



Recyclage de déchets dans les sols agricoles de Guadeloupe

Jorge Sierra
Directeur de Recherches
Unité Agropédoclimatique
INRA Antilles-Guyane
(jorge.sierra@antilles.inra.fr)



Stage «Déchets, pollutions, nuisances»
Rectorat de la Guadeloupe
Lycée Charles Coeffin, Baie-Mahault
22-23 janvier 2009

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA



Adresses sur le web

Pour retrouver ce diaporama :

[www.antilles.inra.fr/informer_et_former/dossiers_et_documents/
dossier : ENVIRONNEMENT sous produits de la canne](http://www.antilles.inra.fr/informer_et_former/dossiers_et_documents/dossier%3AENVIRONNEMENT_sous_produits_de_la_canne)

Sur les déchets en général :

www.ademe.fr

Sur les déchets en Guadeloupe :

www.guidedesdechets-gpe.fr
www.verde.fr

Pour trouver la bibliographie sur les travaux de l'INRA (y compris en Guadeloupe) :

www.inra.fr/prodinra



Plan de la présentation

1) Généralités sur les déchets

2) Cendres de bagasse

3) Vinasse méthanisée de distillerie

4) Boues de station d'épuration

5) Composts

- origine
- caractéristiques
- dégradation dans le sol
- réponse des cultures et des sols
- situation en Guadeloupe

2) Conclusions



Généralités sur les déchets

D'abord quelques questions ...

- 1) Le compost est-il un déchet ?
- 2) Quel est le terme adéquat : (bio)dégradation ou putréfaction ?
- 3) Tous les déchets subissent-ils une dégradation dans le sol ?
- 4) Se débarrasse-t-on d'un déchet ou le recycle-t-on ?
- 5) Faut-il s'attendre à une augmentation des rendements ?
- 6) Un déchet organique est-il toujours un amendement organique ?
 - ➔ concept d'engrais organique
 - ➔ concept d'amendement calcique



Généralités sur les déchets

Comparaison
déchets/compost
VS.
engrais minéral

	déchets ou compost	engrais (NPK)
quantité	tonnes / ha	kg / ha
libération	* Instantanée (cendres) * progressive	instantanée
hétérogénéité	dépend du déchet	homogène
ETM	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. 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) Contraintes réglementaires liées à la qualité du déchet
p.ex. tous déchets
- 4) Besoins des cultures et/ou des sols
➔ travail de l'agronome

Généralités sur les déchets

Situation générale en Guadeloupe

1) Demande

- * agriculteurs conscients de l'importance du rôle de la MO
 - ☛ 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

- * ?

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

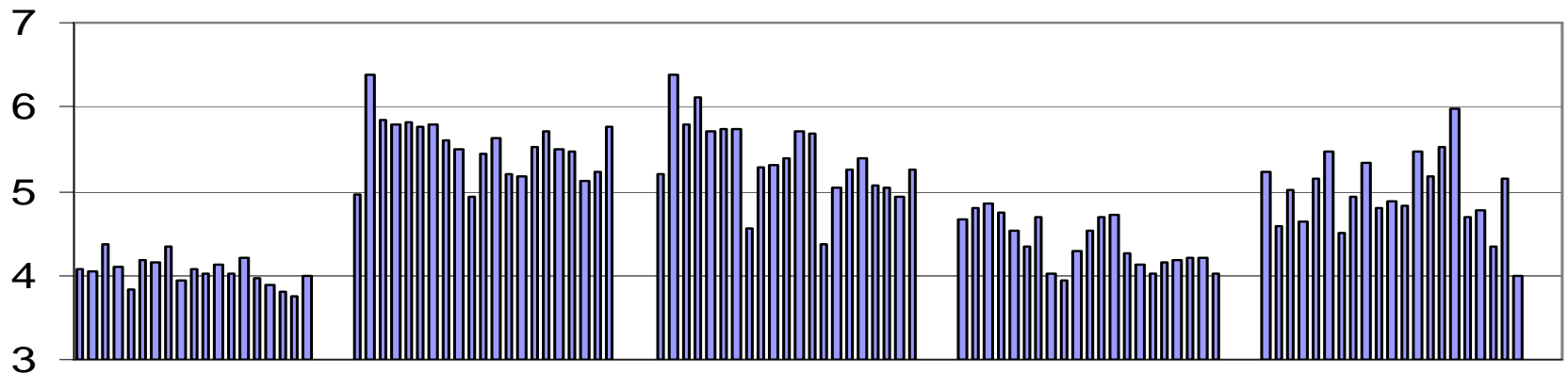
N 0 kg
P 15 kg
K 225 kg
Ca 350 kg

Elément	Unité	Teneur	Limite
pH		11.5	
Si	g/kg	250	
Al	g/kg	80	
Fe	g/kg	60	
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

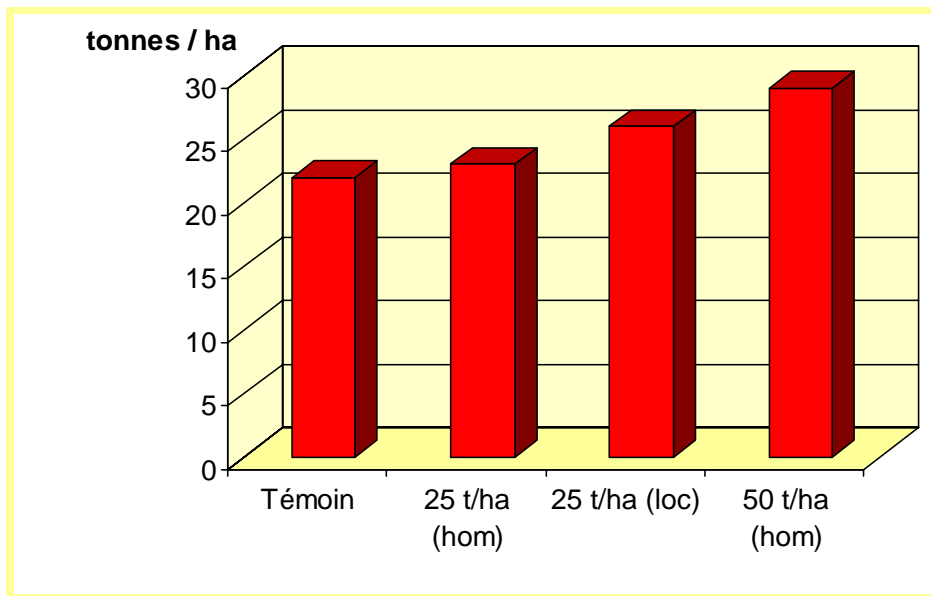
50 t/ha hom.

25 t/ha loc.

25 t/ha hom.

Cendres de bagasse

Réponse des cultures : igname



* 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 : produit caustique (vêtements, etc.)
- * précaution : ne pas dépasser la dose conseillée
- * ne pas confondre avec les cendres de charbon !

Vinasses méthanisées de distillerie

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



Vinasse



Méthaniseur

Origine

résidu liquide issu de la méthanisation des vinasses de mélasse

Stage «Déchets, pollutions, nuisances»
Rectorat de la Guadeloupe
Lycée Charles Coeffin, Baie-Mahault
22-23 janvier 2009

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Vinasse méthanisée de distillerie

Caractéristiques : VF

- engrais K
- épuration sol

Dose 30 m³ / ha

N 30 kg

P 2 kg

K 200 kg

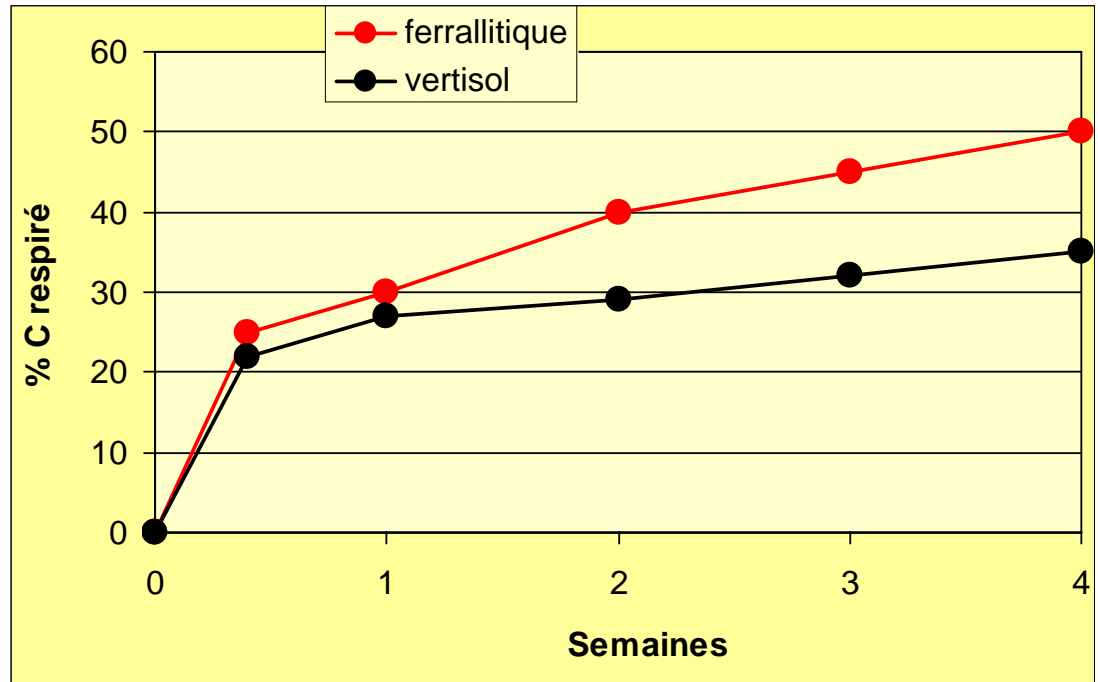
Analyse des
micro-polluants organiques
et
bactériologique :
OK !

Elément	Unité	Teneur	Limite
pH		7	
MO	g/L	23	
N	g/L	1	
C	g/L	13	
K	g/L	7	
Ca	g/L	1.5	
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 J. Sierra et collaborateurs (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 ₄	3 g / kg		

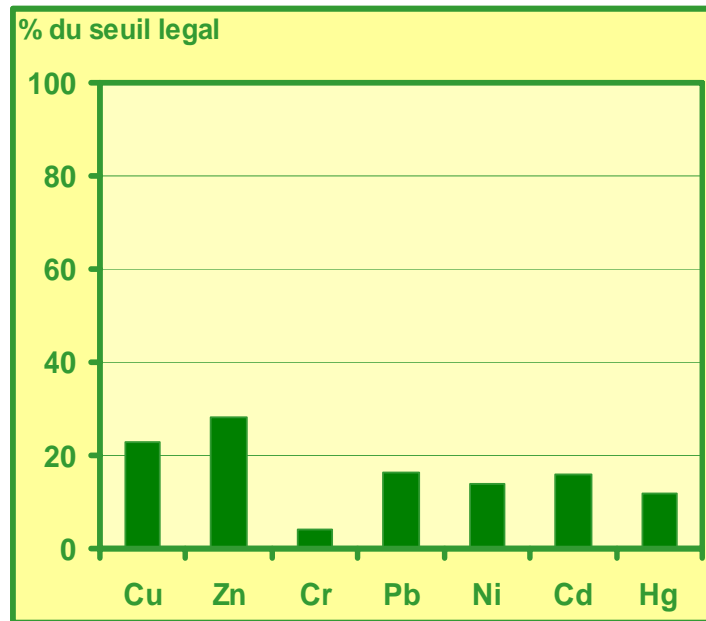
• engrais N, P

Dose 10 t MS/ha

N 600 kg
P 160 kg
K 30 kg

Boues de STEP

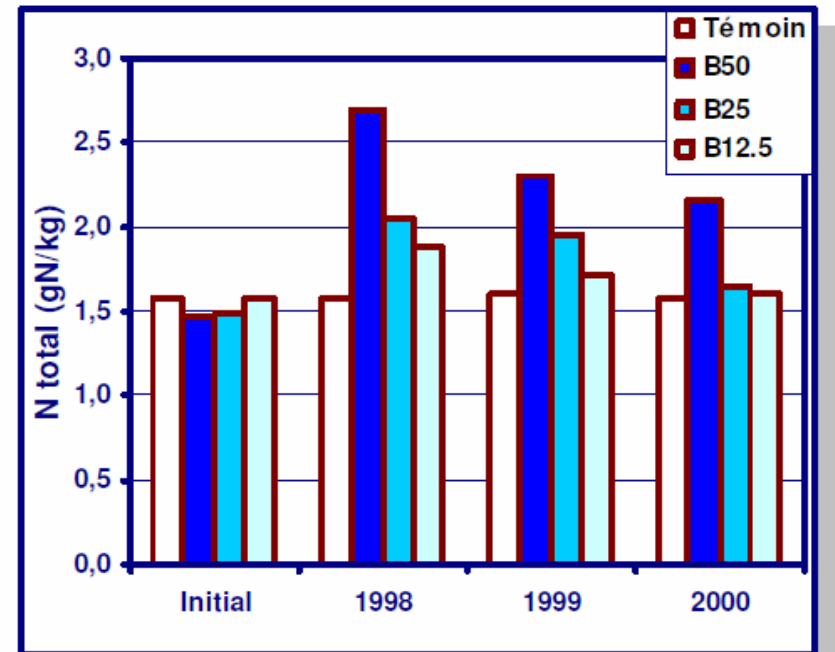
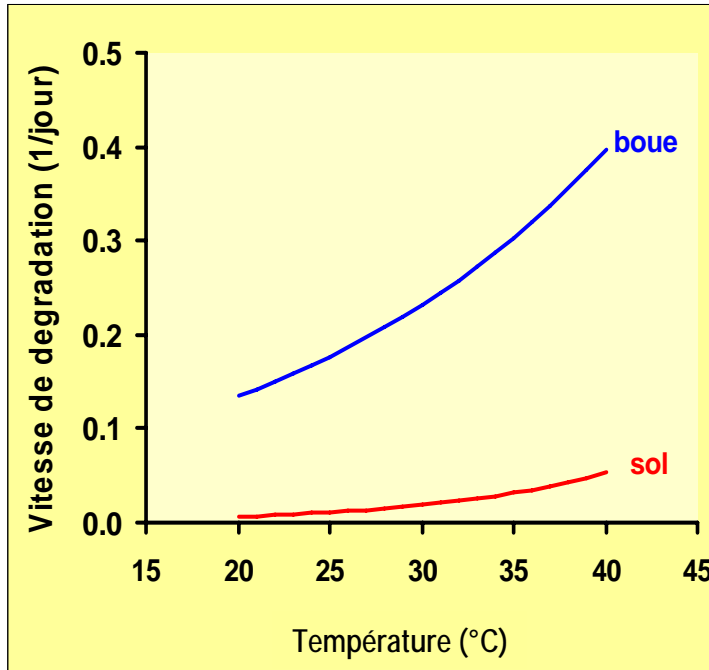
Caractéristiques : éléments traces métalliques



• **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

- * très 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 (sous-produits de la biomasse, déchets organiques, ...) en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, 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 (?)

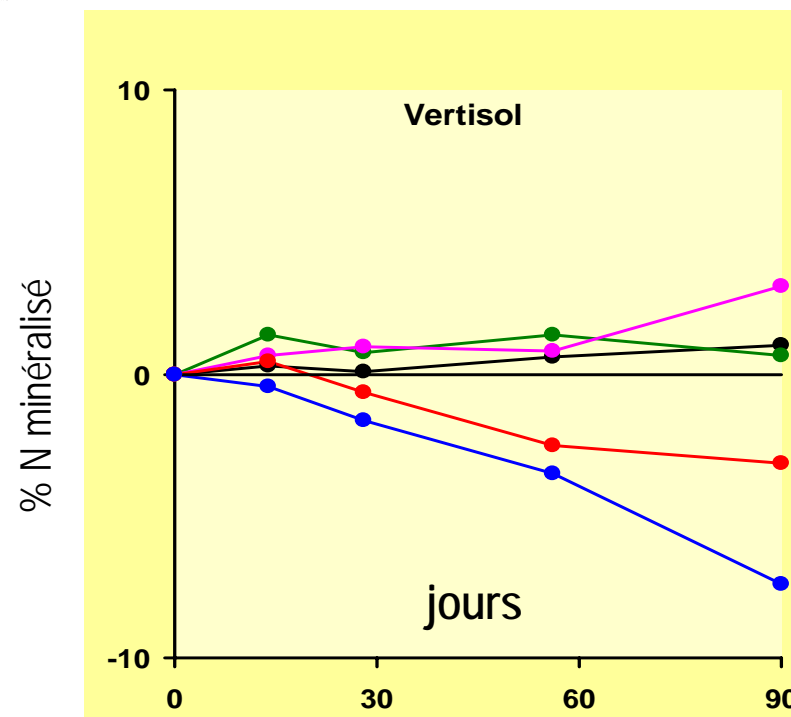
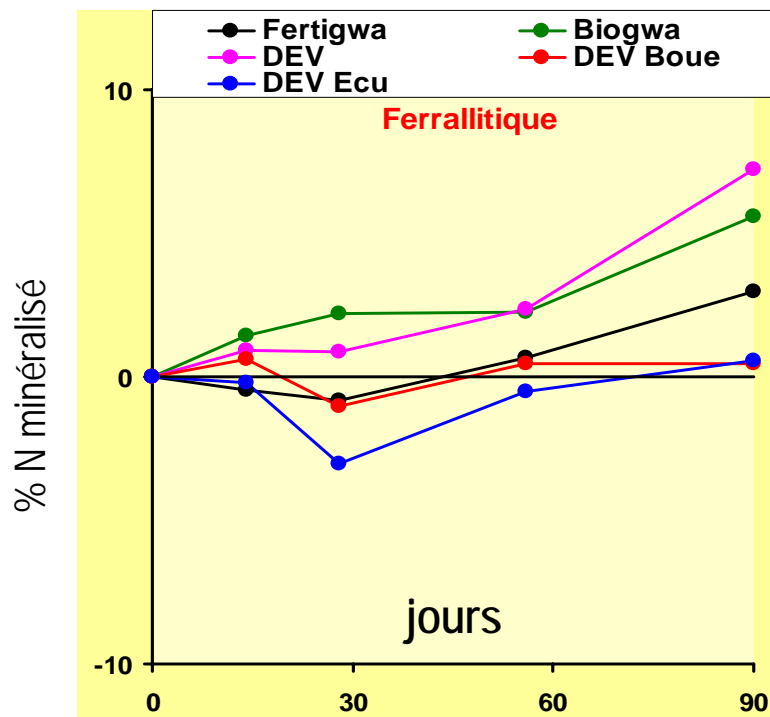
Analyse	Résultat sur le brut	Méthode d'Analyse
Masse Volumique compactée	0.45 Kg/l	NF EN 13040
Azote Ammoniacal soluble dans l'eau (N-NH4)	< 20 mg/l	NF EN 13652 (Extr.eau 1/5 + colorimétrie)
Azote Ammoniacal soluble dans l'eau (N-NH4)	< 0.04 o/oo P/P	NF EN 13652 (Extr.eau 1/5 + colorimétrie)
Azote Nitrique soluble dans l'eau (N-NO3)	< 15 mg/l	NF EN 13652 (Extr.eau 1/5 + colorimétrie)
Azote Nitrique soluble dans l'eau (N-NO3)	< 0.03 o/oo P/P	NF EN 13652 (Extr.eau 1/5 + colorimétrie)
Matière Sèche	43.9 %	NF EN 13040

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

Eléments Traces Métalliques et Organiques	Résultat sur sec (MS à 105°C)	Méthode d'Analyse
Cuivre Total (Cu)	val. limite : 300 C 35.0	+5.1 mg/Kg NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
Zinc Total (Zn)	val. limite : 600 C 91.0	+14.6 mg/Kg NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
Arsenic (As)	val. limite : 18 C 2.69	+1.07 mg/Kg NF X 31-151 Dosage AAS Hydrures
Cadmium (Cd)	val. limite : 3 C 0.25	+0.1 mg/Kg NF EN 13650, Dosage ET AAS NF EN ISO 5961
Chrome (Cr)	val. limite : 120 C 19.3	+7.4 mg/Kg NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
[1] Mercuré (Hg)	val. limite : 2 C 0.02	+0.034 mg/Kg Combustion sous O2 & dos AAS Vapeurs Froides
Nickel (Ni)	val. limite : 60 C 8.52	+2.92 mg/Kg NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
Piomb (Pb)	val. limite : 180 C 15.3	+6.7 mg/Kg NF EN 13650, Dosage ICP AES NF EN ISO 11885
[1] Sélénium (Se)	val. limite : 12 C 0.73	mg/Kg Miné HNO3 HClO4 Dosage AAS Hydrures ISO 9965

Composts

Dégradation

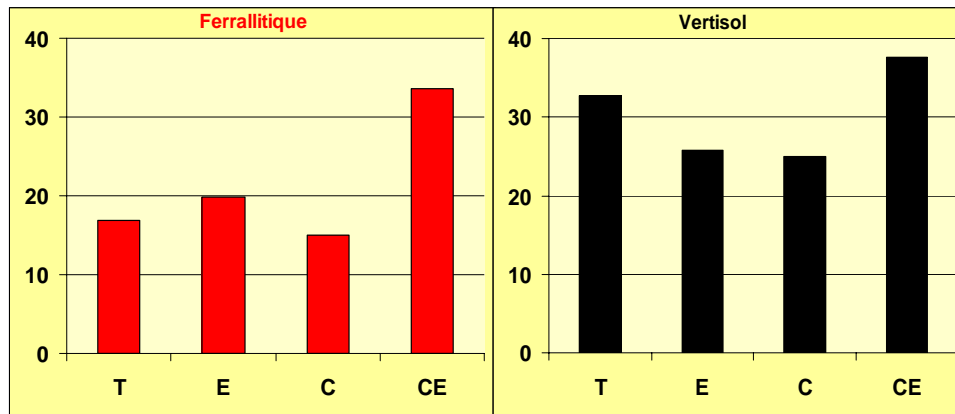


- dégradation relativement lente → fonction du % cellulose
- dégradation majeure en sol ferrallitique
- apport MO majeur en vertisol

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



Conclusions

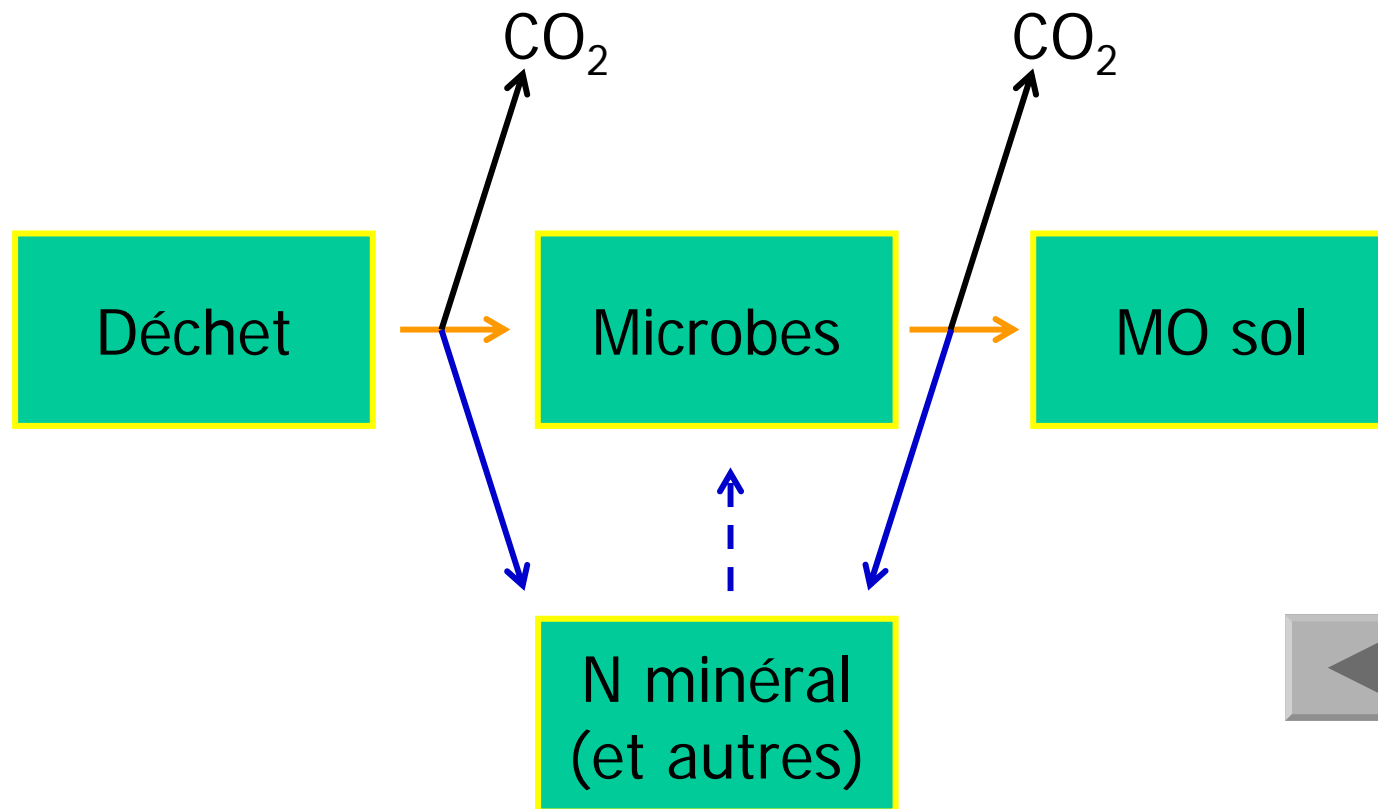
- **Filière en expansion :**
 - qualité de l'offre et de la demande
 - besoins de l'agriculture guadeloupéenne
- **Des avancées significatives dans les dix dernières années :**
 - mise en place d'un plan d'élimination des déchets départemental
 - expansion et diversification de la filière compostage
 - 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

Merci pour votre attention !



boue de STEP entreposée sur une parcelle

Biodégradation





Boues de STEP

Contraintes réglementaires

- acidité des sols (Basse-Terre)
- distance aux habitations et cours d'eau
- pente (Basse-Terre)
- période épandage-plantation pour les cultures à tubercule
- ETM dans certains sols (tous déchets)

