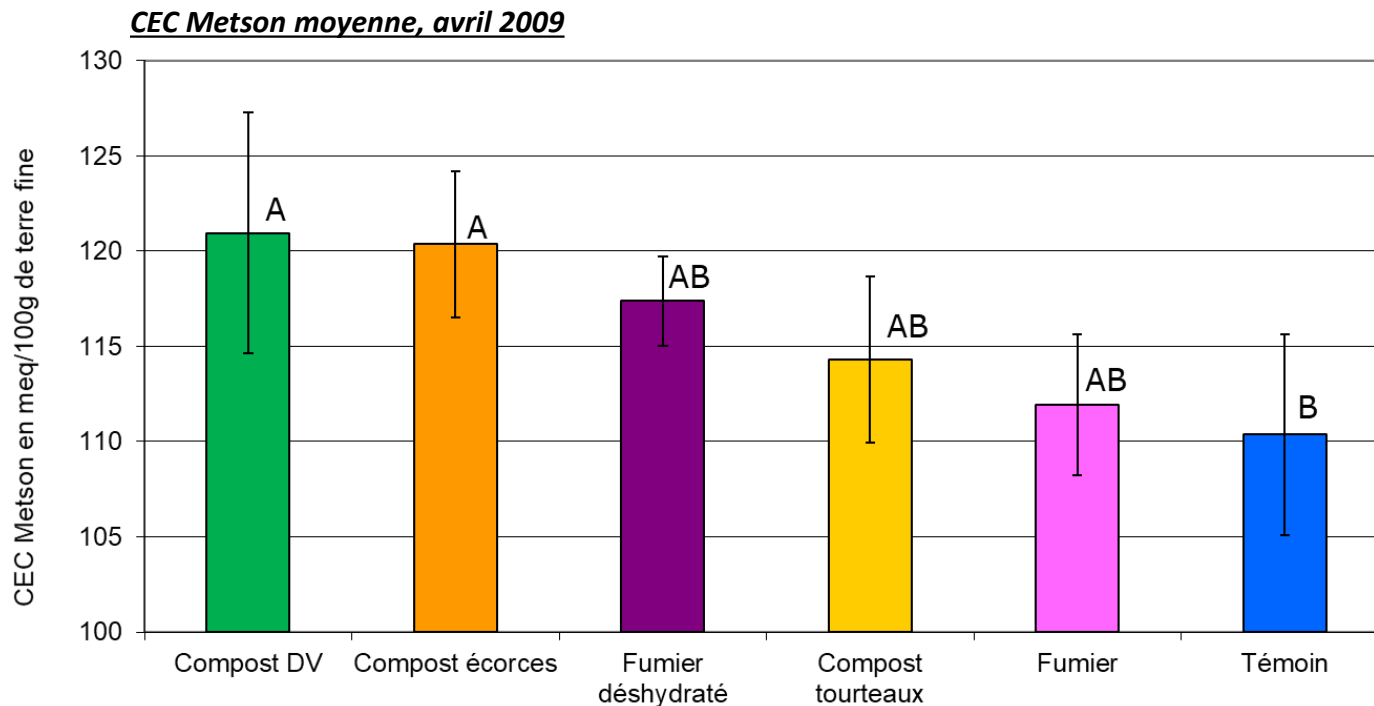
Vian et Demarle, 2004

A partir de 1999 : rééquilibrage du pH des différentes modalités par apports annuels de chaux.

Objectif : interpréter l'influence des amendements sur la CEC et la BM indépendamment de leurs effets sur le pH du sol.

2.2 - Influence sur la CE

La CEC : indicateur du potentiel de rétention et de fourniture des éléments minéraux du sol



S. Dragon, 2009

2 - Influence des amendements sur les propriétés chimiques du sol

Enseignements pratiques

- Effet alcalinisant des AO riche en calcium
- Dans les sols à petite CEC relever le taux de MO augmente la CEC
- Effet azote bénéfique si présence de matières fermentescibles dans le produit
- Risque limité vis à vis des ETM

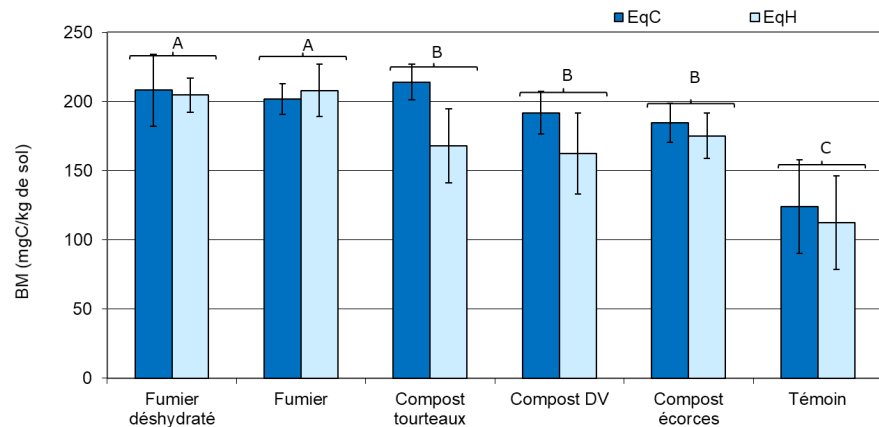


3 - Influence des amendements sur les propriétés biologiques du sol

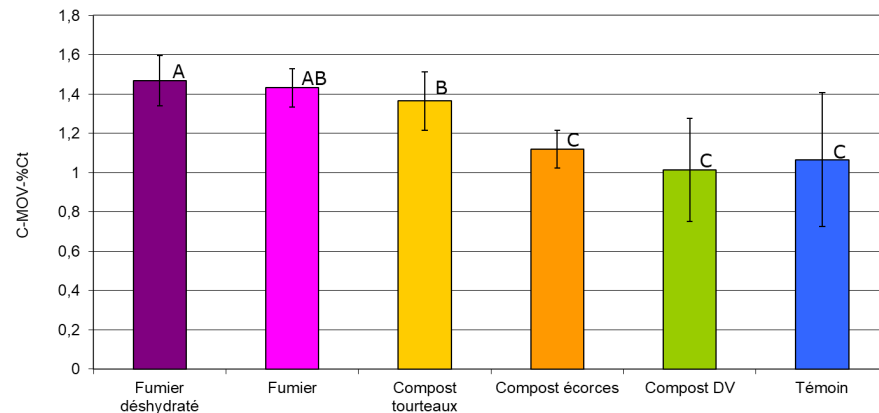
3.1 - Quantité de biomasse microbienne



Biomasse microbienne en mg/kg de sol (avril 2009)



Biomasse microbienne en % de C_{org} total (avril 2009)



S. Dragon, 2009

Effet de la dose d'apport : Plus l'écart entre les 2 quantités d'amendements apportées est élevé (Compost tourteaux > Compost DV > Compost écorces), plus les valeurs de BM générées sont éloignées.

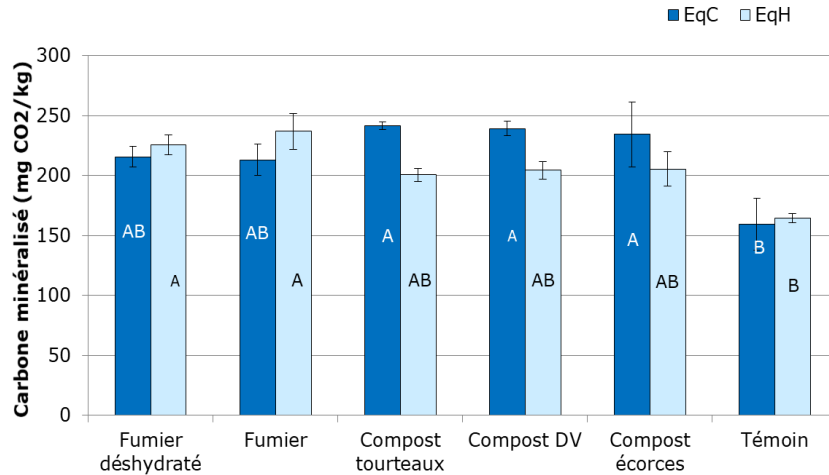
Effet produit : Seuls les fumiers et le compost de tourteaux enrichi augmentent la part de MO sous forme vivante du sol.

3.2 - Activité biologique

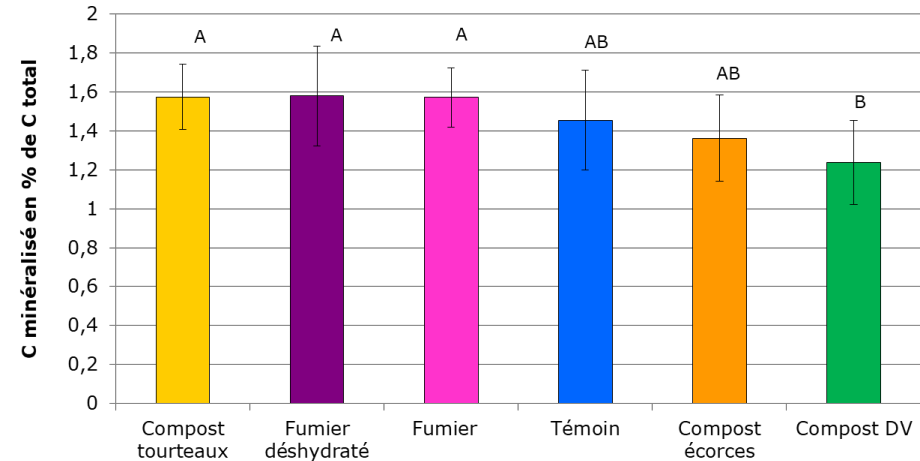


Activité microbienne : Minéralisation du carbone en conditions contrôlées, avril 2009

***C* minéralisé en mg de CO₂ / kg de sol (avril 2009)**



***C* minéralisé en % du C_{org} total du sol (avril 2009)**



S. Dragon, 2009

Effet de la dose d'apport : La minéralisation augmente quand la quantité de carbone apportée augmente.

Effet produit : La minéralisation augmente avec les produits les plus riches en BM



3 - Influence des amendements sur les propriétés biologiques du sol

Enseignements pratiques

Utiliser des produits fermentescibles pour favoriser la minéralisation de la matière organique stockée, source de nutriments pour les cultures,

4 - Influence des amendements sur la structure du sol

4.1 - Influence sur l'état du profil cultural

Profils de sol au printemps (avant apport)... et à l'automne

=> Tendance à une meilleure structure pour les sols amendés : moins de mottes compactées.

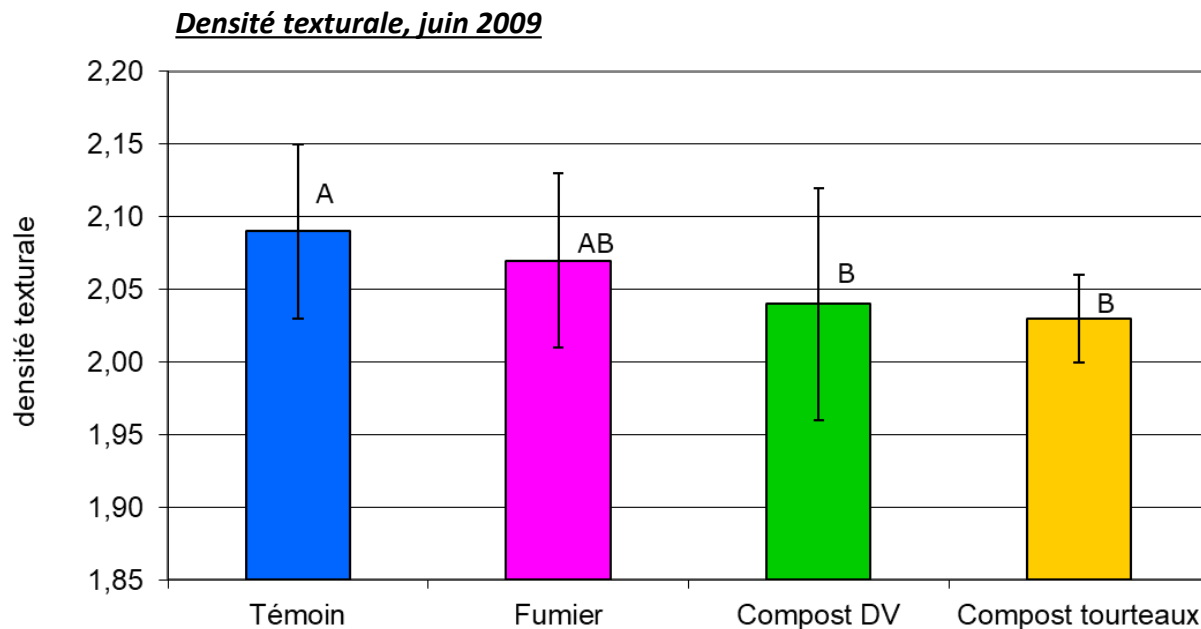
Mais le travail du sol semble atténuer certaines différences potentielles...



4.2 - Influence sur la porosité des agrégats



- ⇒ Mesures à une échelle plus fine : celle de l'agrégat
- ⇒ Mesures de densité texturale (-> porosité texturale)



S. Dragon, 2009

4.3 - Influence sur la forme des carottes

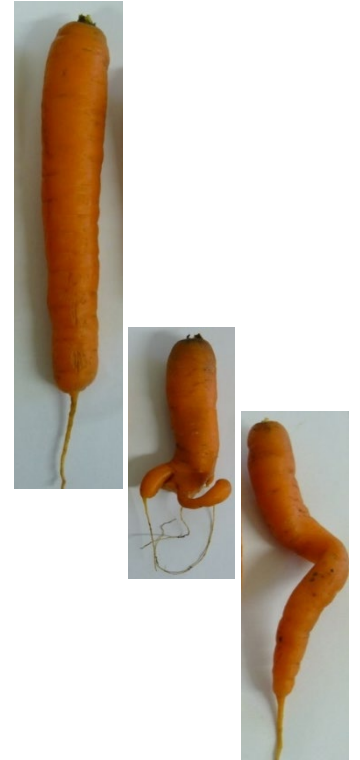


- **Rendement commercial** de la culture de carottes
- **Indice de forme des carottes** (racines cylindriques ou coniques)

⇒ Bons indicateurs de l'état structural du sol

- En 2009 (conditions de travail du sol optimales) : rendements et indices de forme équivalents
- En 1999 (conditions de travail du sol difficiles, sol humide) : rendement commercial d'autant plus important que l'amendement augmentait le taux de MO du sol

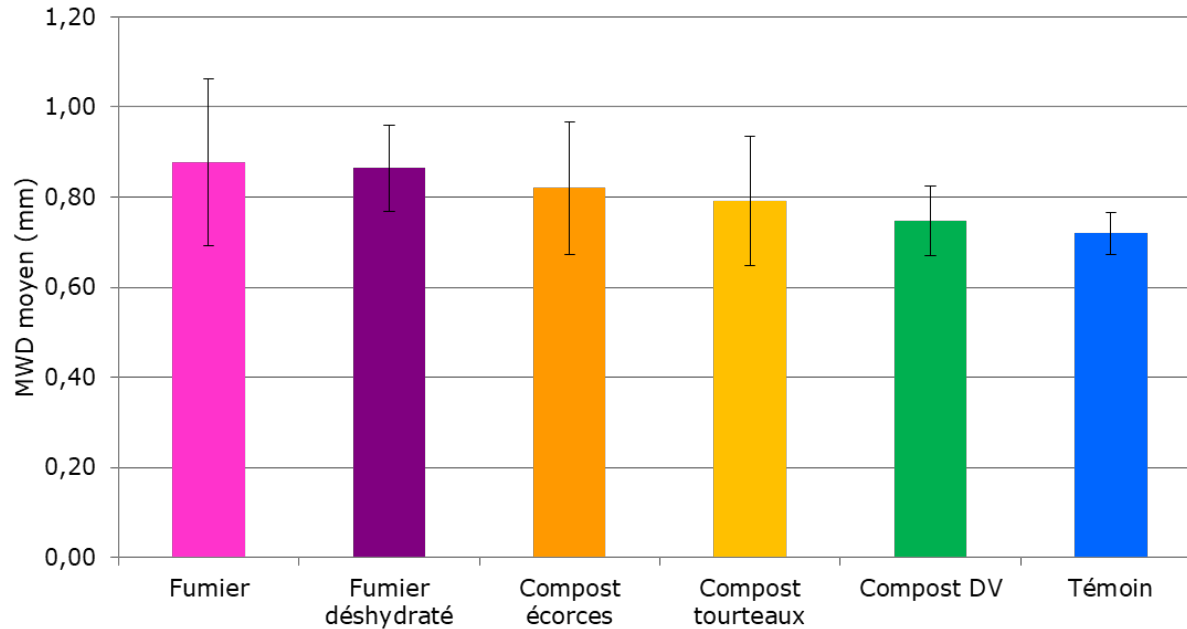
⇒ Influence des amendements sur le rendement commercial perceptible en conditions de travail du sol difficiles



4.4 - Influence sur la Capacité du sol à résister aux contraintes hydriques



Stabilité structurale, avril 2009



S. Dragon, 2009

Rôle de la biomasse microbienne dans la stabilité structurale : corrélation BM – stabilité structurale

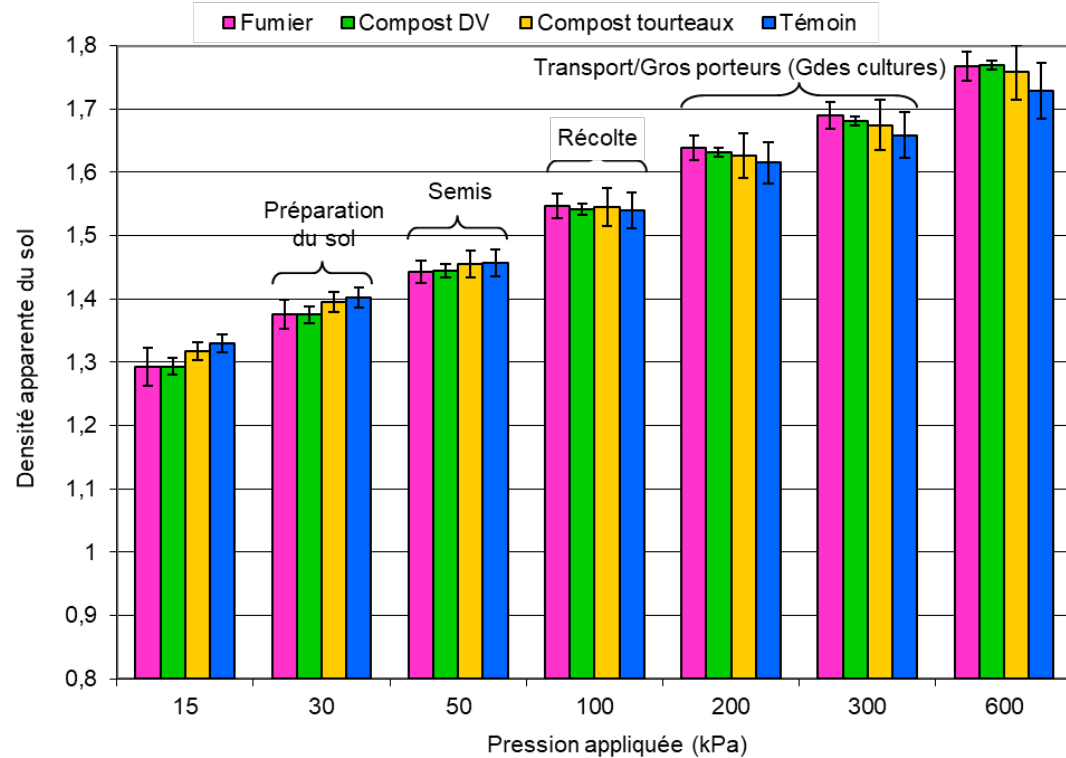
4.5 – Influence sur la capacité du sol à résister aux contraintes mécaniques



Résistance au compactage, juin 2009 (1 mois après apports)

à 20% d'humidité

- Effet positif du Compost de DV et du Fumier
- Hypothèse : Granulométrie élevée des produits favorable à la résistance au compactage



S. Dragon, 2009



4 - Influence des amendements sur la structure du sol

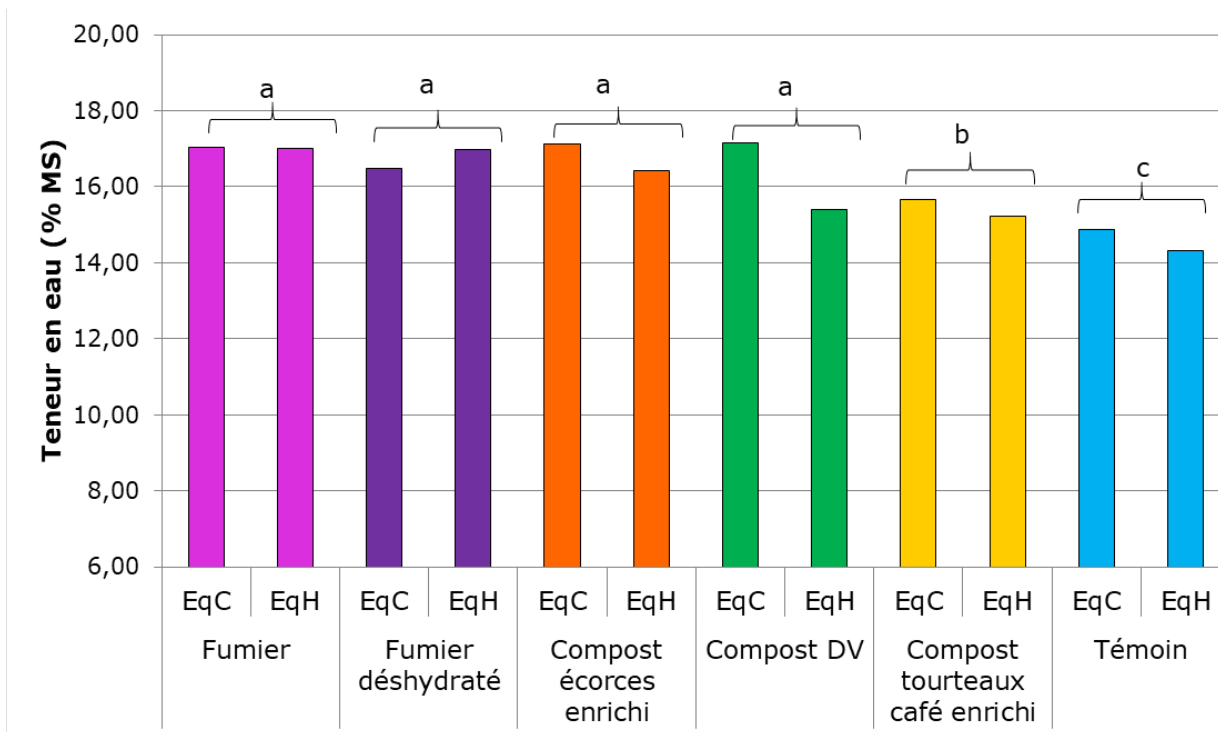
Enseignements pratiques

- Intérêt MO sur résistance aux tassements (modérés) et à la dégradation de la structure lors d'interventions mécaniques en conditions difficiles
- Une forte activité biologique (produits fermentescibles) assure une stabilité structurale transitoire

5 - Capacités de rétention en eau



Teneur en eau à la capacité au champ (pF = 2,5), juin 2009



S. Dragon, 2009

5 - Capacités de rétention en eau

Enseignements pratiques

**L'augmentation de la teneur en MO augmente
la capacité de rétention en eau du sol**

6 - Préconisations

Apports réguliers d'amendements, à raisonner en fonction :

- du type de sol (notamment granulométrie, capacité de fixation de la MO)
- de la teneur initiale en MO du sol
- du système de culture
- des problématiques spécifiques rencontrées

6 - Produits à privilégier selon la problématique



Problématique	Préconisations	Remarques
Sols très pauvres en MO	Augmenter la fréquence des apports de compost de DV ou d'écorces	<i>Attention aux risques d'immobilisation de l'N</i>
Faible activité microbienne	Apports réguliers de fumier ou compost de tourteaux de café	<i>Produits rapidement dégradables</i>
Stabilité structurale (battance, érosion)	Alterner MO dégradable (ex. fumier) chaque année et MO stable (ex. compost de DV) tous les 3 ans	<i>Effet intense mais peu durable du fumier, effet moins marqué mais plus durable du compost</i>
Sensibilité au compactage	Fumier de bovin, compost de DV	<i>Produits à granulométrie élevée</i>
Fertilité chimique (CEC faible)	Compost de DV, d'écorce ou de tourteaux de café	<i>Produits augmentant le pH, la CEC, évent. fourniture N</i>
Réserve utile	Compost de DV, d'écorces ou fumier	
Tendance à l'acidification	Compost de DV, d'écorces, de tourteaux de café	

6 – Préconisations selon type de sol en maraîchage



Choix de produits et doses d'apports (en tonnes/ha)

Années	Produits	Texture grossière		Texture moyenne		Texture fine	
		printemps	automne	printemps	automne	printemps	automne
N	Fumier frais	30 à 45 t		30 t		40 t	
	ou Fumier déshydraté ou Compost fumier très jeune	ou 7 à 10 t ou 20 à 30 t		ou 7 t ou 20 t			
	Compost fumier mûr ou Compost DV		15 à 25 t ou 7 à 18 t		15 t ou 7 t		ou 20 t
	+ incorporation Engrais vert	+		+		+	
N + 1	Fumier frais	30 à 45 t		30 t		40	
	ou Fumier déshydraté ou Compost fumier très jeune	ou 7 à 10 t ou 20 à 30 t		ou 7 t ou 20 t			
	Compost fumier mûr ou Compost DV		15 à 25 t ou 7 à 18 t				ou 20 t
	+ incorporation Engrais vert	+		+		+	
N + 2	Fumier frais	30 à 45 t		30		40 t	
	ou Fumier déshydraté ou Compost fumier très jeune	ou 7 à 10 t ou 20 à 30 t		ou 7 t ou 20 t			
	Compost fumier mûr ou Compost DV		15 à 25 t ou 7 à 18 t				ou 20 t
	+ incorporation Engrais vert	+		+		+	
		Apports printemps + automne, identiques chaque année		Apport annuel de fermentescible, apport tous les 3 ans de stable		Apport annuel soit de fumier frais (print soit de compost mûr (automne))	

Produits complexes avec part de fermentescible (écorce + f volaille, tx café + f mouton, ...) apportés au printemps.
 Engrais vert : source MO fermentescible, stimulateur de l'activité biologique. A incorporer chaque fois que possible



Merci de votre attention ...