



## Les engrais de recyclage: lesquels choisir ?

Jacques G. Fuchs, FiBL ([jacques.fuchs@fibl.org](mailto:jacques.fuchs@fibl.org))

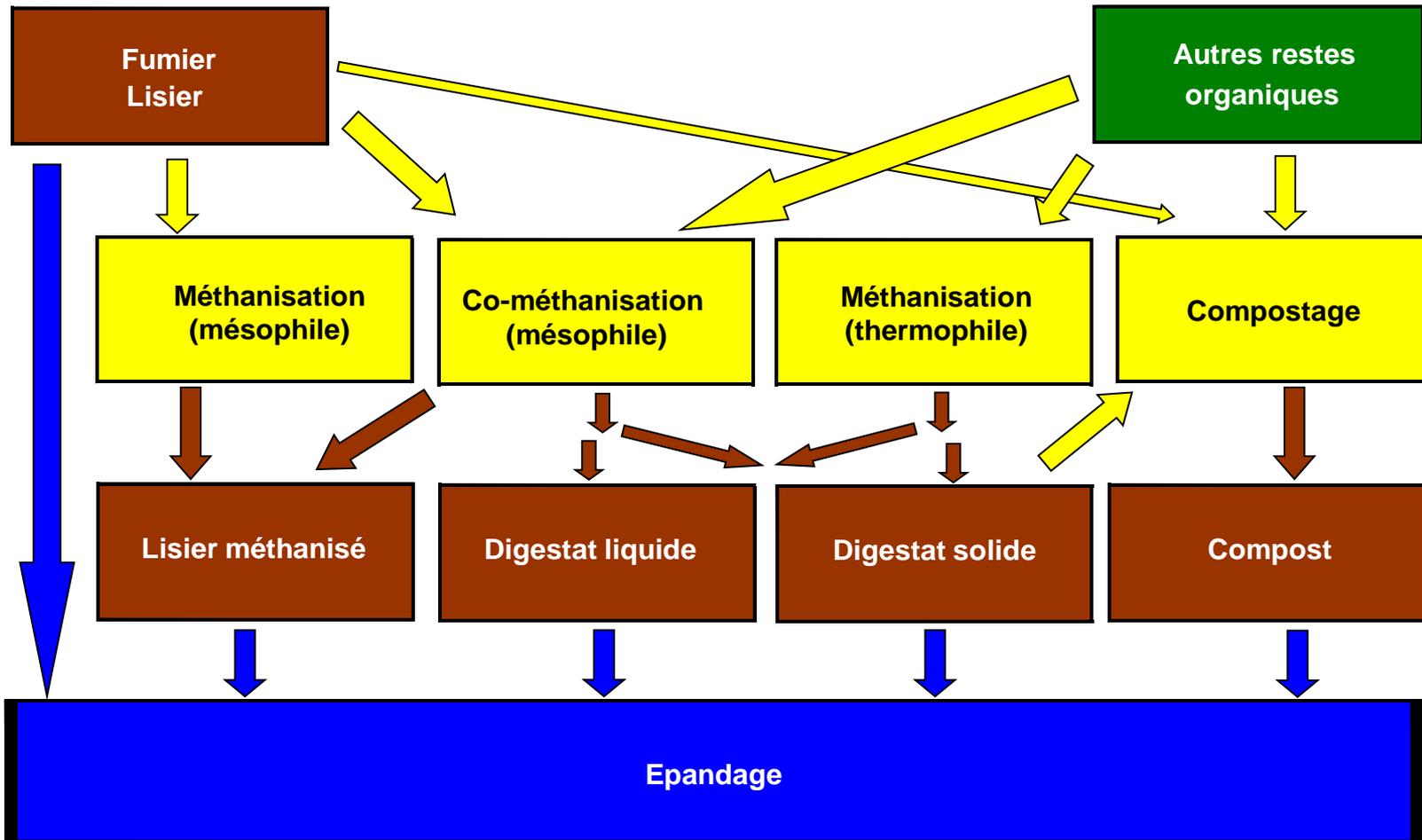
# Les engrais de recyclage: des auxiliaires de choix pour les grandes cultures

- › Introduction: engrais de ferme et engrais de recyclage
- › Effets de la méthanisation sur la qualité des engrais de ferme
- › Effet des engrais de recyclage sur la fertilité des sols
- › Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes
- › Utilisation pratique des engrais de recyclage
- › Conclusions

# Introduction: engrais de ferme et engrais de recyclage



# Introduction: engrais de ferme et engrais de recyclage



# Introduction: engrais de ferme et engrais de recyclage

› Teneur médiane en éléments fertilisant des divers produits par m<sup>3</sup>

		Compost	Digestat solide	Fumier méthanisé	Digestat liquide Kompostgas	Digestat liquide agricole	Lisier méthanisé
poinds spéc.		0.60	0.42	0.42	1.00	1.00	1.00
MS	[% MF]	54.5	43.9	26.4	14.2	4.5	5.0
MO	[% MS]	21.9	23.8	22.8	7.0	2.9	3.3
Salinité	g KCl <sub>eq</sub> /kg MF	2.8	2.5	3.7	12.0	11.3	12.3
Valeur pH	-	7.8	7.8	8.3	8.0	7.6	0.4
NO <sub>3</sub> -N	[g N/m <sup>3</sup> ]	43.7	60.4	59.1	7.0	1.0	0.1
NO <sub>2</sub> -N	[g N/m <sup>3</sup> ]	0.5	0.9	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> -N	[g N/m <sup>3</sup> ]	19	248	569	1705	1782	1550
N <sub>min</sub>	[g N/m <sup>3</sup> ]	101	267	610	1705	1782	1561
NO <sub>3</sub> -N/N <sub>min</sub>	[%]	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
N <sub>tot</sub>	[kg /m <sup>3</sup> ]	4.5	2.6	2.2	5.0	3.6	3.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	[kg /m <sup>3</sup> ]	2.1	1.2	1.6	1.9	1.2	1.3
K <sub>2</sub> O	[kg /m <sup>3</sup> ]	4.2	2.1	1.7	4.5	3.1	3.6
Ca	[kg /m <sup>3</sup> ]	15.8	8.4	1.6	5.3	1.4	1.5
Mg	[kg /m <sup>3</sup> ]	1.8	0.8	0.4	1.0	0.3	0.4
S	[kg /m <sup>3</sup> ]	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3

Source: Banque de données CVIS de l'Inspectorat suisse du compostage et de la méthanisation. Données 2013-1019

# Effets de la méthanisation sur la qualité des engrais de ferme



# Effets de la méthanisation sur la qualité des engrais de ferme

- › Méthanisation du lisier/fumier: cela fonctionne comme cela ...
  - › (Co-)méthanisation agricole: en général mésophile (40-42 °C)
  - › En général co-méthanisation (pour un rendement en gaz intéressant)
    - › < 20% de co-substrat: production de lisier / fumier méthanisé
    - › ≥ 20% de co-substrat: production de digestat liquide/solide
  - › À la fin du processus:
    - › Lisier méthanisé / digestat liquide (sans séparation des phases)
    - › Séparation en une fraction solide (fumier méthanisé / digestat solide) et une fraction liquide (lisier méthanisé / digestat liquide)
  - › La teneur en éléments fertilisants par m<sup>3</sup> de produit dépend:
    - › Des matières de départ
    - › De la teneur en matière sèche des produits

# Effets de la méthanisation sur la qualité des engrais de ferme

- › Lisier méthanisé par rapport au lisier brut
  - › Eléments fertilisants totaux =
  - › Matière organique ↘ -20 à -30%
  - › Matière sèche ↘ -25 à -50%
  - › Salinité ↗
  - › Azote organique ↘ -10 à -30%
  - › Azote ammonium ↗ +10%
  - › pH ↗ 7,5 et plus

(Besson et al., 1985; Potsch et al., 2004; Bachmann, 2009)

# Effets de la méthanisation sur la qualité des engrais de ferme

- › Lisier méthanisé par rapport au lisier brut
  - › Moins d'odeurs incommodantes
  - › Meilleure fluidité (moins visqueux)
  - › Moins agressif pour plantes et faune du sol
  - › Moins de graines de mauvaises herbes viables
  - › Favorise les vers de terre

(Besson et al., 1985)

# Effets de la méthanisation sur la qualité des engrais de ferme

› Lisier méthanisé par rapport au lisier brut

› Risques de pertes ammoniacales lors de son épandage



# Effet des engrais de recyclage sur la fertilité des sols



# Effet des engrais de recyclage sur la fertilité des sols

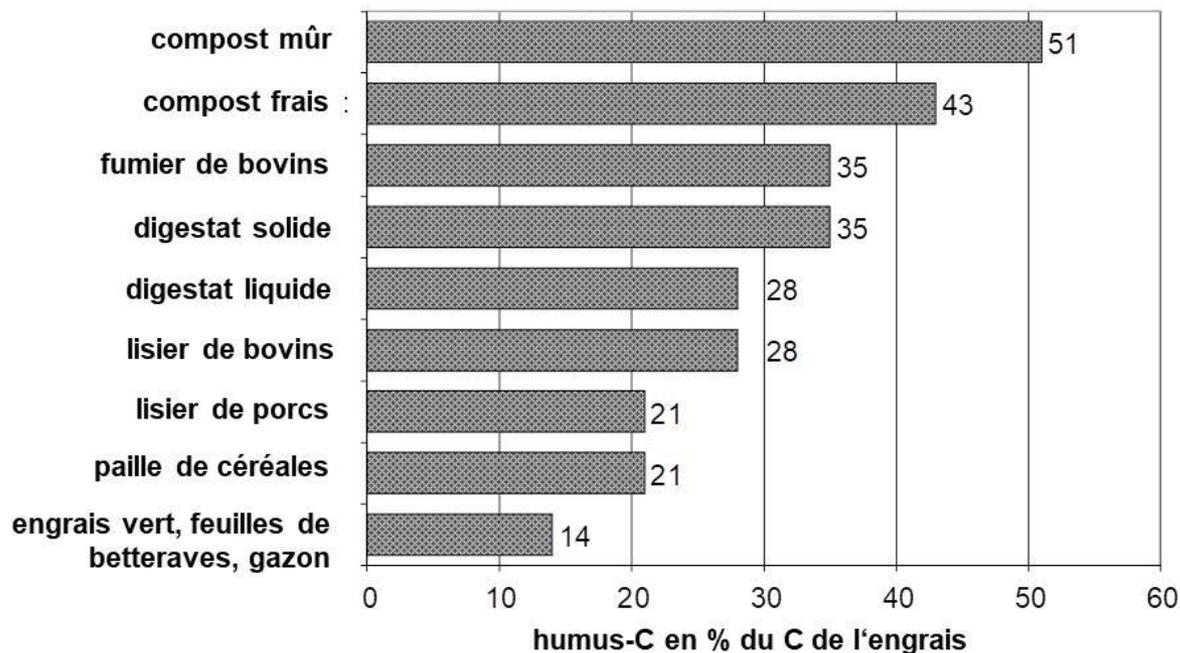
- › Apport d'éléments nutritifs (macro et oligo-éléments)
- › Teneurs moyennes en éléments nutritifs (kg/t TS) des différents produits

		Compost			Digestat solide			Digestat liquide Kompogas		
		Médiane	Min.	Max.	Médiane	Min.	Max.	Médiane	Min.	Max.
<b>MS</b>	[% MF]	<b>54.5</b>	23.1	93.7	<b>43.9</b>	20.1	87.6	<b>14.2</b>	10.0	28.3
<b>MO</b>	[% MS]	<b>41.8</b>	11.7	90.2	<b>56.3</b>	20.0	92.1	<b>49.8</b>	21.0	69.4
<b>Salinité</b>	g KCl <sub>eq</sub> /kg MS	<b>8.9</b>	0.6	96.4	<b>13.7</b>	1.7	182.4	<b>84.3</b>	7.7	168.4
<b>Valeur pH</b>	-	<b>7.8</b>	6.0	9.4	<b>7.8</b>	6.8	9.1	<b>8.0</b>	7.0	9.3
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	[g N/t MS]	<b>128.9</b>	0.0	2223.7	<b>336.9</b>	0.0	2521.7	<b>37.6</b>	0.0	51.7
<b>NO<sub>2</sub>-N</b>	[g N/t MS]	<b>1.7</b>	0.0	467.0	<b>3.2</b>	0.4	343.8	-	-	-
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	[g N/t MS]	<b>55.6</b>	0.0	5288.2	<b>1342.4</b>	0.1	9529.4	<b>11732.5</b>	321.4	54538.6
<b>N<sub>min</sub></b>	[kg N/t MS]	<b>294.4</b>	0.0	6215.5	<b>1567.9</b>	77.9	9998.7	<b>11732.5</b>	321.4	54538.6
<b>NO<sub>3</sub>-N/N<sub>min</sub></b>	[%]	<b>0.63</b>	0.00	1.00	<b>0.24</b>	0.00	1.00	<b>0.01</b>	0.00	0.01
<b>N<sub>tot</sub></b>	[kg N/ t MS]	<b>14.2</b>	4.8	45.3	<b>14.2</b>	4.0	45.6	<b>35.1</b>	18.3	66.9
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	[kg / t MS]	<b>6.4</b>	2.1	29.6	<b>6.4</b>	2.5	30.3	<b>13.5</b>	5.9	37.3
<b>K<sub>2</sub>O</b>	[kg / t MS]	<b>13.0</b>	1.6	47.5	<b>11.8</b>	5.5	44.4	<b>31.3</b>	12.3	67.4
<b>Ca</b>	[kg / t MS]	<b>49.7</b>	10.0	153.2	<b>46.0</b>	8.2	196.4	<b>36.6</b>	7.6	96.1
<b>Mg</b>	[kg / t MS]	<b>5.4</b>	1.2	18.0	<b>4.5</b>	1.6	10.5	<b>6.8</b>	3.4	12.0
<b>S</b>	[kg / t MS]	<b>2.0</b>	0.0	10.5	<b>1.9</b>	0.0	30.2	<b>3.2</b>	0.0	10.8

Source: Banque de données CVIS de l'Inspectorat suisse du compostage et de la méthanisation. Données 2013-1019

# Effet des engrais de recyclage sur la fertilité des sols

- › Apport d'éléments nutritifs (macro et oligo-éléments)
- › Apport de matière organique stable



***Capacité de reproduction d'humus du carbone organique de divers engrais organiques (selon Reinhold 2006)***

# Effet des engrais de recyclage sur la fertilité des sols

- › Apport d'éléments nutritifs (macro et oligo-éléments)
- › Apport de matière organique stable
- › Amélioration de la structure du sol
- › Meilleure pénétration et rétention de l'eau
- › Réduction de l'érosion
- › Effet positif sur le pH du sol
- › Amélioration de l'équilibre microbien du sol

# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

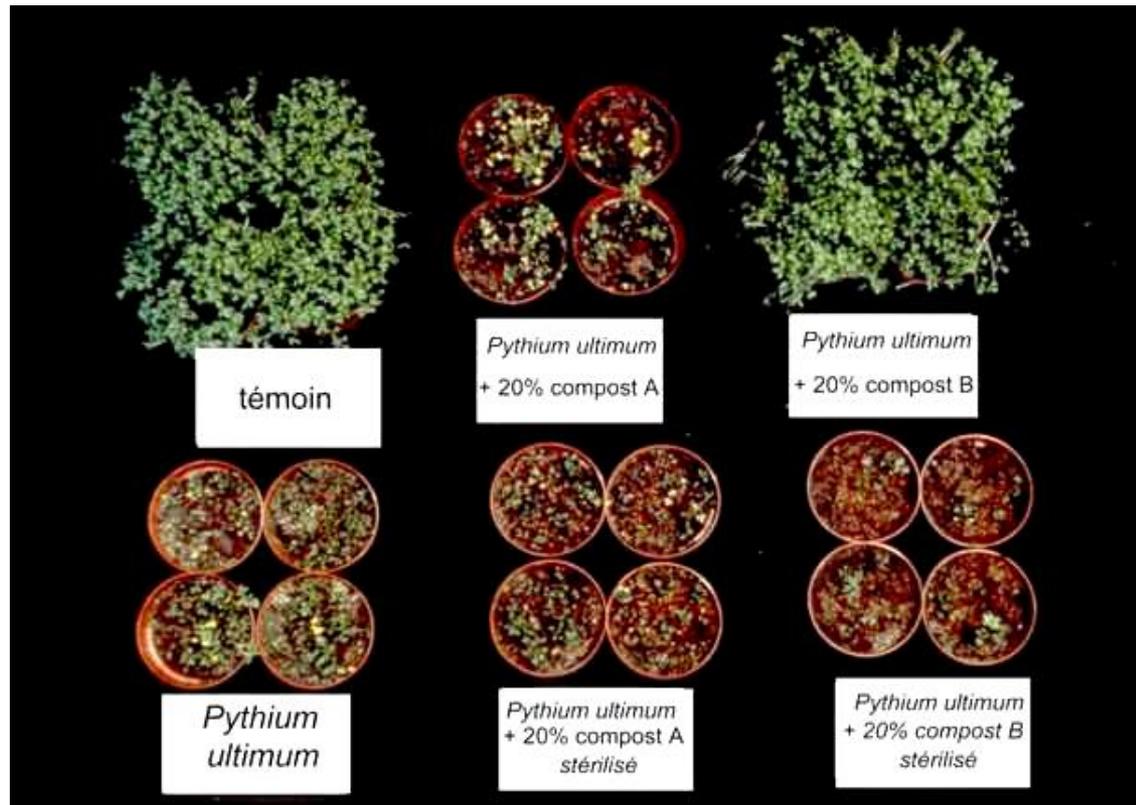
## › Effets indirects

- › Structure du sol
- › Éléments nutritifs principaux et oligo-éléments
- › Régulation du bilan hydrique
- › Érosion
- › Influence de la vie microbienne (apport de substrats)

## › Effets directs

- › La microflore du compost influence la microflore du sol

# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes



# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

## › Composts dans terreaux de culture



# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

## › Composts dans terreaux de culture



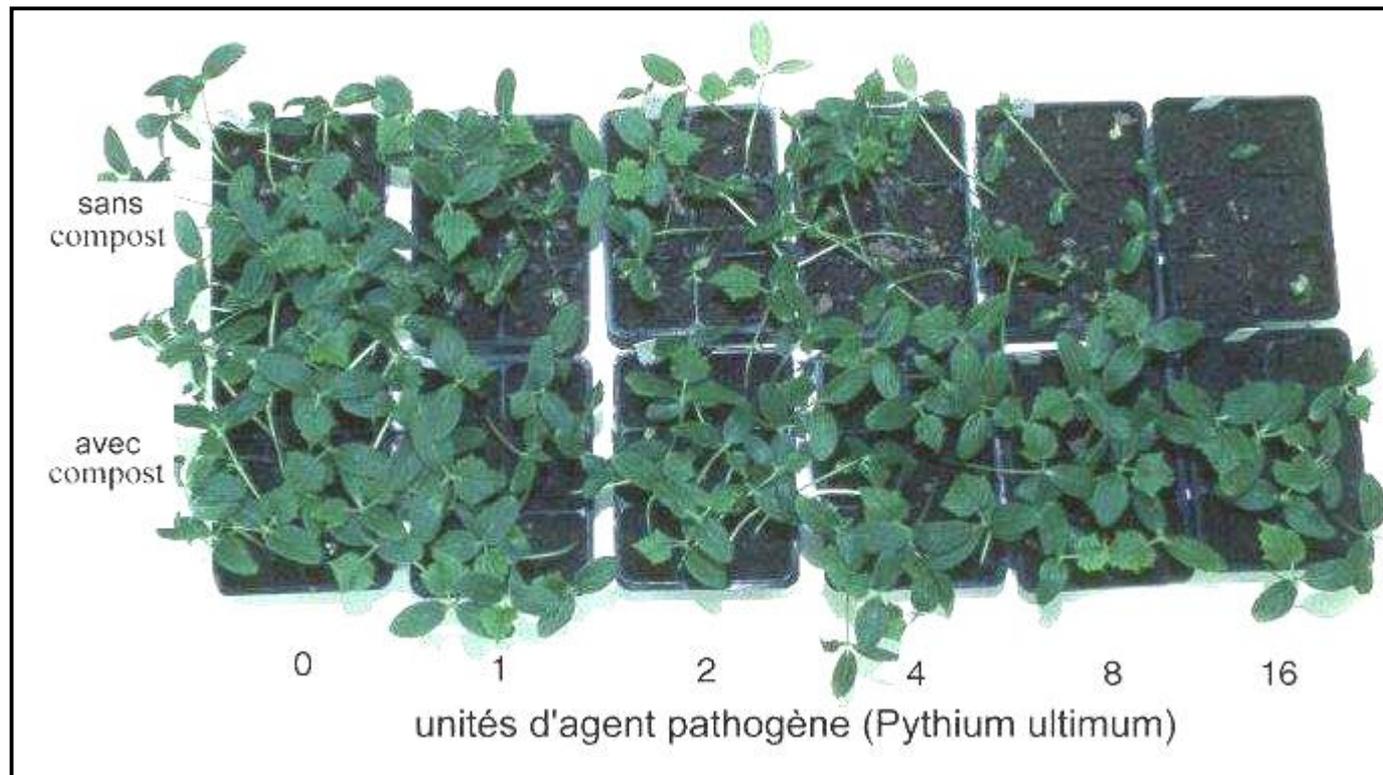
# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

## › Effets des composts dans les champs



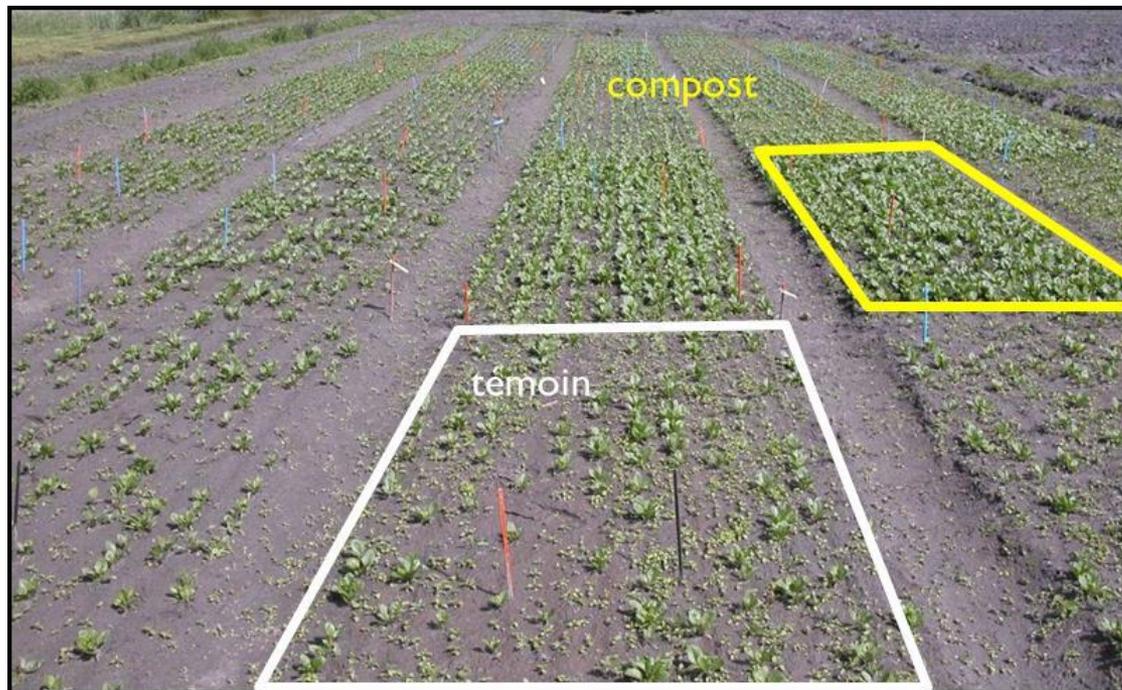
# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

## › Effets des composts dans les champs



# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

- › Effets des composts dans les champs
  - › Maladie de levée des épinards



# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

## › Effets des composts dans les champs

### › Hernie du chou



# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

## › Effets des composts dans les champs

### › Hernie du chou



Compost (10%)



Compost stérilisé (10%)

# Effets des engrais de recyclage sur la santé des plantes

- › Effets des composts dans les champs
- › Rhizoctone de la pomme de terre (Bruns et al., 2009)



- › Essais 2008: + 46 dt/ha en moyenne dans la parcelle compost (1840€)  
(5 t MS de compost / ha)

# Utilisation pratique des engrais de recyclage



# Utilisation pratique des engrais de recyclage

- › Principales caractéristiques des digestats solides
  - › Matériel pas encore stabilisé, processus biologiques encore en cours
  - › Très riches en ammonium (avant post-traitement comme séchage)
  - › Salinité relativement élevée
  - › Relativement phytotoxiques (avant post-traitement)
  - › Qualitativement: comparable avec fumier/lisier
- › Utilisation des digestats solides
  - › Seulement épandre dans des périodes pendant lesquelles les plantes peuvent assimiler l'azote
  - › Bon effet fertilisant à court terme (avant post-traitement)
  - › Apport aussi du substrat pour les microorganismes du sol
  - › Effet moyen sur l'amélioration à long terme du taux d'humus du sol et de sa structure

# Utilisation pratique des engrais de recyclage

- › Principales caractéristiques des composts
  - › Matériel relativement stabilisé, processus +/- terminé
  - › Relativement pauvre en azote minéral
  - › Bien compatible avec les plantes (suivant degré de maturité)
  - › Matière organique relativement stable
- › Utilisation des composts
  - › Peut être épandu +/- pendant toute l'année (mais pas sur la neige)
  - › Effet fertilisant à court terme relativement modéré
  - › Bon effet à moyen / long terme sur la teneur en humus du sol et sur sa structure
  - › Particulièrement au printemps: attention aux immobilisations d'azote (choix de la qualité des composts employés)

# Utilisation pratique des engrais de recyclage

- › Application de lisier méthanisé / digestat liquide
  - › N'épandre que si les conditions météorologiques (et de sol) sont appropriées
  - › Utiliser une technique appropriée (par exemple pendillards)
  - › Les quantités apportées doivent correspondre aux besoins des plantes (pour éviter les pertes gazeuses ou une sur-fertilisation des sols)
  - › Plusieurs apports modérés (20-25 m<sup>3</sup>/ha) plutôt qu'un apport important

# Utilisation pratique des engrais de recyclage

- › Application de fumier composté / digestat solide / compost
  - › Techniques d'épandage
    - › épandeuse à assiettes conseillée
    - › Equiper l'épandeuse de pneus larges, si possible avec réducteurs de pression
    - › Tenir compte de l'état du sol
  - › Apport au printemps pour le fumier composté et le digestat liquide
  - › Le compost mûr peut aussi être apporté au printemps. Compost ligneux jeune est plutôt à apporter en automne (risque de blocage d'azote dans sols froids au printemps)
  - › Quantités à apporter: 25 tonnes de matière sèche (environ 90 m<sup>3</sup>) tous les trois ans si le bilan de fumure le permet

# Utilisation pratique des engrais de recyclage

- › Choix du produit et de la stratégie d'utilisation
  - › Stratégie d'utilisation des produits
    - › A adapter aux cultures
      - › Emploi sur toute la surface
      - › Emploi sous la ligne ou dans la butte
      - › Cultures sensibles au sel ou au pH élevé (horticulture)
      - › Légumineuse / non légumineuse
      - › Risques phytosanitaires (par exemple galle poudreuse de la pomme de terre)
    - › A adapter à la saison
      - › Au printemps compost libérant l'azote, ou fertilisation d'appoint
      - › Après les moissons: compost captant les restes d'azote
  - › A adapter aux effets recherchés
    - › Amélioration de la structure du sol à moyen / long terme
    - › Effet fertilisant à court terme

# Utilisation pratique des engrais de recyclage

- › Choix du produit et de la stratégie d'utilisation
- › Techniques d'épandage
  - › Compost et digestat solide: épandeuse à assiettes conseillée
  - › Digestats liquides: utiliser des rampes à pendillards ou à socs, enfouisseurs (diminution des pertes d'ammoniaque); par temps chaud: épandre le digestat liquide le soir, en absence de vent
  - › Compost et digestat solide / liquide: incorporation rapide dans les premiers 10 cm du sol
  - › Equiper l'épandeuse / bosse à lisierde pneus larges, si possible avec réducteurs de pression
  - › Tenir compte de l'état du sol
  - › Incorporer compost/digestat dans les premiers centimètres du sol

# Conclusions



# Conclusions

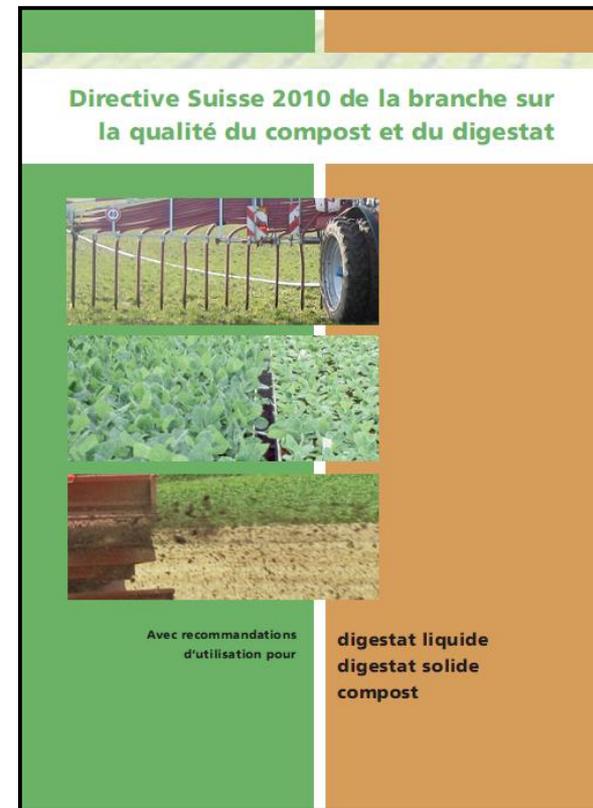
- › La méthanisation de lisiers ou fumiers complets a des avantages importants pour leurs effets bénéfiques sur le sol et les plantes, ainsi que pour les relations avec les voisins (odeurs...)
- › Le compostage du fumier exige un certain travail, a cependant un meilleur effet sur le sol et les plantes (à moyen et long terme)
- › Les composts et digestats de déchets verts sont également très intéressant pour autant que le bilan de fumure le permette:
  - › Digestat liquide (ou dans une moindre mesure digestat solide): effet fertilisant à court terme très intéressant
  - › Compost: effet à moyen et long terme sur la teneur en matière organique, la structure et l'équilibre microbien du sol

# Conclusions

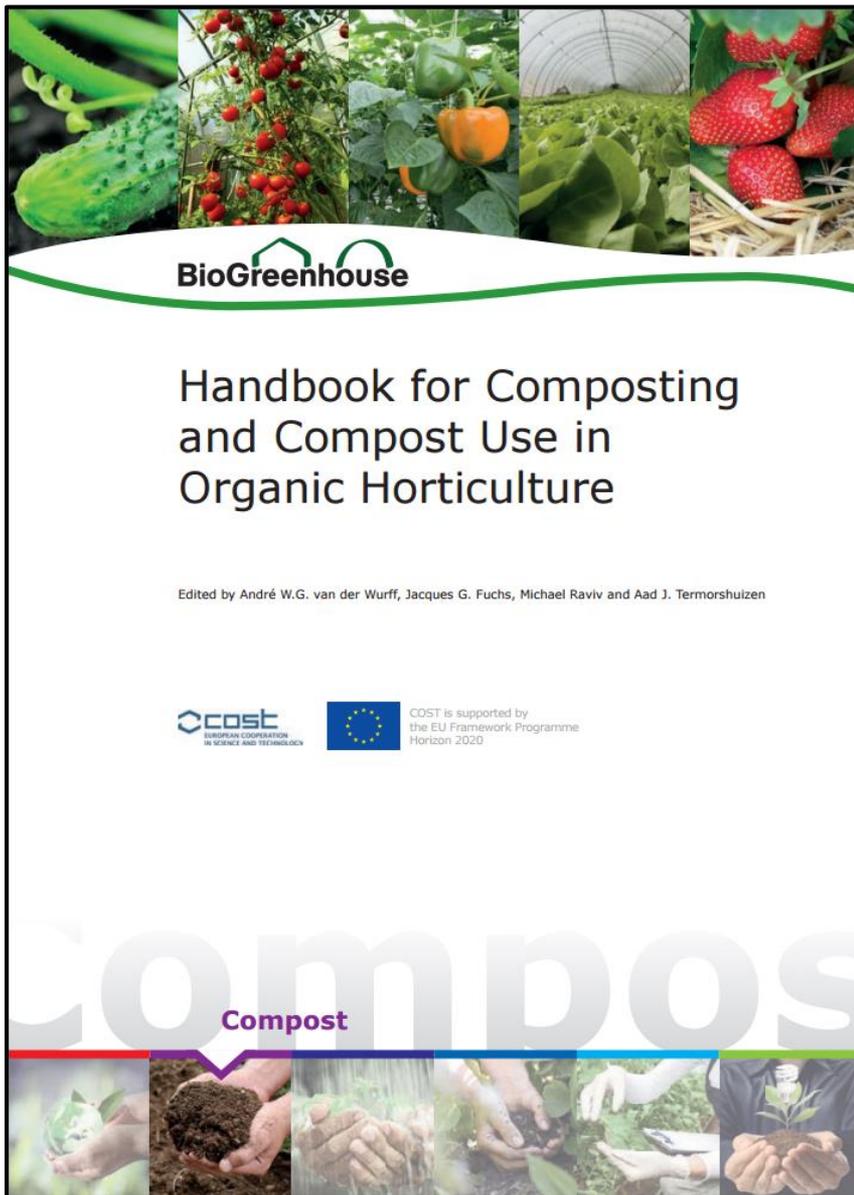
- › Suivant les situations, l'emploi combiné de divers produits complémentaires peut représenter une stratégie menant au succès (par exemple digestat liquide pour un apport de fertilisants disponibles à court terme pour les plantes au printemps et compost ligneux pour effet à long terme sur la structure du sol après les moissons).
- › Les engrais de recyclage sont des produits de valeur au service des producteurs, pour autant que:
  - › Leurs qualités soient irréprochables
  - › Le produit adéquat est choisi pour l'utilisation désirée et les effets recherchés
  - › L'utilisation soit effectuée selon les règles.

# Plus d'information sur les composts et digestats produits en Suisse

- › Directive Suisse 2010 de la branche sur la qualité du compost et du digestat



- › A télécharger sur <http://www.biophyt.ch>



Publication sur la biologie, la production, la qualité et l'utilisation des composts (et digestats)

A télécharger sur [www.biophyt.ch](http://www.biophyt.ch)

# Questions? Discussion ?

[www.fibl.org](http://www.fibl.org)

[www.biophyt.ch](http://www.biophyt.ch)

