



Qualité des épandages des produits organiques

Marc Rousselet – Pierre Havard



La qualité d'épandage des fertilisants

Objectifs d'intervention du matériel d'épandage

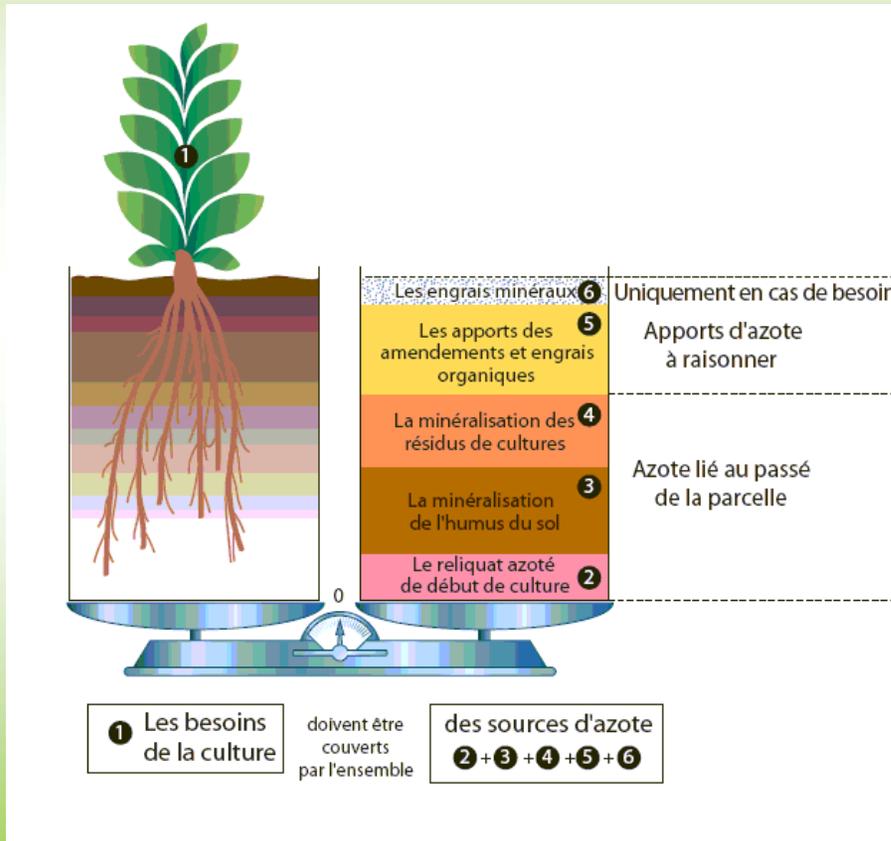
- Apporter la juste dose nécessaire à la culture
- Assurer une répartition homogène de l'engrais sur la parcelle
 - Les engrais organiques solides
 - Les engrais organiques liquides
- Eviter les pertes d'unités fertilisantes
- Eviter les compactations sévères du sol

Pour aller plus loin : Ecodefi

La qualité d'épandage des fertilisants

Objectifs d'intervention du matériel d'épandage

- Apporter la juste dose nécessaire à la culture :



Assurer une répartition homogène de l'engrais sur la parcelle

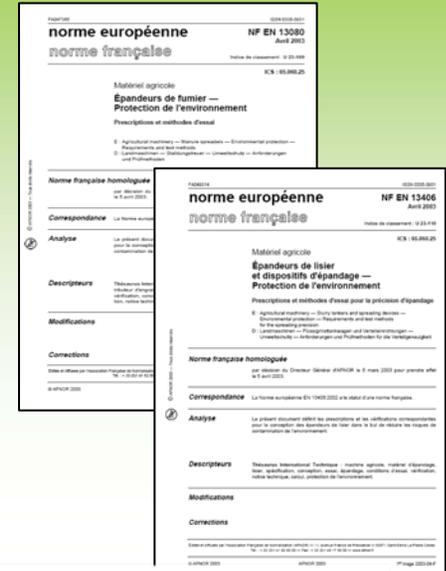


Epandeurs de fumier et de lisier

La qualité d'épandage des fertilisants

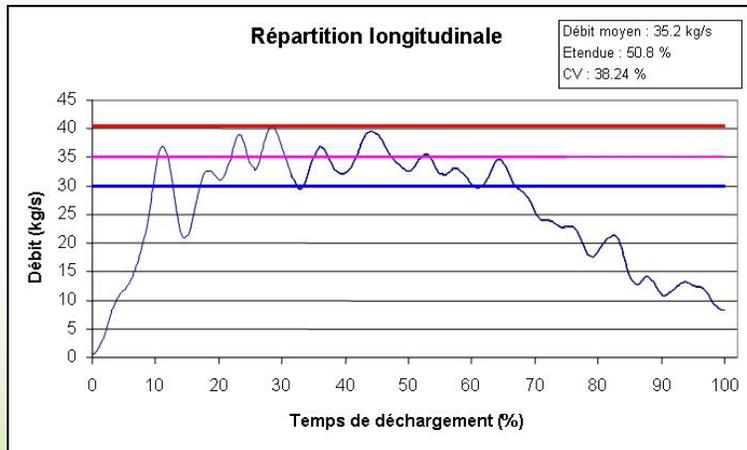
Les normes sur les épandeurs: Environnement

- EN 13080 - Epandeur de fumier (1)
- EN 13406 - Epandeur de lisier (2)



Répartitions longitudinale et transversale

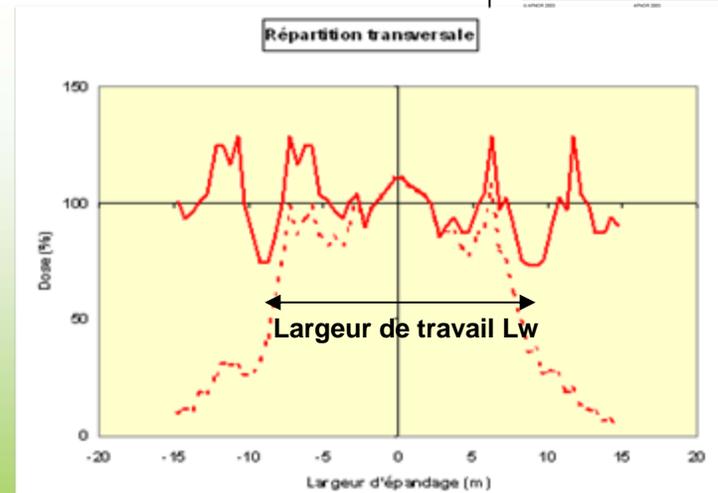
- longitudinale (C.V. et Etendue)



C.V. < 40% (1)

E > 35% (1) E > 90% (2)

- transversale en nappe (C.V.)
- **C.V. < 30% (1), C.V. < 20% (2)**
en ligne (D.M.)
- **D.M. < 15%**



La qualité d'épandage des fertilisants

Les produits solides et liquides



Fumiers



Lisiers



Composts



Boues

- Produits solides**

Structure fibreuse avec éléments de liaison gras
Tiennent facilement en tas

- Produits liquides**

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

- Produits pâteux**

Ne s'écoulent pas
Ne peuvent tenir en tas

Liquides

Pâteux

Solides

% M.S.	Fumier	Lisier	Compost	Boues
Porc Liquides		<8%		<10%
Bovins Pâteux		>4%		10% < 30%
Bovins Solides	>20%	>12%	30% < 35%	>30 %
Urbains			>35%	
Volailles Granulées	>50%			>90%



Académie d'Agriculture de France
Agriculture - Alimentation - Environnement

Les engrais organiques solides

Les produits solides

Fumiers



Bovins:
de 500 à 950 kg/m³
N-P-K: 5-2-7 u/t
20 à 40 t/ha

Volailles
de 250 à 400 kg/m³
N-P-K: 20-20-15 u/t
5 t/ha

Composts

Fumier + retournement
aérobie = **Compost**



Compost
de 500 à 1000 kg/m³
N-P-K: 8-8-15 u/t
10 à 20 t/ha

- Compost de déchets verts (normes NF U 44-051 et NF 44-071)
- Compost de MIATE (normalisé NF U 44-095)
- Compost enrichi (+ fientes de volailles)

Boues



Solides

5 à 10 t/ha

Granulées

2 à 5 t/ha



Avantages

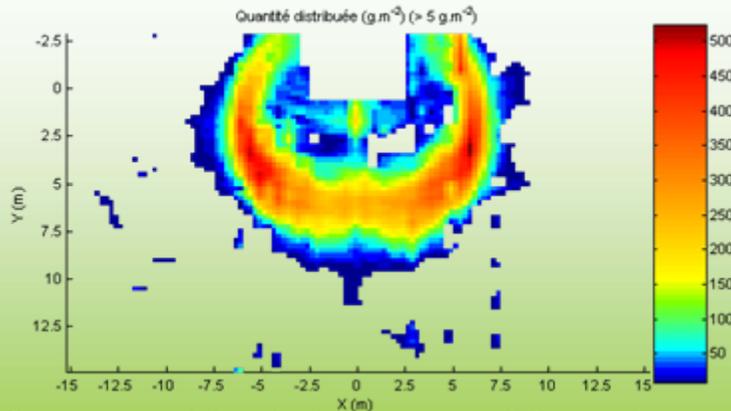
- Réduction des volumes
- Augmentation des valeurs fertilisantes (N,P,K) / t
- Homogénéité pour l'épandage
- Suppression des mauvaises odeurs



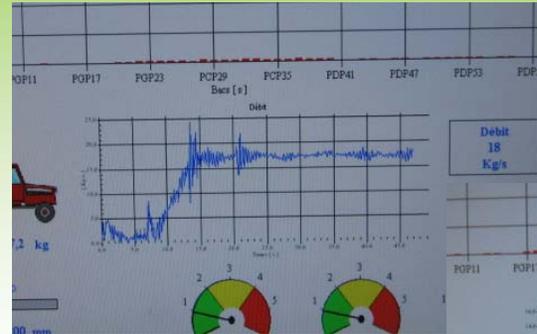
Les engrais organiques solides

Le banc d'essai du Cemagref: Méthodes et moyens de mesure

Banc CEMOB



Cartographie de la nappe d'épandage



et transversales,
simultanées

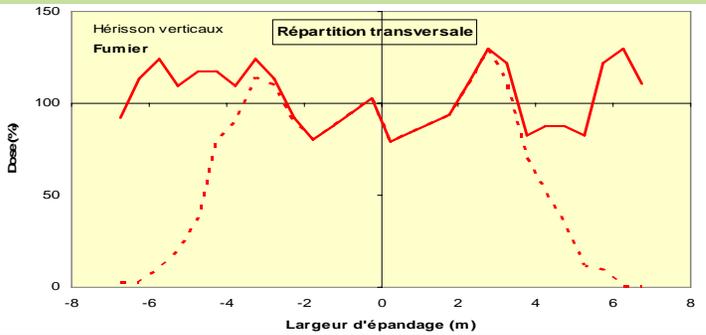


L'épandeur
est à poste
fixe, les
bacs se
déplacent

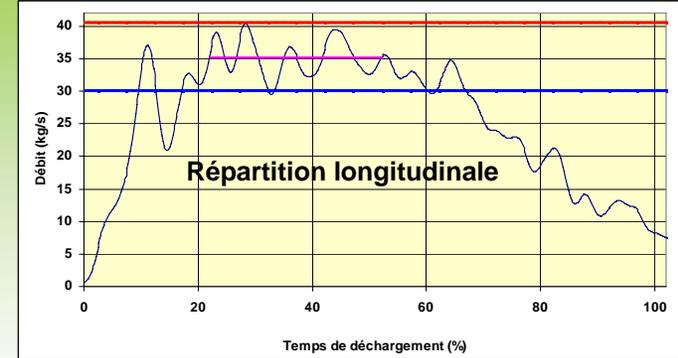
Les engrais organiques solides

Les épandages de fumier

Les épandeurs à hérissons verticaux

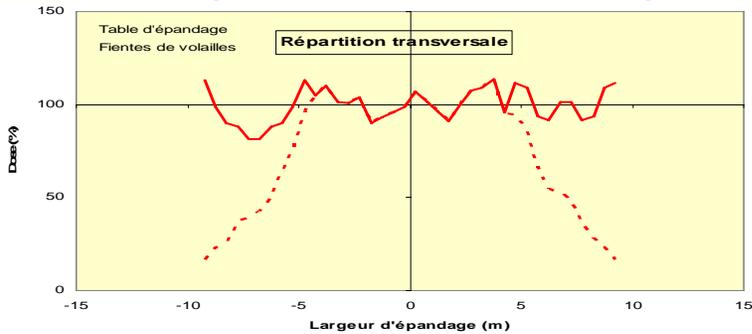


- fumier de bovins
 - Lw: de 8 à 10 m
- CV < 35%

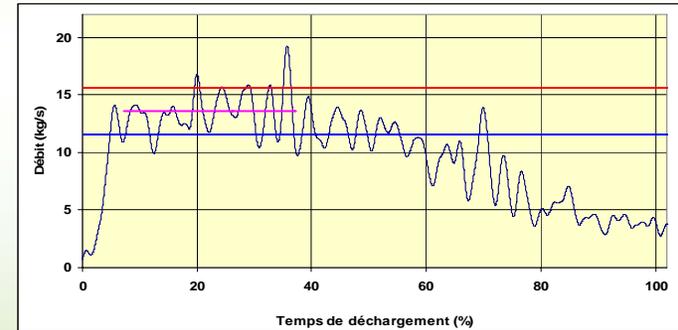


E de 30% à 45%

Les épandeurs à table d'épandage



- fumier de bovins
 - Lw: de 18 à 20m
- CV < 35%
- fumier de volailles
 - Lw: de 10 à 12m
- CV < 20%



E de 20 à 35%



Les engrais organiques solides

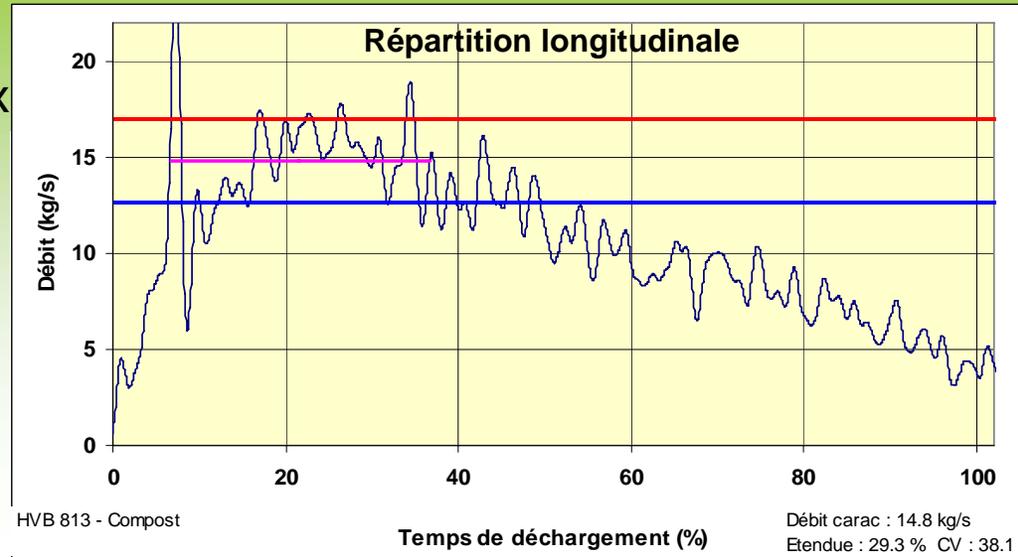
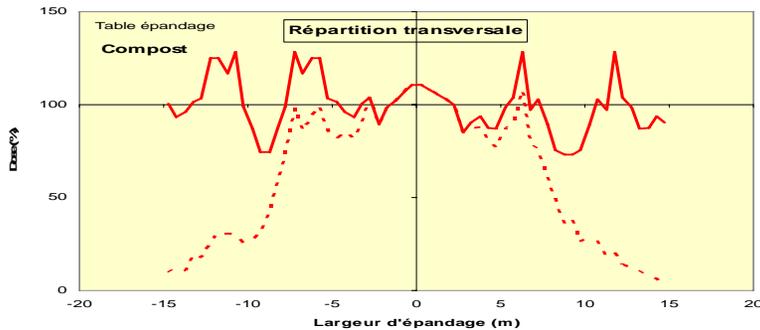
Les épandages de compost

Les épandeurs à hérissos verticaux

- pour composts secs et humides
- Lw: de 8 à 10 m

CV: de 10 à 40%

Les épandeurs à table d'épandage



- pour composts secs
- Lw: de 12 à 18m

$E < 30\%$

CV de 10 à 30%



Académie d'Agriculture de France
Agriculture - Alimentation - Environnement

Les engrais organiques solides

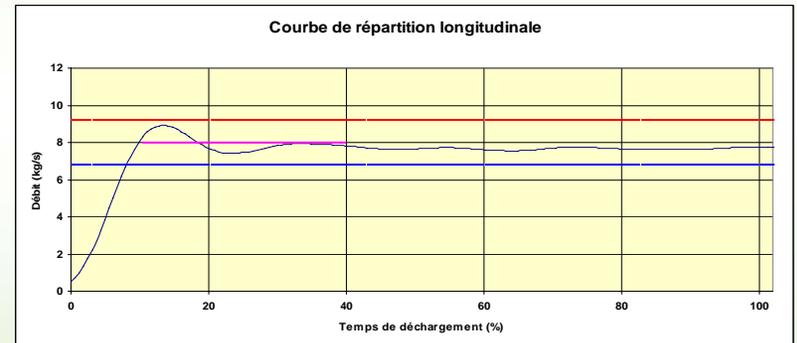
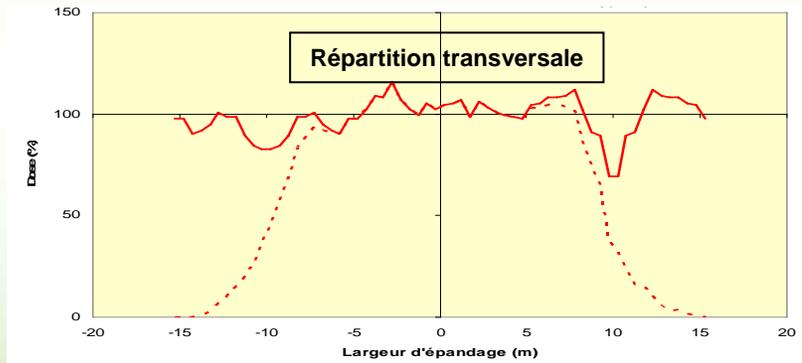
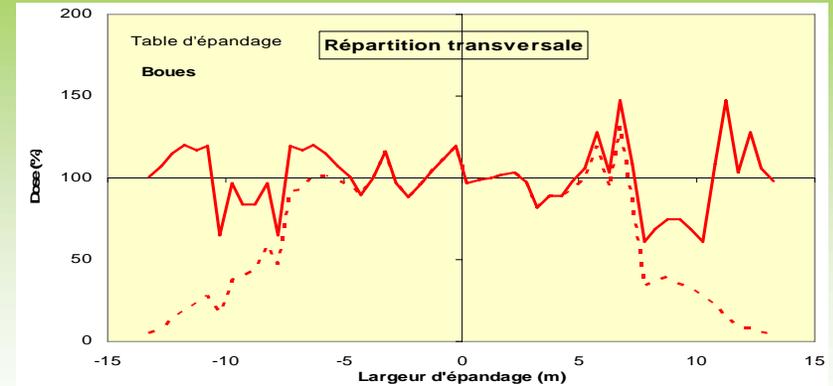
Les épandages de boues

Les épandeurs de boues solides

- Table d'épandage
- Lw: de 12 à 18m CV < 35%
- Porte de régulation

Les épandeurs de boues granulées

- Lw: de 18 à 24 m CV < 20%

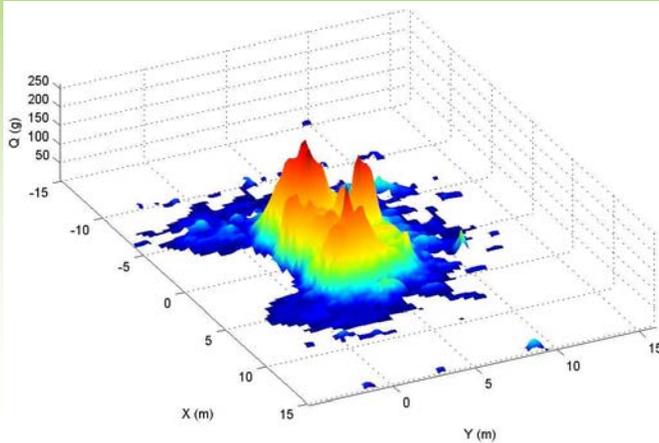


E > 90%



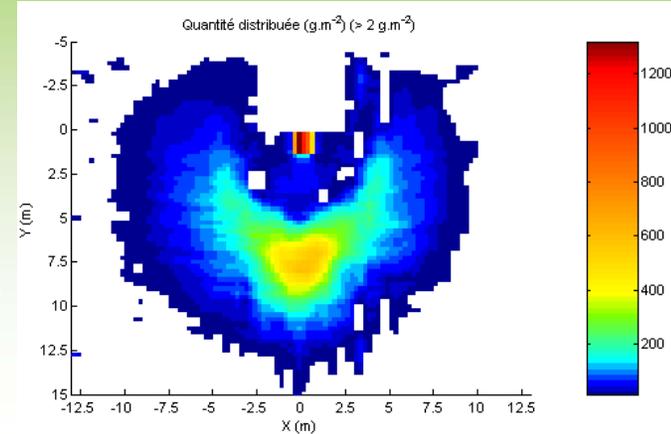
Les engrais organiques solides

La variabilité des nappes en fonction des réglages / produits.



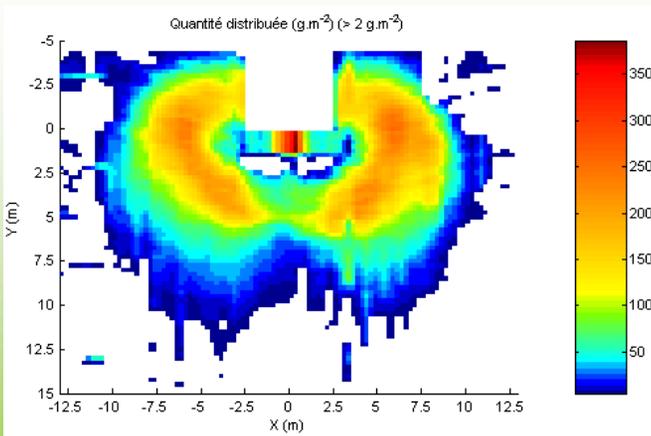
**Boues
granulées**

La nappe caractéristique en 3D



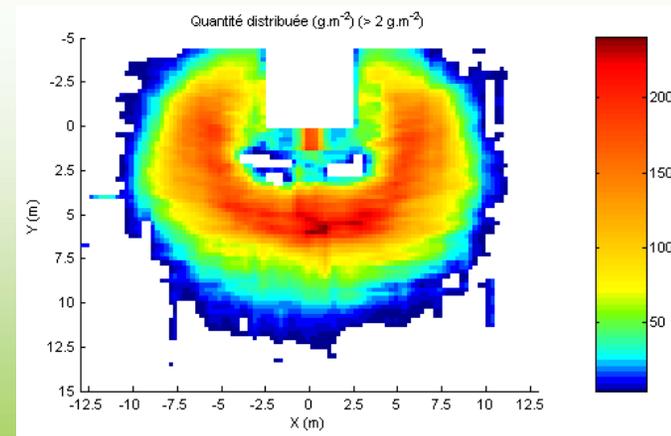
**La
courbe
est en
triangle
avec une
pointe au
centre**

La nappe présente une pointe au centre



**La
courbe
est en
« M »**

La nappe avec surdoses latérales



**La
courbe
est en
trapèze**

La nappe bien répartie

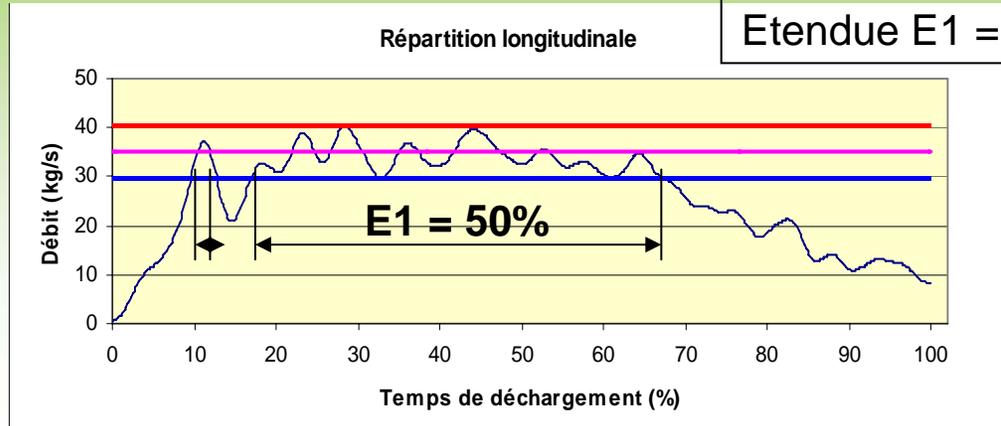
*Académie d'Agriculture de France
Agriculture - Alimentation - Environnement*



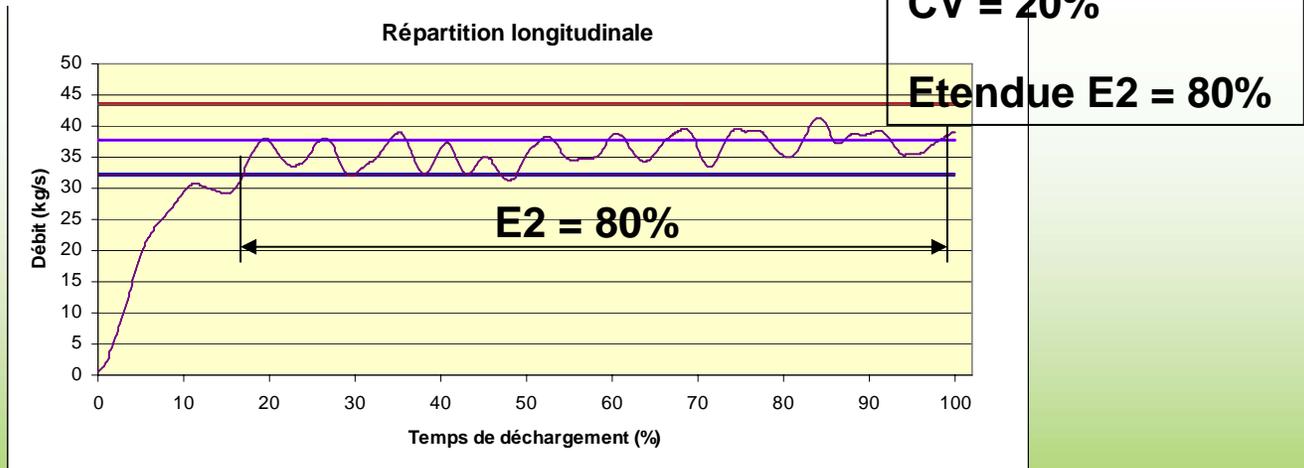
Les engrais organiques solides

Les progrès possibles sur le longitudinal.

Epandeur à tapis classique



Epandeur à tablier



le tapis permet de diminuer le C.V. de moitié et d'augmenter l'étendue de 60%

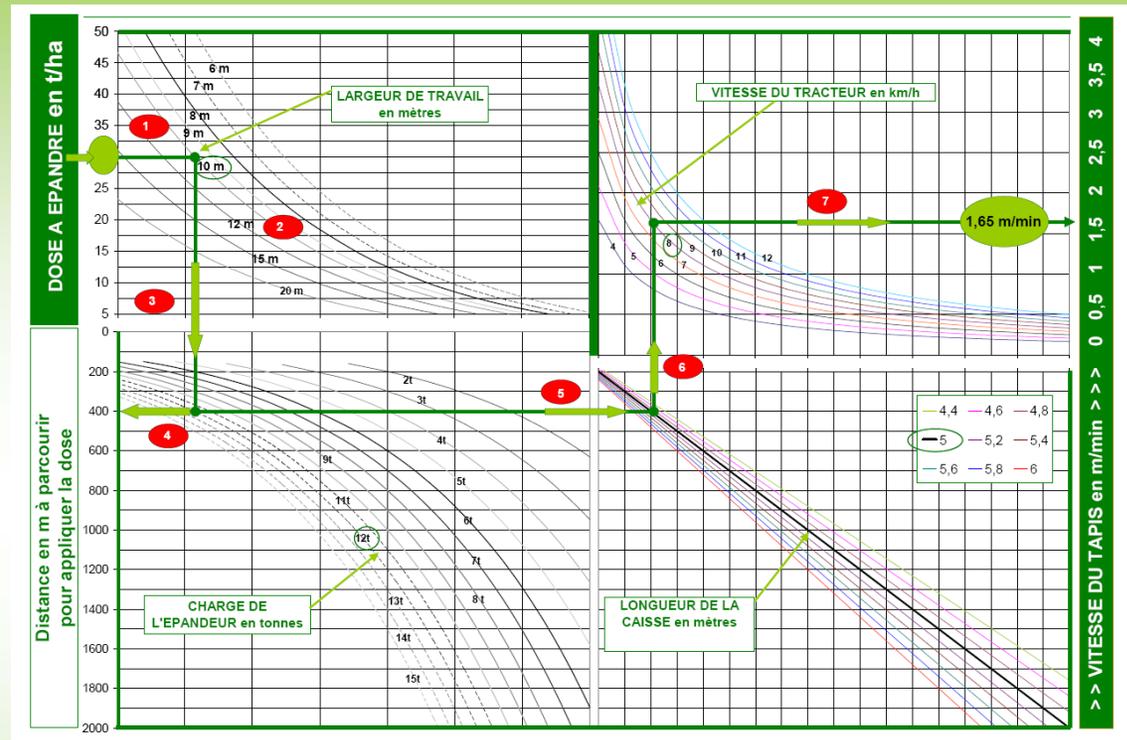
Les engrais organiques solides

La maîtrise de la dose

On constate un écart important, jusqu'à 50%, entre la dose obtenue et la dose objectif.

$$\text{Dose} = f(\text{larg. trav.}, \text{vit. av.}, \text{débit})$$

$$\text{Débit} = f(\text{densité}, \text{vit. tapis}, \text{larg. épandeur}, \text{hauteur porte})$$



La présence d'abaques adaptées et d'indicateurs de réglages permet de réduire cet écart à moins de 10%



Les engrais organiques solides

Synthèse des épandages en fumier, compost et boues

Les épandeurs à hérissons verticaux

- sont adaptés aux épandages de fumier de bovins
- peuvent être utilisés en compost

Les épandeurs à table d'épandage

- sont adaptés aux épandages de fumier de volailles, de bovins et de compost
- aux épandages de boues solides et pâteuses

La régularité en répartition transversale est

- difficile à atteindre en fumier et boues solides
- plus facile à atteindre en compost et en boues granulées

La régularité en répartition longitudinale est

- difficile à atteindre en compost et en fumier de volailles
- plus facile en fumier
- perfectible

Lors des essais réalisés pour l'Ademe, en 2004-2006 en épandage de fumier et de compost, 45% des matériels ne satisfaisaient pas aux normes.

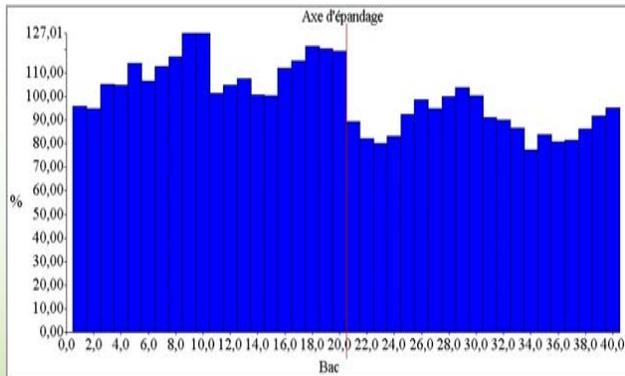
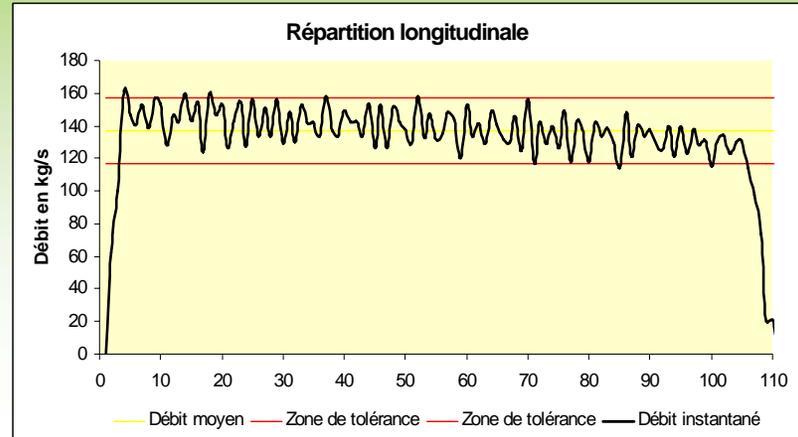
Les engrais organiques liquides

Le banc d'essai de la station des Cormiers: Méthodes et moyens de mesure

la répartition longitudinale

L'épandeur est posé sur des plate-formes de pesée. Deux pesées/sec permettent d'évaluer la répartition longitudinale

La répartition longitudinale obtenue avec les épandeurs de lisier est très satisfaisante



la répartition transversale

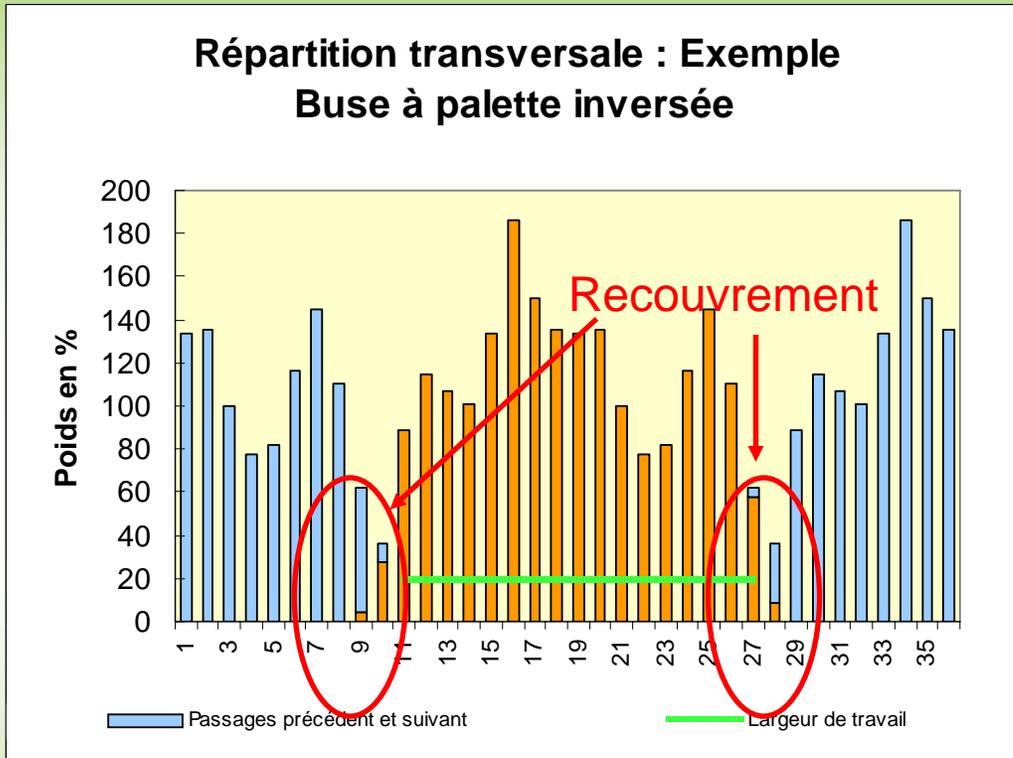
L'épandeur de lisier est placé ou passe au dessus du banc d'essai.

Les pesées individuelles de chaque bac permettent d'établir les courbes de répartition transversale



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en nappe



Buse à palette :

CV de 16 à 30 %

Buse à palette inversée:

CV de 16 à 40 %

Tri-Buses :

CV de 20 à 40 %

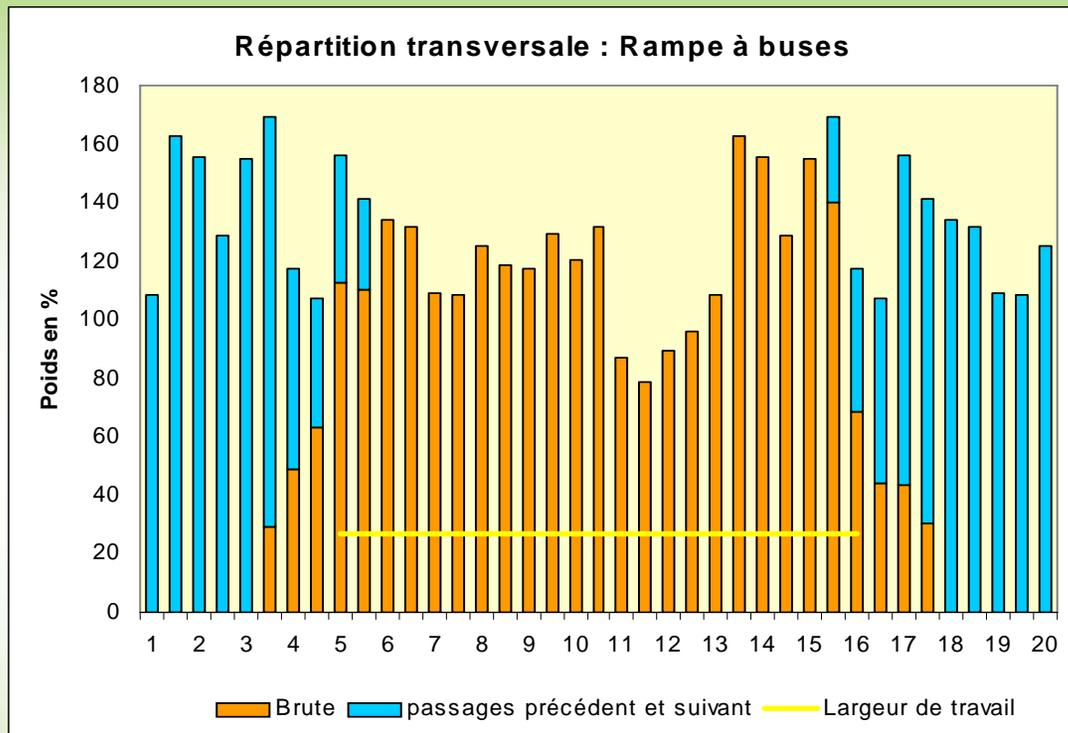
Rampe à Buses :

CV < 20 %



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en nappe



Buse à palette :

CV de 16 à 30 %

Buse à palette inversée :

CV de 16 à 40 %

Tri-Buses :

CV de 20 à 40 %

Rampe à Buses :

CV < 20 %



Les engrais organiques liquides

Les épandeurs en nappe

Points forts

Points faibles

Buse à palette :

- Application sur de nombreuses cultures ou sols nus

- Souillure des feuilles sur prairie

- réglages simples (sans)

- dose à l'hectare difficile à maîtriser

Buse à palette inversée

- convient à tout type de lisier sans risque de bouchage

- surdosage systématique avec recouvrement excessif

- prix d'achat modéré (...)

- entretien simple et usure faible

- répartition irrégulière

- volatilisation / odeurs

Tri-Buses :

- sensible au vent



Les engrais organiques liquides

Les épandeurs en nappe

Points forts

Rampe à Buses

- Application sur de nombreuses cultures ou sols nus
- **largeur de travail et dose, faciles à maîtriser**
- **répartition assez homogène**
- **convient à tout type de lisier avec risque de bouchage limité**
- prix d'achat modéré (...)
- entretien assez simple

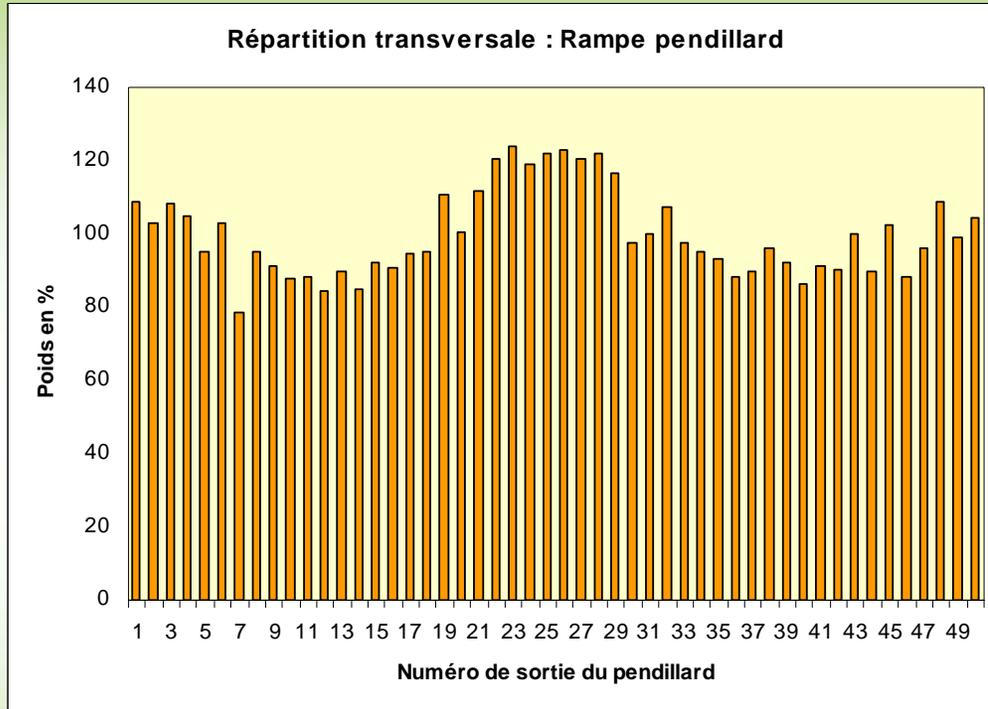
Points faibles

- Souillure des feuilles sur prairie
- Disparités de répartition entre les buses
- Volatilisation
- Odeur



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en lignes



• Rampe à pendillards :

DM < 15 %

• Enfouisseurs cultures :

DM < 10 %

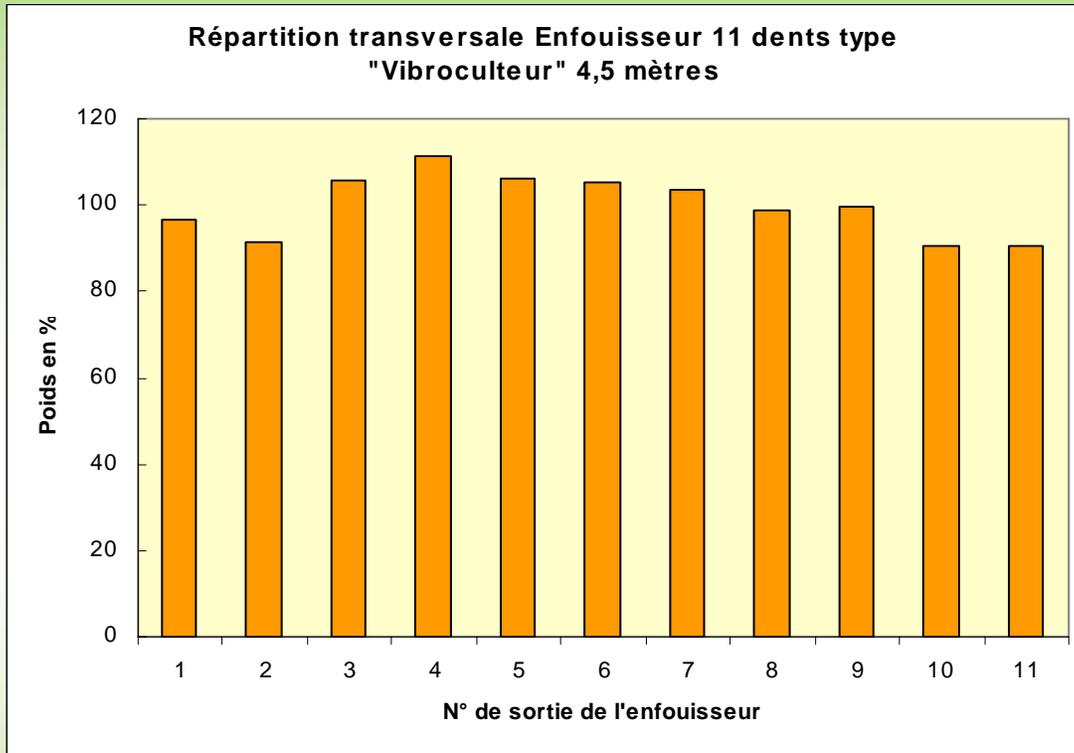
• Enfouisseurs prairies :

DM < 10 %



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en lignes



- Rampe à pendillards :

DM < 15 %

- Enfouisseurs cultures :

DM < 10 %

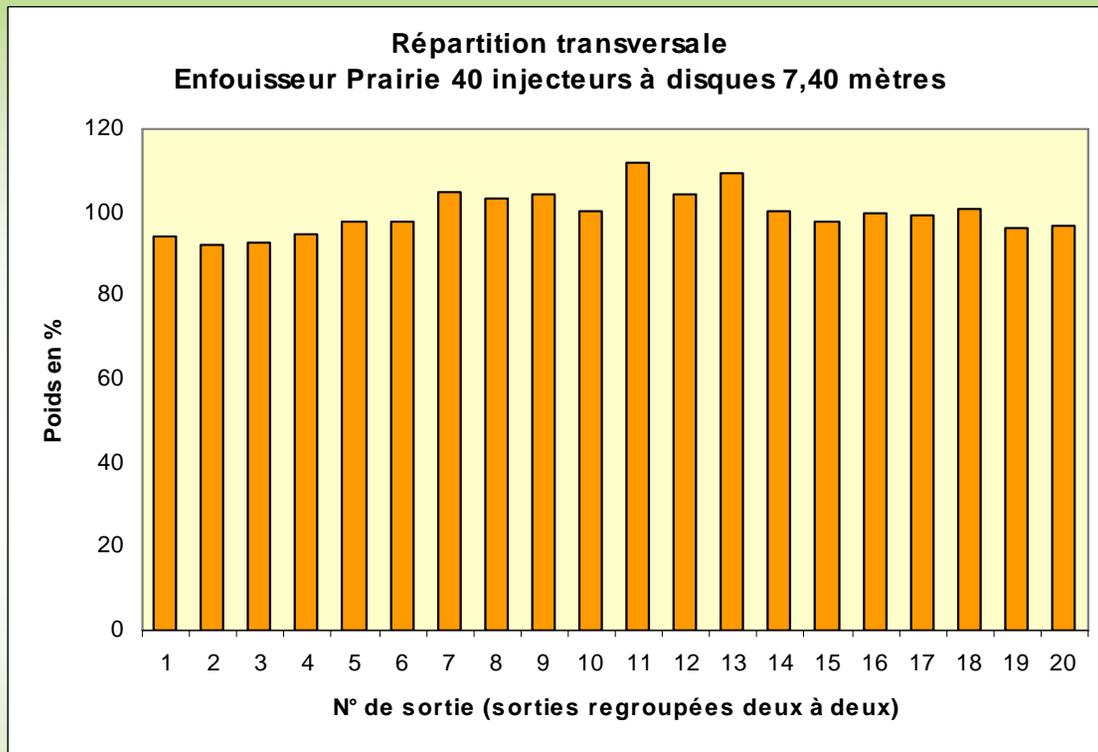
- Enfouisseurs prairies :

DM < 10 %



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en lignes



- Rampe à pendillards :

DM < 15 %

- Enfouisseurs cultures :

DM < 10 %

- Enfouisseurs prairies :

DM < 10 %



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en lignes

Points forts

- Application sur de nombreuses cultures ou sols nus
- peu de souillures sur le feuillage
- (grande largeur) de travail facile à maîtriser
- répartition homogène, même en pente
- dose à l'hectare facile à maîtriser
- convient aux lisiers fluides ou épais avec broyeur répartiteur
- volatilisation et odeurs réduites

Points faibles

- Trouver la plage de débit de chaque épandeur (variable selon le type de lisier)
- équipements de réglages pas toujours présents (broyeur répartiteur, réglage du débit)
- bouchage possible en lisier pailleux
- entretien et maintenance importants
- prix d'achat élevé suivant les équipements

• Rampe à pendillards :



Les engrais organiques liquides

La répartition transversale des épandeurs en lignes

Points forts

- Application sur cultures ou sols nus
- pas souillure sur le feuillage
- répartition homogène, même en pente
- dose à l'hectare facile à maîtriser
- convient aux lisiers fluides ou épais avec broyeur répartiteur
- **peu ou pas de volatilisation et d'odeur**

Points faibles

- Trouver la plage débit de chaque épandeur (variable selon le type de lisier)
- équipements de réglages pas toujours présents (broyeur répartiteur, réglage du débit)
- bouchage possible en lisier pailleux
- entretien et maintenance importants
- prix d'achat élevé suivant les équipements
- **largeur de travail limitée**

•Enfouisseurs cultures :

•Enfouisseurs prairies :



Les engrais organiques liquides

Le réglage de la dose

- La dose en m^3/ha dépend du **débit**, de la **vitesse** et de la largeur entre passages

Le réglage du débit

- Le débit dépend de la fluidité, de la **pression**, des **sections** de passages



- Les ajutages permettent également d'équilibrer la répartition entre sorties.

Le réglage de la vitesse

- La vitesse d'avancement est définie par l'objectif de dose et ne permet pas toujours de valoriser la puissance du tracteur.

Le DPA (débit proportionnel à l'avancement)

- Il ajuste le débit à la vitesse pour atteindre l'objectif de dose. Il impacte la répartition transversale si le répartiteur est de type « sous pression »

Les engrais organiques liquides

Le risque de bouchage en lisier pailleux : un index côté sur 200 points

- Boîte d'origine Suédoise constituée de 4 compartiments de 20 l
- A chaque compartiment, une grille avec des orifices de tailles différentes mais une surface de passage égale
 - 64 trous de 15 mm
 - 24 trous de 25 mm
 - 12 trous de 35 mm
 - 7 trous de 45 mm



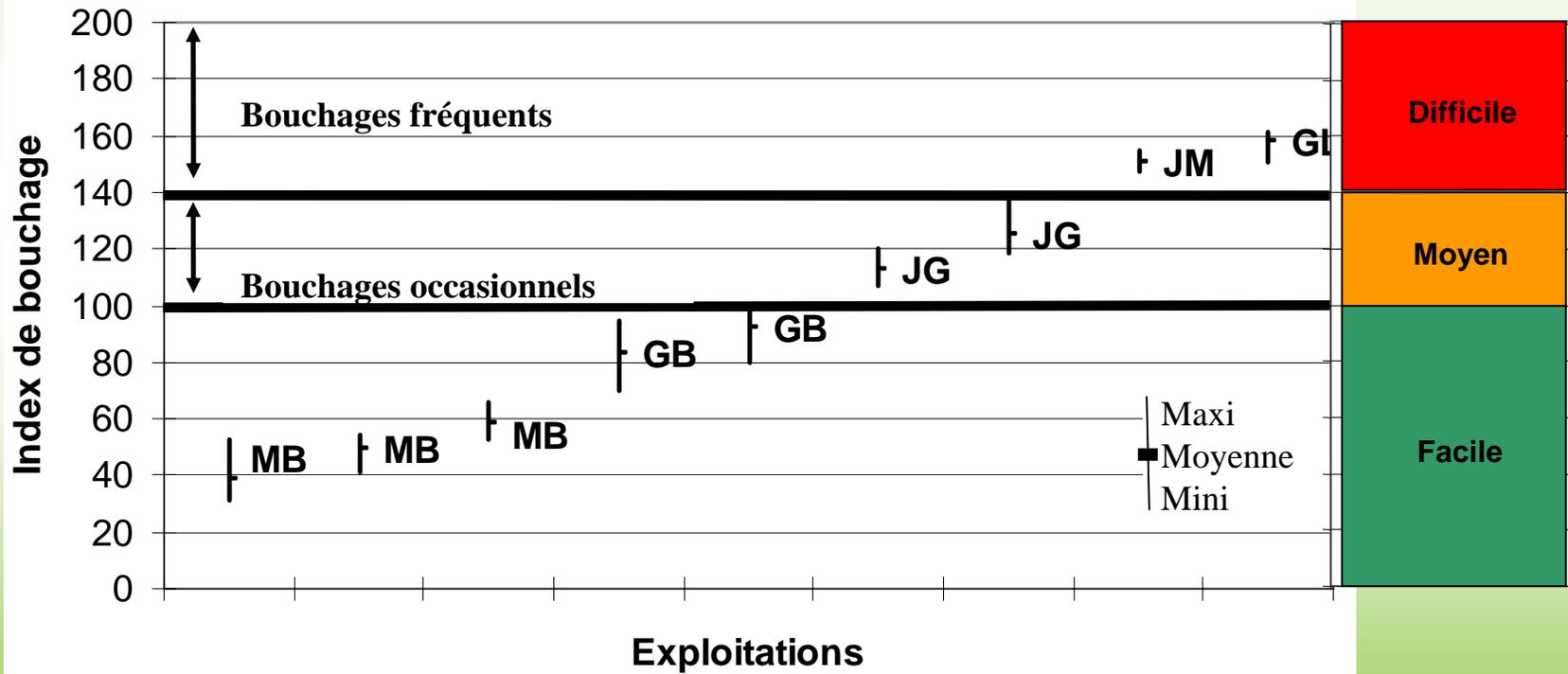
- Des obturateurs placés sur les grilles permettent le remplissage
- Calcul de l'index : $\text{Pourcentage de trous bouchés} \times 25 + \text{hauteur éventuelle de lisier} / 2$

Les engrais organiques liquides

Le risque de bouchage en lisier pailleux

- Exemple : index pivot = 120 points pour un matériel utilisé en groupe (cuma)

Index de bouchage dans différentes exploitations



Les engrais organiques liquides

Limiter les pertes : volatilisation, ruissellement

Surface d'échange *Lisier en surface/air*



Exemple travail avec un enfouisseur polyvalent à 5 éléments (dose: 20 m³/ha; prof : 16 cm)

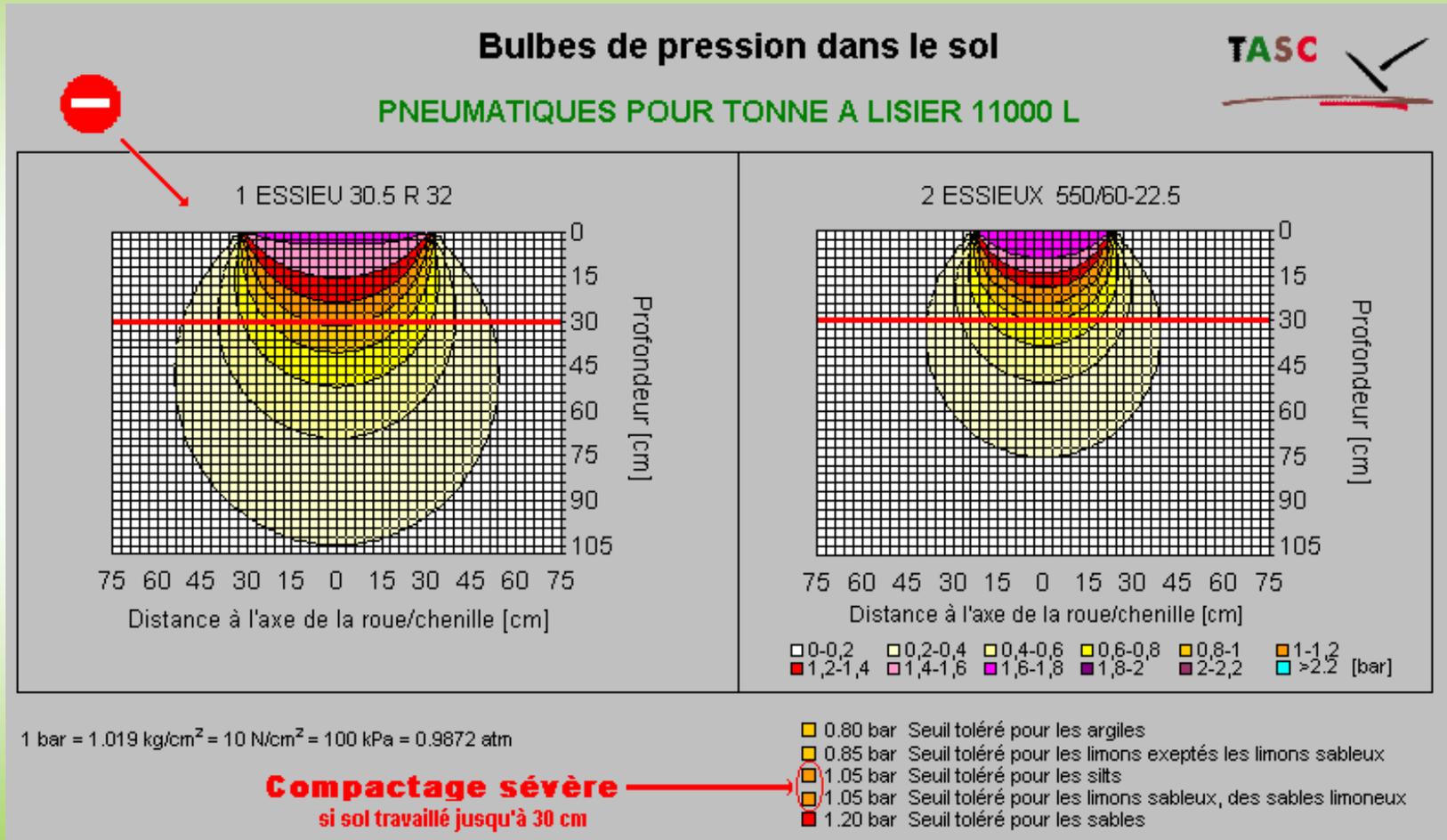


Limiter le tassement des sols



Les engrais organiques liquides

Eviter les compactations sévères du sol



Les engrais organiques liquides

Progrès attendus

Un réglage efficient de la dose associé à :

- un maintien de la bonne répartition transversale
- Une productivité de chantier élevée



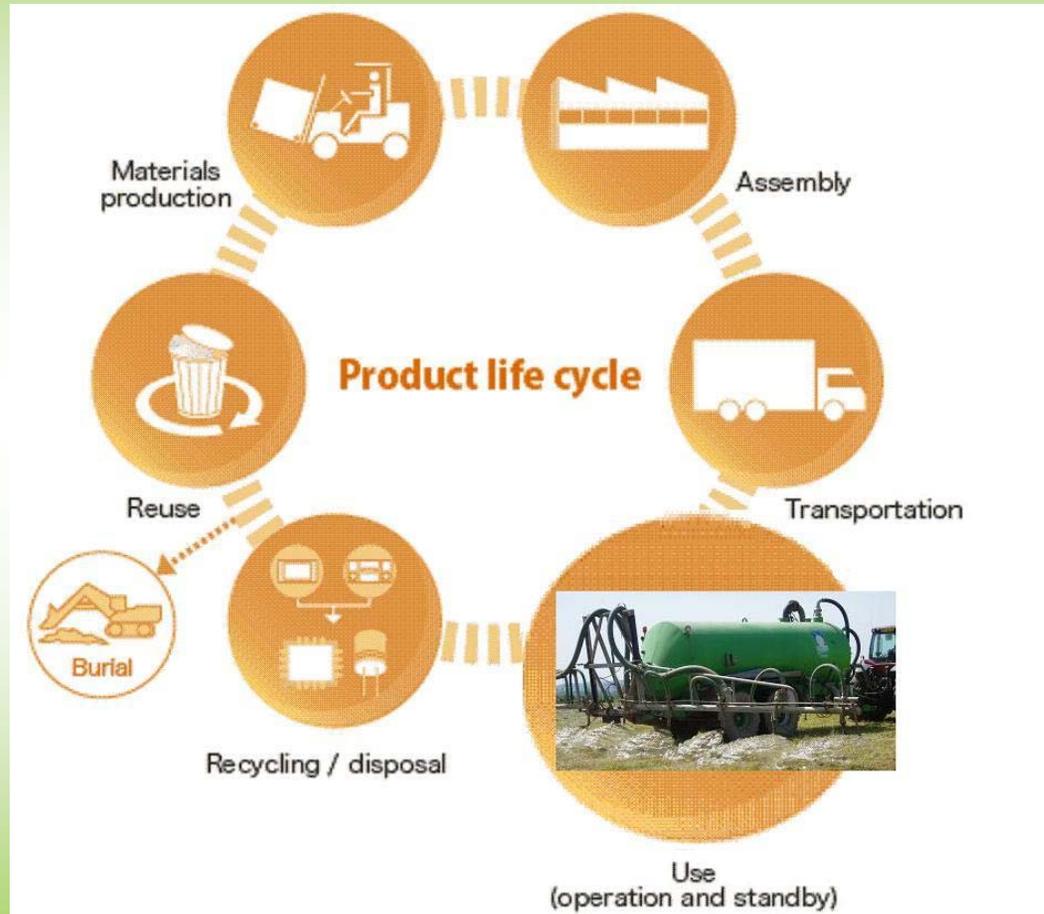
Une réduction des impacts au sol et des masses métalliques transportées



- sur route
- Au champ

Ecodefi : pour aller plus loin

ECOconception et DEveloppement de méthodologies de Fabrication Innovante de machines d'épandage

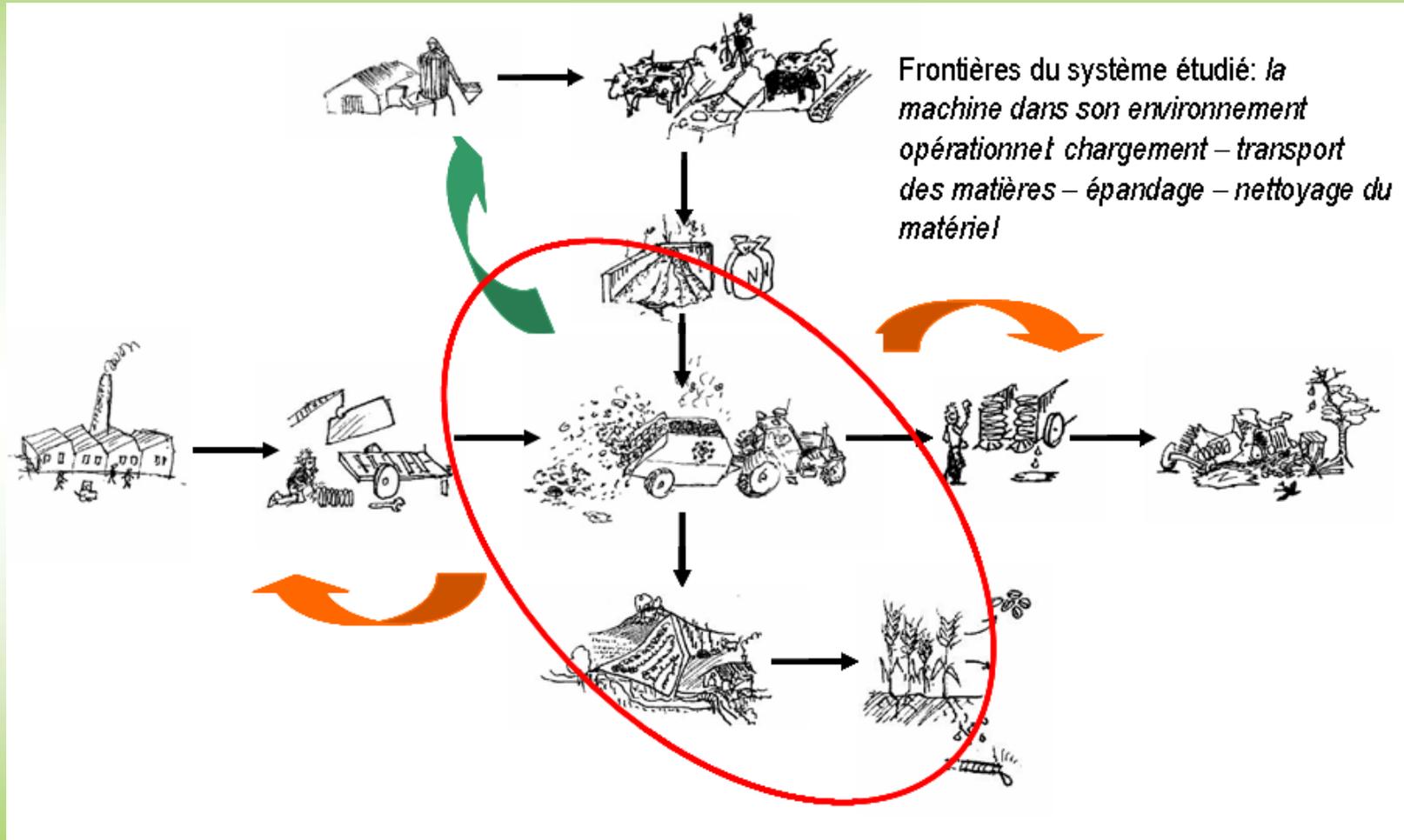


Méthode :
Analyse
du cycle
de vie

(Evaluation des
impacts
environnementaux)

Ecodefi :

Frontières du système étudié : la machine dans son environnement opérationnel



Ecodefi : un programme piloté par le Cemagref, financé par l'ANR

Partenaires du projet

Autres Partenaires:

LaMI/Univ
Clermont F
ENSAM
Chambéry
CIRAD
LME/Univ
Orléans
IT Betterave
FNCUMA
Ch Rég Agri
Bretagne
Cemagref
Antony +
Clermont F +
Montpellier

