

# Le Cemagref

## L'épandage des produits organiques



De la caractérisation des produits à la qualité d'épandage

M. Rousselet – E. Piron – F. Thirion

eau - territoires - développement durable

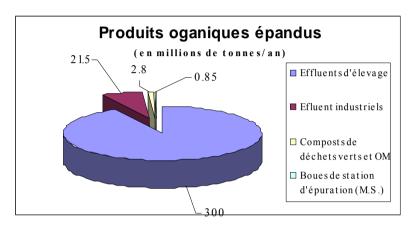
Les 7<sup>es</sup> rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre FERTILISATION ET SOCIETE 15 et 16 Novembre 2005



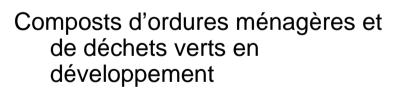
## L'épandage agricole des organiques



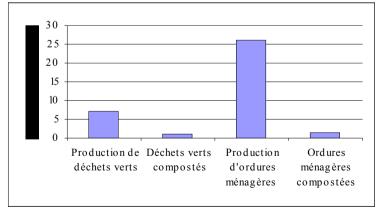
- Effluents d'élevage, industriels, composts de déchet et ordures ménagères, boues de station.
- Production des effluents d'élevage (Source M.E.E.D. 2002)
- 300 millions de tonnes
- 50% des tonnages épandus



Source M.E.E.D. 2002



- 6% en déchets verts
- 17% en ordure ménagères







## Les catégories de produits



Structure fibreuse avec éléments de liaison gras Tiennent facilement en tas



Produits qui s'écoulent bien Nécessitent d'être stockés dans une fosse



Ne s'écoulent pas Ne peuvent tenir en tas



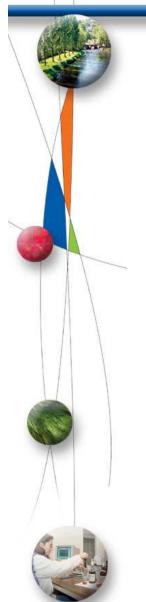






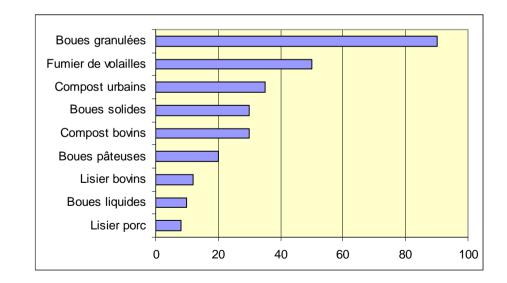


## Les caractéristiques des produits



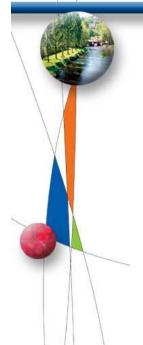
% M.S.	Fumier	Lisier	Compost	Boues
Porc		<8%		
Liquides				<10%
Bovins		>12%		
Pâteux				10%< < 30%
Bovins	>20%			
Bovins			30%< <35%	
Solides				>30 %
Urbains			>35%	
Volailles	>50%			
Granulées				>90%

%M.S.





### > Teneur en matière sèche



- Sécher 4 échantillons d'environ 100g
- Étuve stabilisée à 105℃ durant 15h (EN 13406)
- Pour les boues: 60℃ durant 72h (ASAE Standards, 1999)

$$D_m(\%) = \frac{m_d}{m_w} \times 100$$

 ${\it m_d}$  Masse de l'échantillon séché (en g)

 $\mathcal{M}_{_{\mathcal{W}}}$  Masse initiale de l'échantillon (en g)







## Masse volumique



- Masse du produit pour un volume connu
- Norme En 13080 préconise une caisse de 1m³
- Autres méthodes

$$\mu = \frac{M}{V}$$

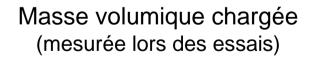
Méthode du seau facile à utiliser (10 l)



 $\mu$ : masse volumique (kg/m<sup>3</sup>)

M: Masse (kg)

V: Volume (m<sup>3</sup>)









## Cohésion et frottement interne





σ: contrainte normale

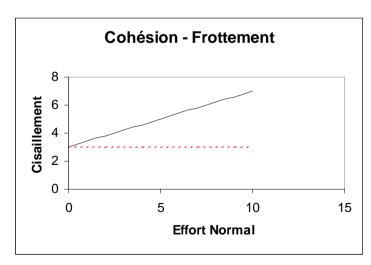
τ : contrainte de cisaillement

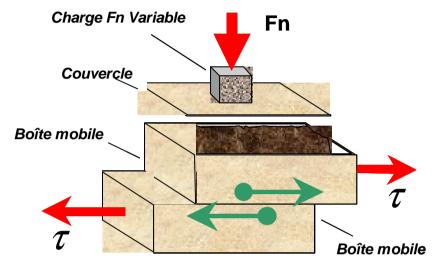
#### Frottement interne

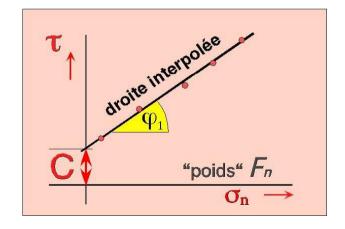
$$\tan(\varphi_1) = \frac{\tau - C}{\sigma_n}$$

 $\phi_1$ : Angle de friction interne

C: Cohésion







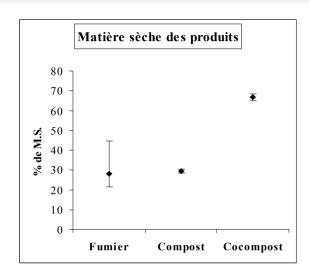


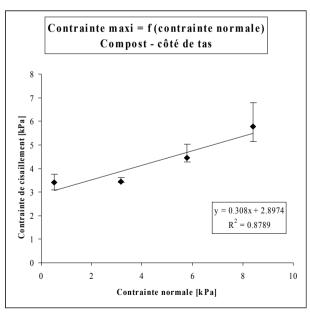


## Résultats caractéristiques



	Masse volumique (kg/m3)	Teneur en M.S (%)
Fumier de bovins	645	30
Compost de bovins	720	32
Fumier de volailles	250-440	60-70





#### Cohésion (kPa)

Fumier: 23

Compost: 7.8

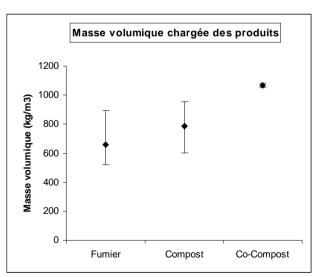
Cocompost: 8.8

#### Frottement interne

Fumier: 0

Compost: 0.35

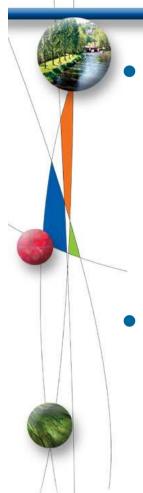
Cocompost: 0.9





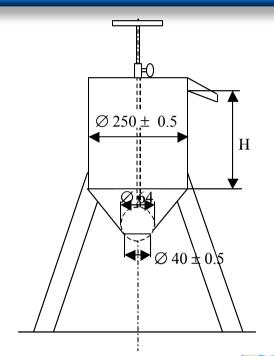


## Fluidité - Rhéologie



#### Fluidité – Viscosité

- Sur produits liquides (lisier et boues liquides
- Mesure du temps d'écoulement dans un fluidimètre



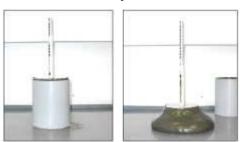
Etalonnage eau Hauteur H Temps =6.6 s

Fluidité lisier T<7.2s

#### Rhéologie

- Sur produits pâteux
- Mesure de la contrainte de cisaillement, fonction du gradient de vitesse
- « Slump test »(mesure de terrain)







Rhéomètre



## La norme d'épandage EN 13080



EN 13080 Épandeurs de fumier – Protection de l'environnement – Prescriptions et méthodes d'essai (a)

#### **⇒Longitudinale**

Pesée statique enregistrée pendant l'épandage Poids total = f (temps)

Débit = f (temps)







Passage au dessus d'une rangée de bacs

Poids/bac = f (largeur)







## La norme d'épandage EN 13406

EN 13406 Épandeurs de lisier – Protection de l'environnement – Prescriptions et méthodes d'essai (b)

Equipement

- buses palettes, buses de précision (1)
- rampes,enfouisseurs,pendillards (2)



- en nappe (1)
- en ligne (2)



Pesée continue



#### Répartition longitudinale

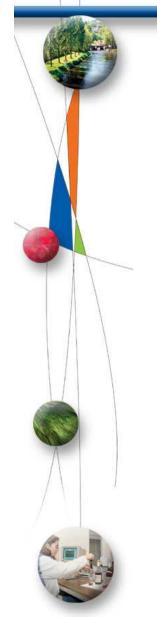
- pesée continue
- débitmètre à ultra son

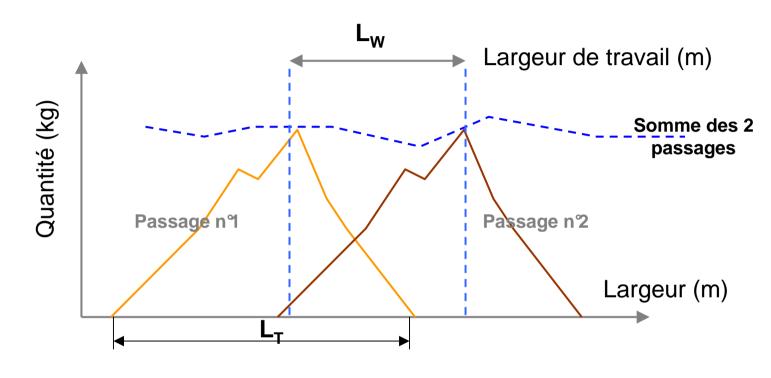


Débitmètre à ultra son



## La régularité transversale





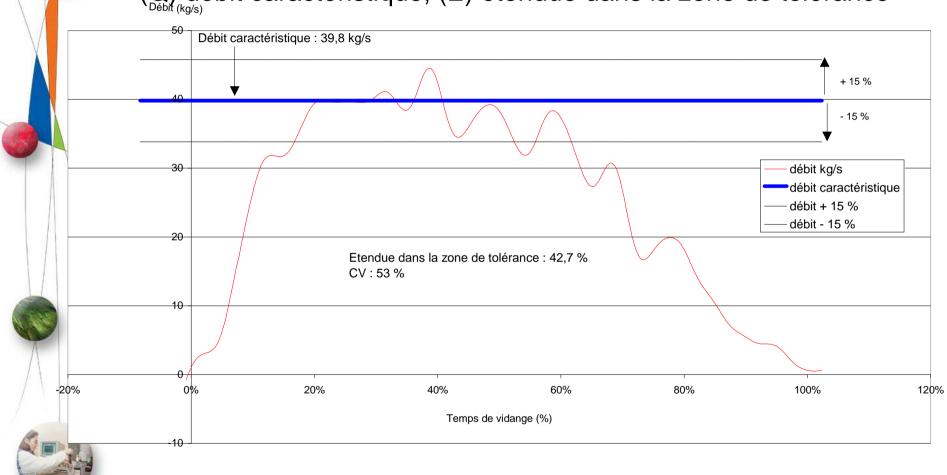
Coef. Var. transversal: C.V.(t) < 30%

- Largeur de travail > 1/2 de la largeur de projection
- Largeur de travail > largeur de la machine



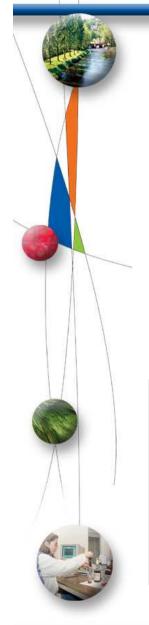
## La régularité longitudinale

(Q) débit caractéristique, (E) étendue dans la zone de tolérance/06/1999





## Exigences des normes



⇒Filtrage des données

Calcul Débit caractéristique (moyen durant 30% du temps)

Zone de tolérance (+ 15%, - 15% du débit caractéristique)

Étendue ( % de temps où le débit est dans la zone de tolérance)

⇒Prescriptions Coef. de var.: C.V (I) et C.V.(t), écart moyen

Étendue dans la zone de tolérance: **E%** 

Epandeurs -de fumier (a), -de lisier (b)

 $\bullet$  (a) E>35% C.V.(I)< 40% C.V.(t)< 30% (Lw<1/2Lt)

♦(b) E>90%

C. V.(t)< 20% (1)

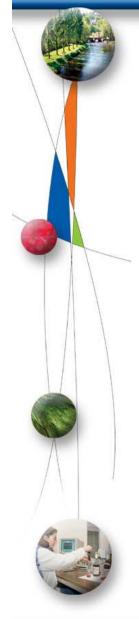
Ecart moyen< 15%(2)

(1) en nappe

(2) en ligne



## Le respect de la dose



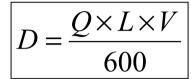
la dose dépend de :

- La vitesse d'avancement
- Du débit
- De la largeur de travail

  Avec des produits à farts auts

Avec des produits à forte cohésion, le débit dépend de:

- La masse volumique
- La vitesse du fumier / du tapis



Ou:

D est la dose en t/ha Q est le débit en kg/s L est la largeur en m V est la vitesse d'avancement en km/h

Avec les produits a faible cohésion, il faut tenir compte en plus de

- L'éboulement et de la hauteur au passage des hérissons
- La vitesse réelle du fumier, le glissement sur le tapis en cas d'utilisation de la porte.

La dose est atteinte dans 60% des cas en fumier et 40% des cas en compost

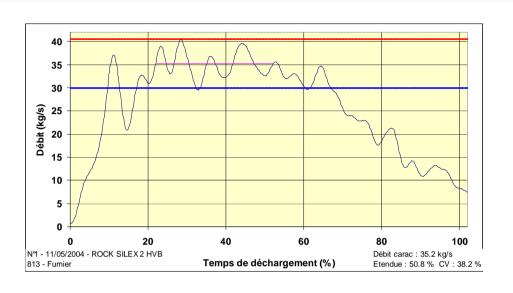


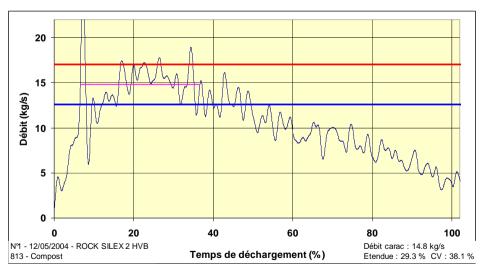
## La répartition longitudinale

- Avec les produits cohésifs (fumiers), la régularité longitudinale est satisfaisante
- E>35%, C.V.< 40%

#### sur un même épandeur

Les produits à faible cohésion s'éboulent facilement(compost) La durée de vidange est plus importante et le débit n'est pas constant E< 35%, C.V.< 40%

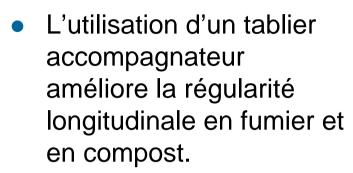


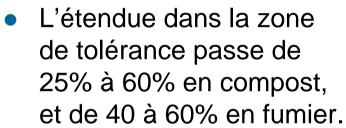


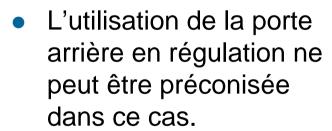




## Utilisation d'un tablier accompagnateur

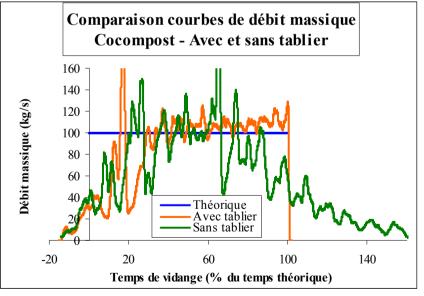






 Seule, elle améliore aussi la régularité longitudinale

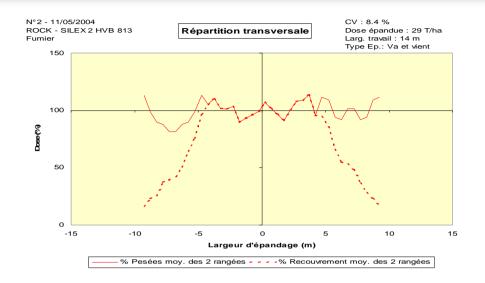


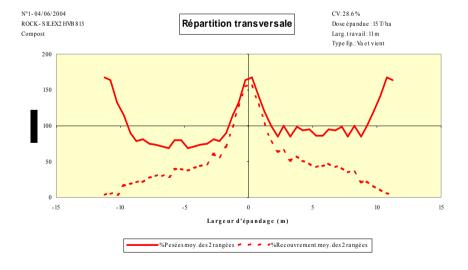




## Répartition transversale

- La régularité de l'épandage est généralement meilleure avec un produit homogène, (compost).
- La régularité de la répartition transversale peut être affectée sur la largeur avec des produits à forte cohésion(compost humides très collants)
- La largeur d'épandage est augmentée avec les produits à forte densité.
   A l'inverse elle reste faible avec les produits à basse densité (volailles)







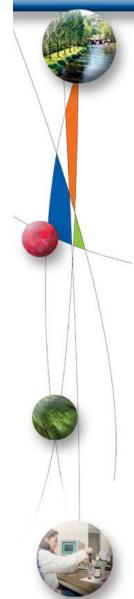




- La qualité d'épandage dépend des produits épandus: f (masse volumique, %M.S., cohésion, frottement interne).
- La masse volumique influence la dose et la largeur d'épandage.
- La cohésion et le frottement interne influencent les répartitions longitudinales et transversales.
- La M.S. % et la masse volumique influencent la largeur d'épandage.
- La dose est atteinte dans 60% des cas en fumier et 40% des cas en compost
- Les répartitions longitudinales, en compost, ne sont pas conformes aux exigences de la norme.







- Affiner les méthodes et outils pour caractériser les produits et leurs effets sur l'épandage.
- Améliorer la compréhension des phénomènes dans l'interaction « matériau-matériel.
- Rechercher des solutions utiles et simples, pour contribuer au progrès technique des épandeurs.
- Le Cemagref investit dans des moyens de recherche et d'essais adaptés aux épandages organiques.

Merci de votre ATTENTION.

