



**HAL**  
open science

## Connaître les sols pour mieux valoriser les MOA : cas de la Guadeloupe

Jorge J. Sierra

► **To cite this version:**

Jorge J. Sierra. Connaître les sols pour mieux valoriser les MOA : cas de la Guadeloupe. Atelier de formation sur la valorisation agricole des ressources organiques locales : destiné aux agents du développement agricole, du 3 au 9 décembre 2009, Guadeloupe, 2009, 31 p. hal-02817126

**HAL Id: hal-02817126**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02817126>**

Submitted on 6 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Connaître les sols pour mieux valoriser les apports de MO. Cas de la Guadeloupe

Jorge Sierra

Unité Agropédoclimatique de la zone Caraïbe  
INRA Antilles-Guyane

[jorge.sierra@antilles.inra.fr](mailto:jorge.sierra@antilles.inra.fr)



Atelier sur la Valorisation agricole  
des ressources organiques locales  
Guadeloupe,  
Décembre 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Adresses sur le web

Sur les déchets en général :

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

Sur les déchets en Guadeloupe :

[www.guidedesdechets-gpe.fr](http://www.guidedesdechets-gpe.fr)

[www.verde.fr](http://www.verde.fr)

Pour trouver la bibliographie sur les travaux de l'INRA :

[www.inra.fr/prodinra](http://www.inra.fr/prodinra)

# Rapports INRA

Panon, G. 2001. **Recyclage agricole de la vinasse méthanisée à la Guadeloupe.** Rapport annuel du programme Canne à Sucre. 46 p.

Cabidoche, Y.M; Desfontaines, L.; Palmier, C. 2001. **Analyse de l'intérêt agronomique et des conditions d'innocuité pour les sols des cendres de bagasse produites par la centrale thermique du Moule (Guadeloupe).** Rapport final d'une expertise commandée par la société RCMI. 23 p.

Sierra, J. 2004. **L'épandage agricole des boues de STEP dans le contexte antillais.** Rapport final d'une expertise commandée par la Mission Inter Services de l'Eau Elargie en pôle de compétence (MISEE Martinique). 27 p.

# Plan de la présentation

- 1) Généralités sur les déchets et les sols en Guadeloupe
  - 2) Cendres de bagasse
  - 3) Vinasse méthanisée de distillerie
  - 4) Boues de station d'épuration
  - 5) Composts
  - 6) Relation sol / MO apportée
  - 7) Conclusions
- origine
  - caractéristiques
  - dégradation dans le sol
  - réponse des cultures et des sols
  - situation en Guadeloupe

# Généralités sur les déchets

## Situation générale en Guadeloupe

### 1) Demande

- \* tradition de recyclage
- \* besoin objectif de recyclage, notamment en Basse-Terre

### 2) Offre

- \* diverse et de bonne qualité

### 3) Réglementation

- \* principale contrainte pour certains déchets (p.ex. boues de STEP)

### 4) Subventions

- \* contrainte pour certaines cultures (p.ex. maraîchères et vivrières)

### 5) Suivi du sol

- \* ?

# Généralités sur les déchets

## Comparaison déchet ou compost vs. engrais minéral

	déchet ou compost	engrais (NPK)
quantité	tonnes / ha	kg / ha
libération des nutriments	* instantanée (cendres) * progressive	instantanée
hétérogénéité	dépend du déchet	homogène
ETM (métaux)	très faible	?
risque sanitaire	faible	pas de risque
risque environnem.	faible	faible à forte
contraintes réglem.	fortes	faibles
apport MO	effet positif	effet faible ou nul
apport micronutriments		
hygiénisation		
effet microflore sol		
effet sur pH sol	amendement calcique	acidification

# Généralités sur les déchets

## Détermination de la dose à appliquer

- 1) **Seuil réglementaire d'apport**  
p.ex. tous déchets, p.ex. boues de STEP 10 tonnes MS / ha / 10 ans
- 2) **Existence d'une subvention**  
p.ex. compost en Guadeloupe 15 tonnes MF / ha / 4 ans
- 3) **Besoins des cultures et/ou des sols**  
➔ travail de l'agronome

# Généralités sur les sols

## Ferrallitiques

Acidité (toxicité Al)

Pauvre fertilité chimique

MO: quantité variable  
qualité récalcitrante

Fixation P

Lessivage NO<sub>3</sub>

Bonne perméabilité

Bonne structuration

Faible activité biologique

## Vertisols

Alcalinité

Bonne fertilité chimique

MO: quantité moyenne à élevée  
qualité variable

Fixation P & Fe

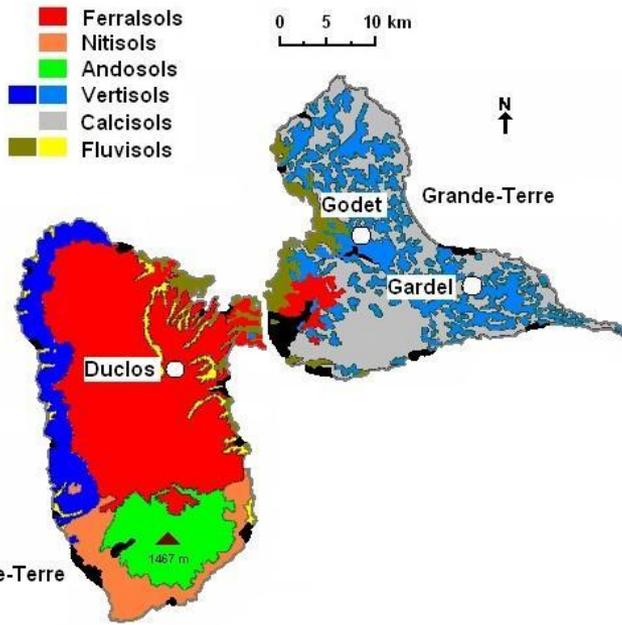
Faible lessivage NO<sub>3</sub>

Volatilisation NH<sub>3</sub>

Faible perméabilité

Forte structuration

Bonne activité biologique



# Cendres de bagasse

Travaux de Y.M. Cabidoche et collaborateurs (INRA-APC)



## Origine

produit issu de la combustion à 1400°C de la bagasse

bagasse : résidu solide des tiges de canne à sucre après les pressages et dilacérations successifs lors de l'extraction du sucre

# Cendres de bagasse

Caractéristiques : VF (Valeur Fertilisante)

- engrais K
- amendement calcique

**Dose 7.5 t/ha/an**

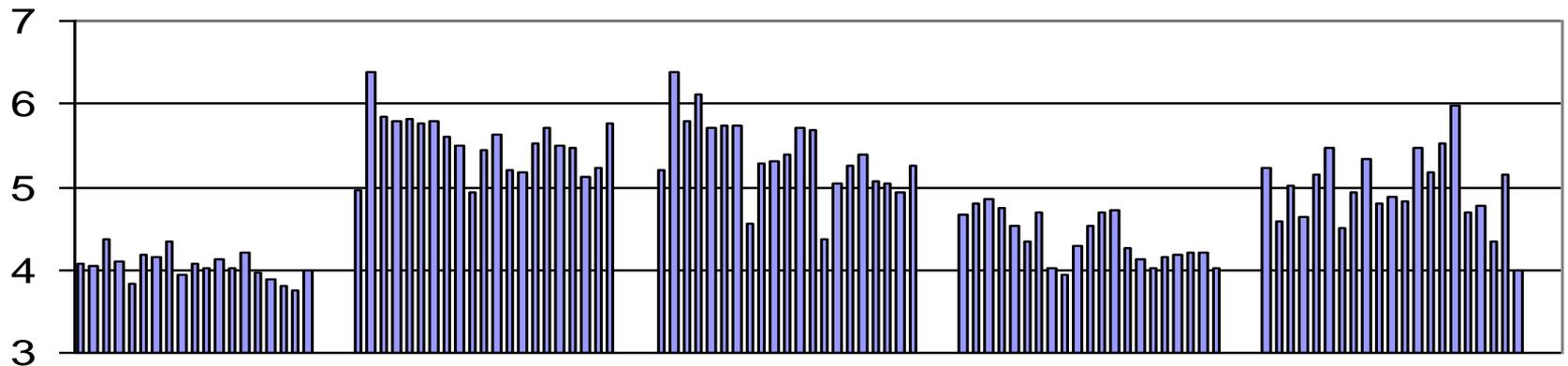
**C 0 kg**  
**N 0 kg**  
**P 15 kg**  
**K 225 kg**  
**Ca 350 kg**

Elément	Unité	Teneur	Limite
pH		11.5	
Ca	g/kg	45	
K	g/kg	30	
P	g/kg	2	
Na	g/kg	0.9	
Zn	mg/kg	159	250
Cr	mg/kg	40	50
Ni	mg/kg	10	50
Pb	mg/kg	8	50
As	mg/kg	3	5
Cd	mg/kg	0.2	25
Hg	mg/kg	0.03	5

# Cendres de bagasse

## Réponse du sol : amendement calcique

Figure 5 : pH KCl quatre mois après l'incorporation  
(couche 0-20 cm)



Témoign

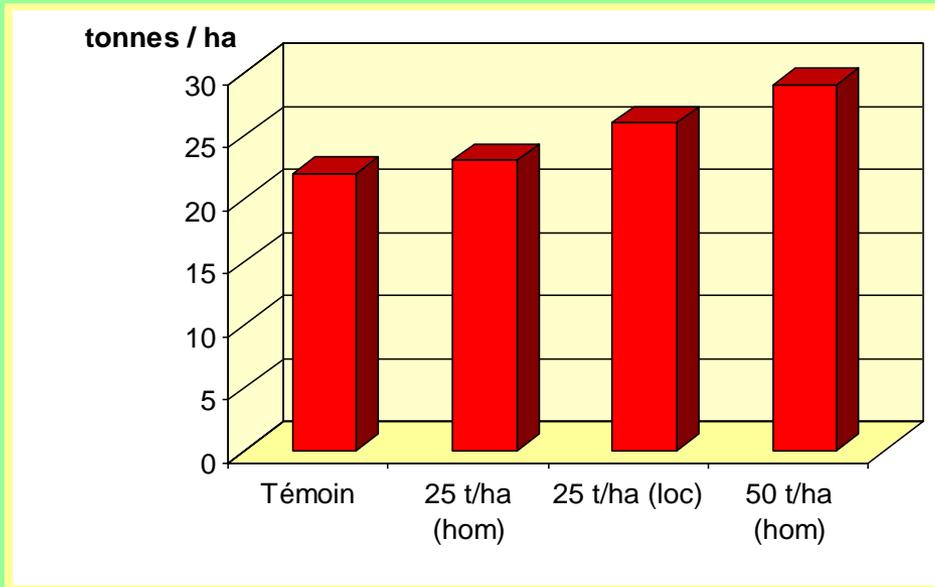
50 t/ha hom.

25 t/ha loc.

25 t/ha hom.

# Cendres de bagasse

## Réponse des cultures : igname et maïs



- \* bonne réponse
- \* effet résiduel



maïs 2 ans après



# Cendres de bagasse

## Situation en Guadeloupe

- \* culture principale : banane (Basse-Terre)
- \* transport assuré par le gestionnaire
- \* précaution 1 : produit caustique (vêtements, etc.)
- \* précaution 2 : ne pas dépasser la dose conseillée
- \* ne pas confondre avec les cendres de charbon !

# Vinasse méthanisée de distillerie

Travaux de G. Panon et collaborateurs (INRA-URTPV)



Vinasse



Méthaniseur

## Origine

résidu liquide issu de la méthanisation des vinasses de mélasse

# Vinasse méthanisée de distillerie

Caractéristiques : VF

- engrais K
- épuration sol

Dose 30 m<sup>3</sup> / ha

N 30 kg

P 2 kg

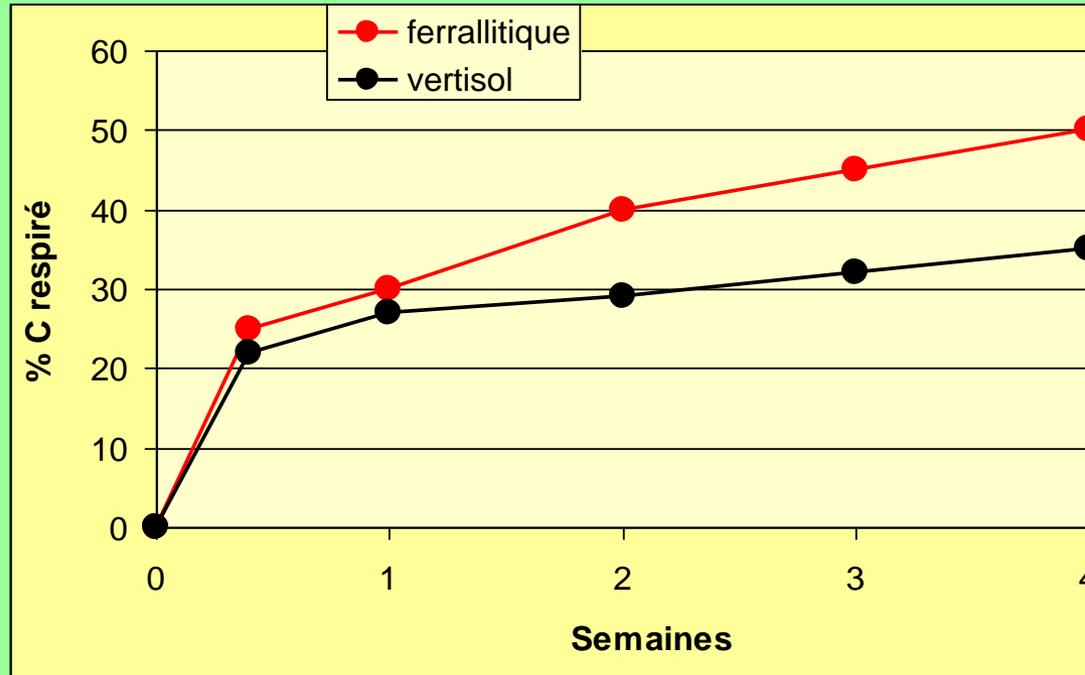
K 200 kg

Analyse des  
micro-polluants organiques  
et  
bactériologique :  
OK !

Elément	Unité	Teneur	Limite
pH		7	
MO	g/L	23	
N	g/L	1	
C	g/L	13	
K	g/L	7	
P	mg/L	80	
Cu	mg/kg MS	9	1000
Zn	mg/kg MS	9.8	3000
Cr	mg/kg MS	1.7	1000
Ni	mg/kg MS	<1.1	200
Pb	mg/kg MS	3.3	800
Cd	mg/kg MS	<0.02	10
Hg	mg/kg MS	<0.002	10

# Vinasse méthanisée de distillerie

## Dégradation



- dégradation relativement rapide
- pouvoir épurateur majeur en sol ferrallitique
- apport MO majeur en vertisol ??

# Vinasse méthanisée de distillerie

## Réponse des cultures et situation en Guadeloupe

- \* culture principale : canne
- \* bonne réponse, élimination d'engrais (K)
- \* utilisée dans le voisinage de distilleries
- \* épandage assuré par le gestionnaire
- \* précaution : ne pas dépasser la dose conseillée

# Boues de STEP

Travaux de M. Clairon & J. Sierra (INRA-APC)



## Origine

Les boues d'épuration **urbaines** sont les principaux déchets produits par une station d'épuration à partir des eaux usées.

Ces sédiments résiduels sont surtout constitués de bactéries mortes et de matière organique minéralisée.

# Boues de STEP

## Caractéristiques : VF

pH	7.0	Phosphore total (P)	1.6%
Carbone organique (C)	36 %	Potassium total (K)	0.3%
Azote organique (N)	6%	Calcium total (Ca)	5%
C/N	6	Magnésium total (Mg)	1.5%
N - NH <sub>4</sub>	3 g / kg		

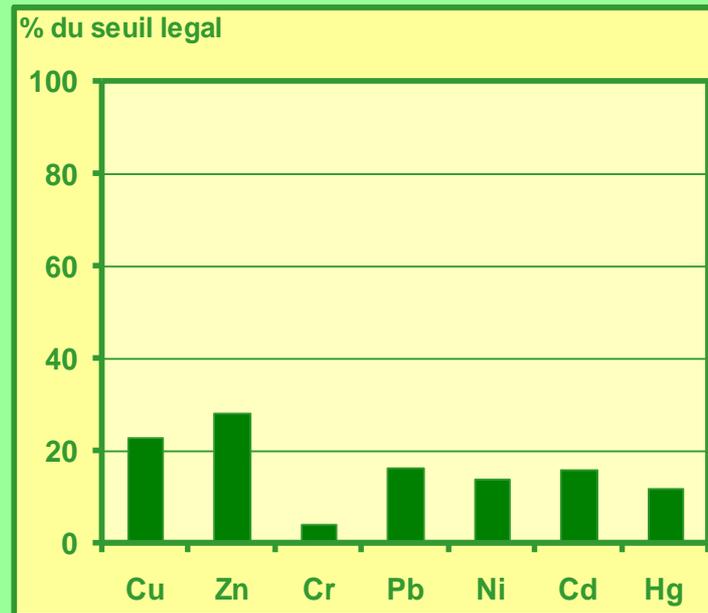
- engrais organique N, P
- + Ca

**Dose 3 tonnes MS/ha**

**N 200 kg**  
**P 50 kg**  
**K 10 kg**

# Boues de STEP

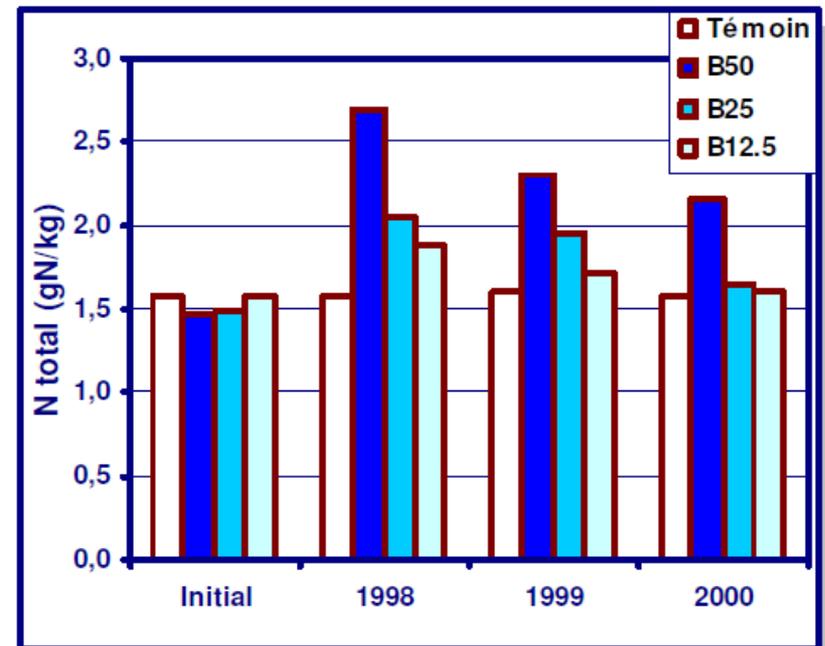
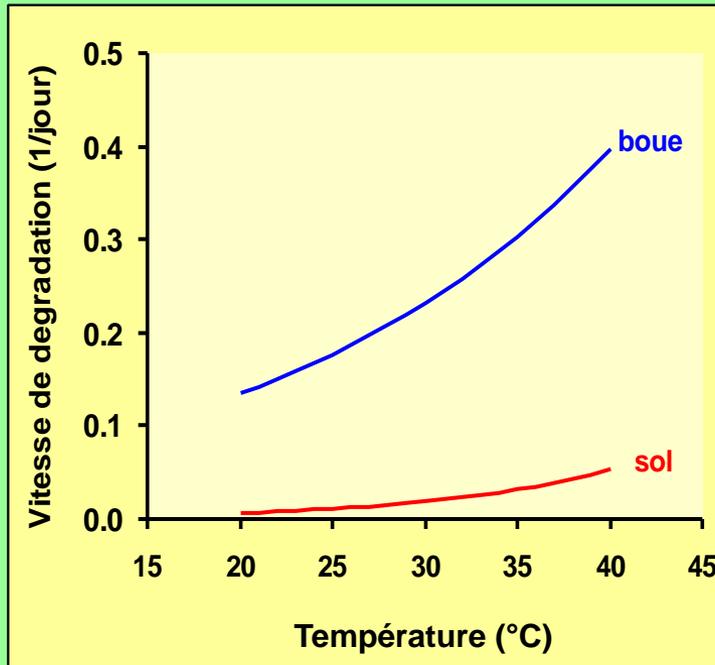
## Caractéristiques : éléments traces métalliques (ETM)



• excellente qualité

# Boues de STEP

## Dégradation



- dégradation très rapide
- très bon engrais organique
- pas d'effet durable sur la MO

# Boues de STEP

## Réponse des cultures et situation en Guadeloupe

- \* bonne qualité mais beaucoup des contraintes réglementaires
- \* pas de plan d'épandage validé
- \* très utilisé : cultures maraîchères, igname, ...
- \* ... de moins en moins chez la banane et la canne
- \* problème : pas de suivi chez l'agriculteur
- \* précautions liées à l'hygiène
- \* solution : hygiénisation et notamment compostage



# Composts

Travaux de J. Sierra et collaborateurs (INRA-APC)



## Origine

Le compost est issu d'un procédé biologique de conversion des matières organiques en un produit stabilisé, hygiénique et riche en composés humiques.

# Composts

## Déchets principaux utilisés en Guadeloupe pour le compostage :

- \* déchets verts
- \* boues de STEP
- \* fientes de poule
- \* bagasse
- \* écumes de sucrerie



**écume :**  
résidu de filtration de  
la boue issue de la  
décantation du jus de  
canne chaulé.

# Composts

## Caractéristiques : VF

**Dose 15 t MF/ha**

**N 75 kg**  
**P 25 kg**  
**K 35 kg**

**+ MO**

**+ mycorhizes (?)**

## Compost à base de bagasse + écumes

Analyse	Résultat sur le brut	Méthode d'Analyse
Masse Volumique compactée .....	<b>0.45</b> Kg/l	NF EN 13049
Azote Ammoniacal soluble dans l'eau (N-NH4) .....	<b>&lt; 20</b> mg/l	NF EN 13652 (Extr. eau 1/5 + colorimétrie)
Azote Ammoniacal soluble dans l'eau (N-NH4) .....	<b>&lt; 0.04</b> g/oo P/P	NF EN 13652 (Extr. eau 1/5 + colorimétrie)
Azote Nitrique soluble dans l'eau (N-NO3) .....	<b>&lt; 15</b> mg/l	NF EN 13652 (Extr. eau 1/5 + colorimétrie)
Azote Nitrique soluble dans l'eau (N-NO3) .....	<b>&lt; 0.03</b> g/oo P/P	NF EN 13652 (Extr. eau 1/5 + colorimétrie)
Matière Sèche .....	<b>43.9</b> %	NF EN 13049

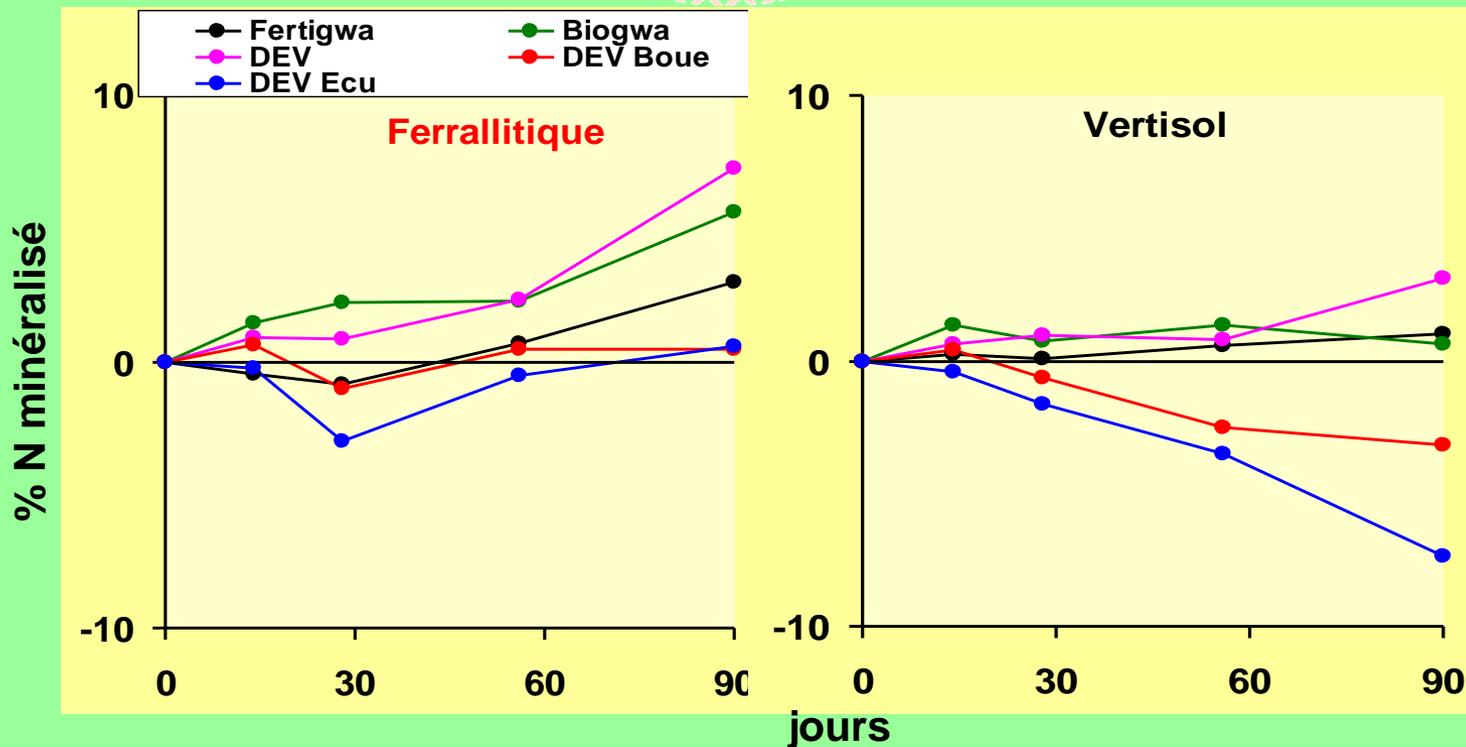
Analyse	Résultat	/sec	/ brut	Méthode d'Analyse
Matière Organique par Perte au Feu .....	<b>353</b>	<b>154</b>	g/oo	NF EN 13039
<b>Azote Total (N) .....</b>	<b>9.9</b>	<b>4.3</b>	g/oo	Méthode Dumas NF EN 13654-2
[1] Carbone Organique (C) .....	<b>176</b>	<b>77.4</b>	g/oo	Calculé à partir de la perte au feu (MO/2)
<b>Rapport C/N .....</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		Calcul : C organique / N total
Azote Organique (N) .....	<b>9.9</b>	<b>4.3</b>	g/oo	Calcul (N total - N minéral)
[1] Azote Uréique (N) .....	<b>&lt; 1</b>	<b>&lt; 1</b>	g/oo	Colorimétrie PDAB
<b>Phosphore Total (P2O5) .....</b>	<b>7.87</b>	<b>3.45</b>	g/oo	Miné. par Voie Sèche + HCl, Dosage ICP ou AAS
Potassium Total (K2O) .....	<b>7.10</b>	<b>3.11</b>	g/oo	Miné. par Voie Sèche + HCl, Dosage ICP ou AAS
Calcium Total (CaO) .....	<b>227</b>	<b>99.6</b>	g/oo	Miné. par Voie Sèche + HCl, Dosage ICP ou AAS
Magnésium Total (MgO) .....	<b>8.66</b>	<b>3.80</b>	g/oo	Miné. par Voie Sèche + HCl, Dosage ICP ou AAS

Éléments Traces Métalliques et Organiques	Résultat sur sec (MS à 105°C)	Méthode d'Analyse
<b>Cuivre Total (Cu) .....</b>	val. limite : 300 C <b>35.0</b> +5.1 mg/Kg	NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
<b>Zinc Total (Zn) .....</b>	val. limite : 600 C <b>91.0</b> +14.6 mg/Kg	NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
<b>Arsenic (As) .....</b>	val. limite : 18 C <b>2.69</b> +1.07 mg/Kg	NFX 31-151 Dosage AAS Hydriques
<b>Cadmium (Cd) .....</b>	val. limite : 3 C <b>0.25</b> +0.1 mg/Kg	NF EN 13650, Dosage ET AAS NF EN ISO 5961
<b>Chrome (Cr) .....</b>	val. limite : 120 C <b>19.3</b> +7.4 mg/Kg	NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
[1] <b>Mercuré (Hg) .....</b>	val. limite : 2 C <b>0.02</b> +0.034 mg/Kg	Combustion sous O2 & dos AAS Vapeurs Froides
<b>Nickel (Ni) .....</b>	val. limite : 60 C <b>8.52</b> +2.92 mg/Kg	NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
<b>Piomb (Pb) .....</b>	val. limite : 180 C <b>15.3</b> +6.7 mg/Kg	NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
[1] <b>Sélénium (Se) .....</b>	val. limite : 12 C <b>0.78</b> mg/Kg	Miné HNO3 HClO4 Dosage AAS Hydriques ISO 9965

# Composts

## Dégradation

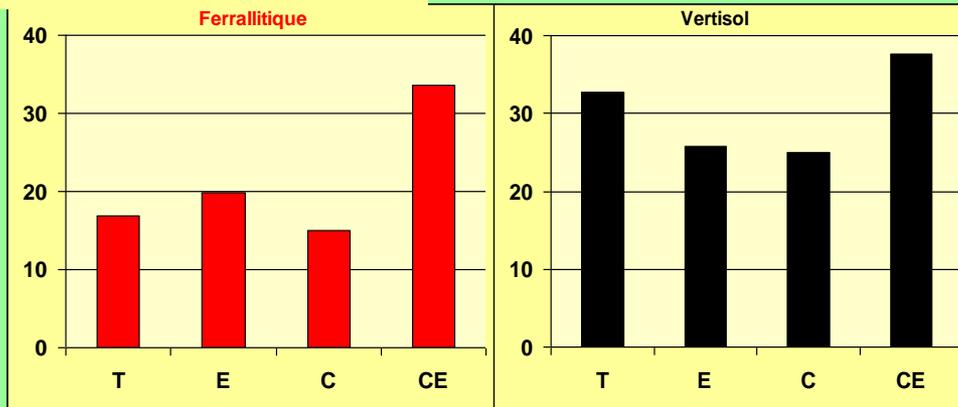


- dégradation relativement lente → fonction du % cellulose
- dégradation majeur en sol ferrallitique, apport MO majeur en vertisol ? → objectif de l'apport
- conséquences sur le moment de l'apport

# Composts

## Réponse de la plante : igname

tonnes tubercules / ha



T : témoin, E : engrais minéral, C : compost, CE : compost + engrais

- faible réponse à l'engrais et au compost individuellement
- interaction compost x engrais → mycorhizes ?



# Composts

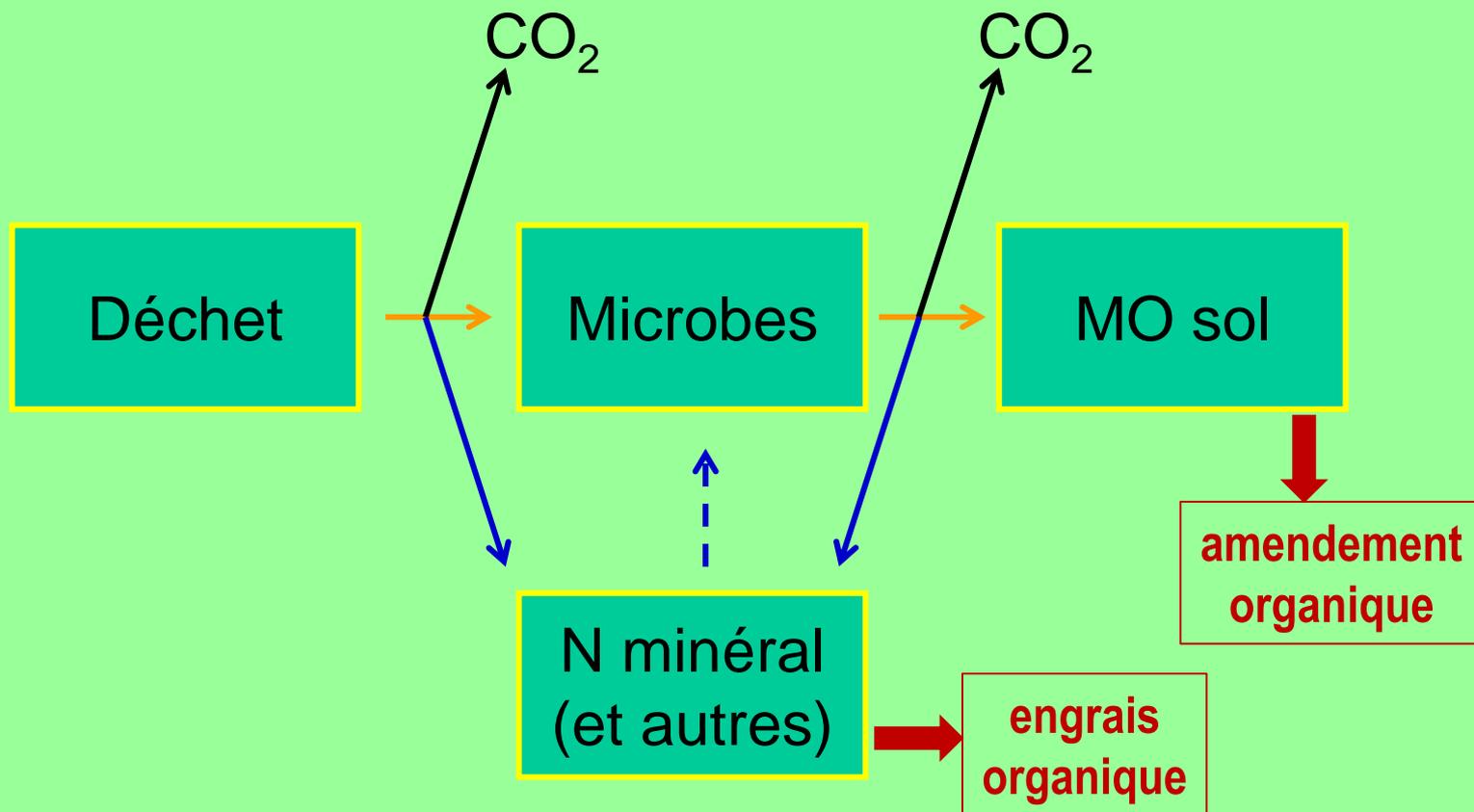
## Situation en Guadeloupe

- \* filière en expansion → bonne qualité
- \* cultures : banane et canne
- \* recyclage de déchets important
- \* solution pour les déchets «à problèmes» (boues)
- \* contrainte : subvention (produit cher)
- \* élargissement du marché



# Relation sol / MO apportée

## Biodégradation



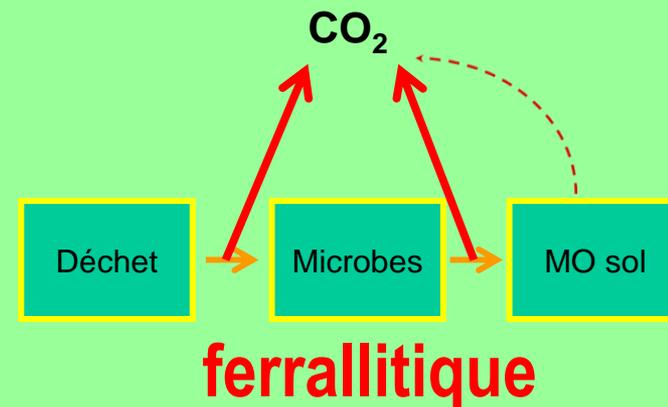
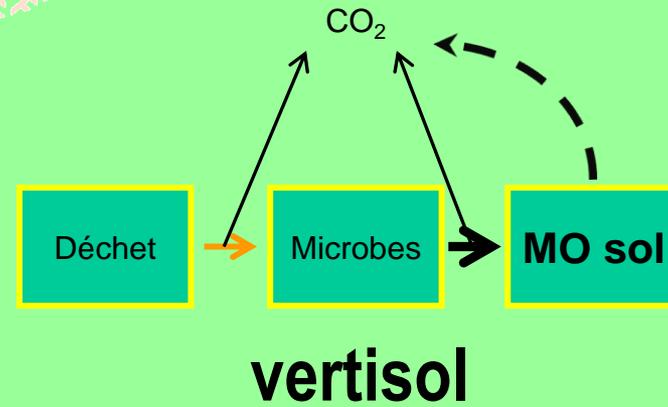
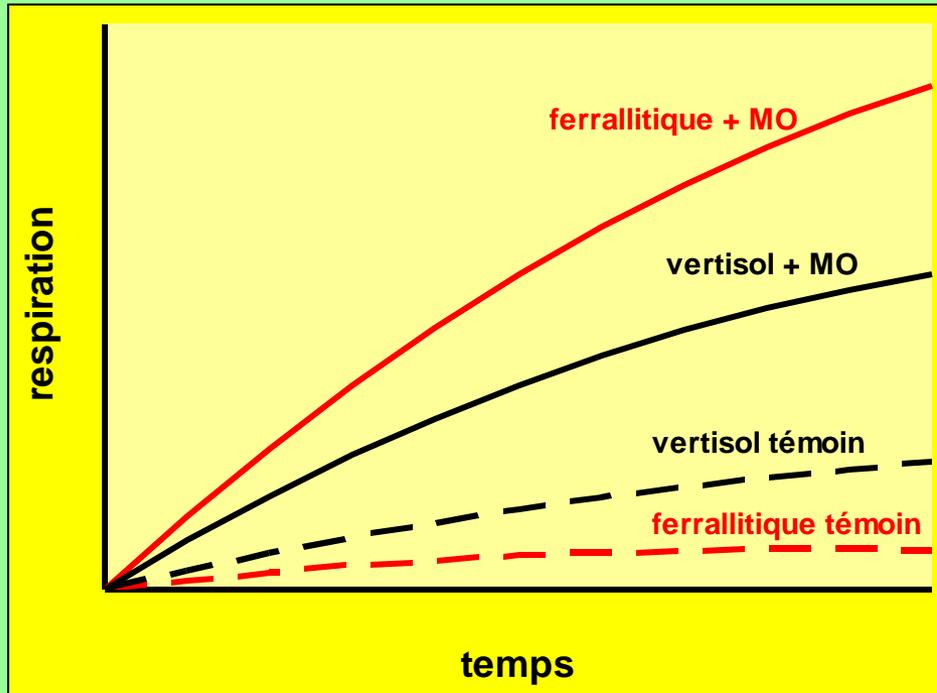
# Relation sol / MO apportée

B  
I  
O  
D  
É  
G  
R  
A  
D  
A  
T  
I  
O  
N

Produit	Apport	Système
Cendres de bagasse	K, Ca	Basse-Terre (banane, <i>igname</i> )
Vinasse de méthanisation	K, C (MO)	Canne partout
Boues de STEP	N, P, <i>MO temporaire</i>	Partout, notamment Basse-Terre
Composts	MO, nutriments, autres	Partout, notamment Basse-Terre et cultures vivrières/maraîchage. <b>Objectif &amp; moment !</b>

**Application localisée !**

# Relation sol / MO apportée



# Conclusions

- **Filière en expansion :**
  - qualité de l'offre et de la demande
  - besoins de l'agriculture guadeloupéenne
- **Des avancées significatives dans les dix dernières années :**
  - mise en place d'un plan d'élimination des déchets départemental
  - expansion et diversification de la filière compostage
  - développement de la méthanisation (vinasse)
  - augmentation des études à la demande de gestionnaires
- **Difficultés à régler :**
  - suivi des agriculteurs et de la qualité des sols
  - élargissement vers les déchets ménagers et les cultures vivrières  
*paradoxe : on utilise les intrants organiques dans les sols les moins travaillés*
- **Défis pour la recherche :**
  - effet des composts sur l'activité microbienne des sols
  - préciser les conseils

***Merci de votre attention !***



**boue de STEP entreposée sur une parcelle**



# Boues de STEP

## Contraintes réglementaires

### **Sol**

acidité des sols (Basse-Terre)

ETM dans certains sols (**tous déchets**)

### **Territoire**

distance aux habitations et aux cours d'eau

penne (Basse-Terre)

### **Cultures**

période épandage-plantation pour les cultures à tubercule

