



Matière organique et carbone : quelle place dans le sol et quelle gestion en méthanisation



12 février 2020

- Conseil agricole et valorisation du digestat
- Accompagnement de groupement d'agriculteurs pour le développement de projet collectif de méthanisation (de 10 à 80 agriculteurs)
- Mise en place de logistique de collecte d'effluent sur ces projets
- Assistant à maitrise d'ouvrage
- Conseil pour l'optimisation des CIVEs dans les systèmes de cultures
- Vente logiciel de collecte et gestion des bases d'échange

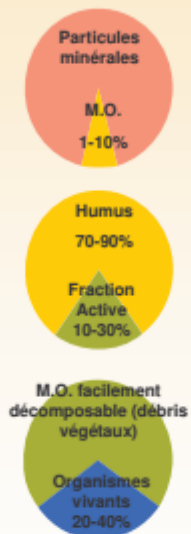


gregory.vrignaud@gmail.com

Matière organique/carbone : de quoi parle-t-on ?

▪ Quelques chiffres

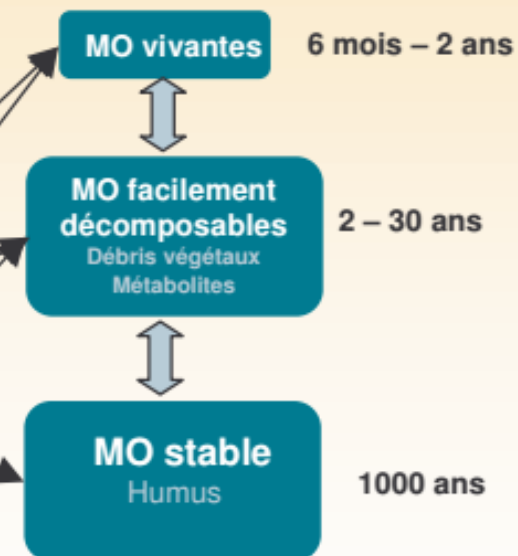
Composition des matières organiques du sol



Quantification des principales fractions des M.O. des sols Cas d'un sol de grande cultures du bassin parisien

Type de matière organique	Quantité (T C.org/ha)	Pourcentage
Macrofaune	0,5	1 %
Biomasse microbienne	1 à 2	2 à 5 %
Résidus organiques frais, « libres »	0 à 4	0 à 10 %
Résidus organiques évolués	2 à 4	5 à 10 %
« Humus »	36	90 %
TOTAL	40	

B. MARY, INRA Laon-Reims-Mons



R. Chaussod R. Nouaïm, 2001, INRA Dijon

Sources : Gaillard, 2001 Thèse de doctorat

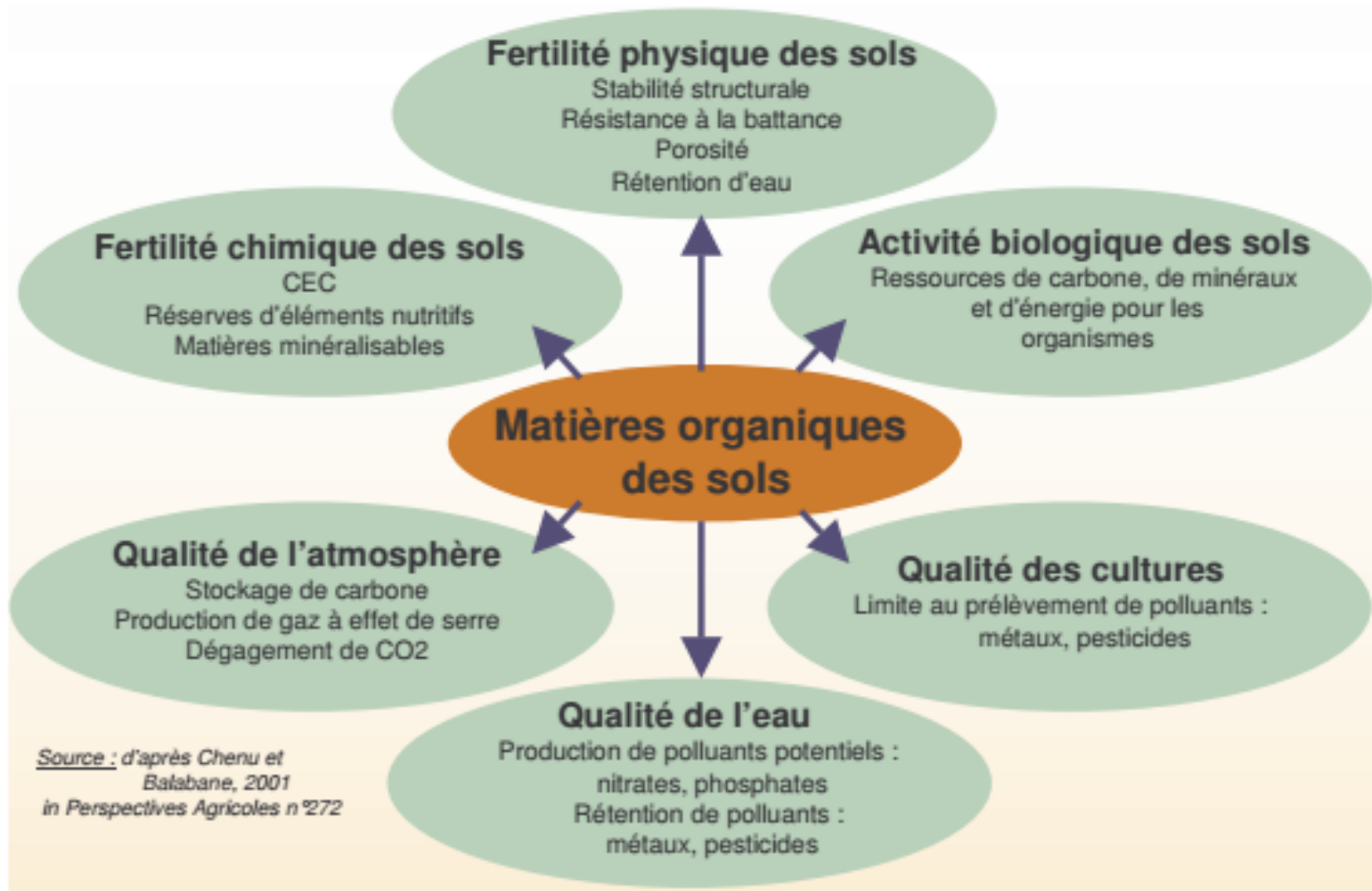
→ Le nombre d'organismes vivants est très élevé dans un sol

300 milliards de bactéries	→ 100 fois la population humaine sur terre
10 milliards de protozoaires	→ 3 fois la population humaine sur terre
100 millions d'algues microscopiques	→ 2 fois la population française
15 000 km de filaments de champignons	→ le diamètre de la terre
50 millions de nématodes	→ environ la population française
5 000 insectes	
500 mollusques	
100 vers de terre	

Source : R. Chaussod

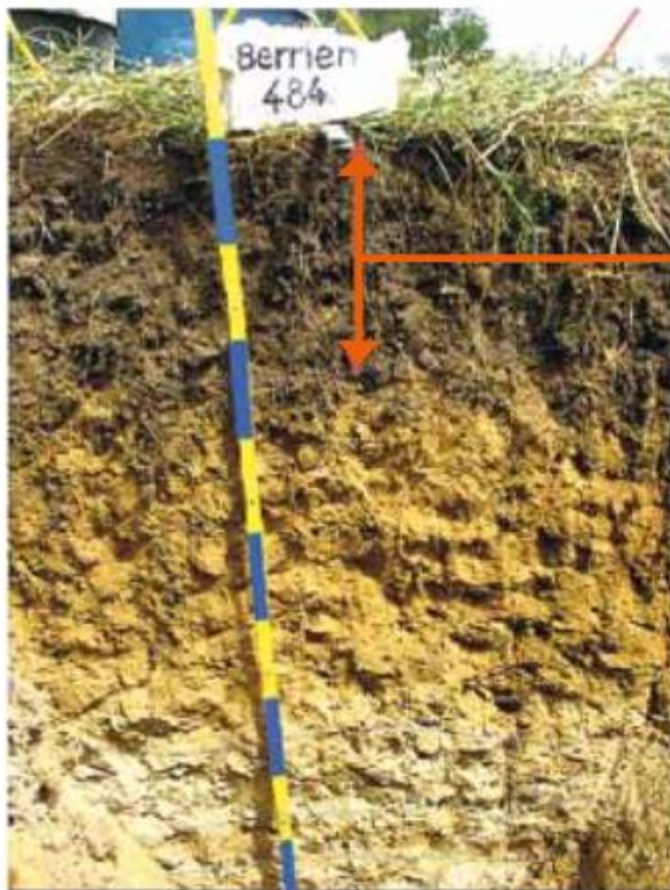
Matière organique/carbone : de quoi parle-t-on ?

- Quels rôles jouent-elles ?



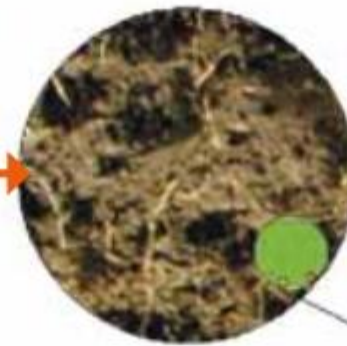
Matière organique/carbone : de quoi parle-t-on ?

- Composition de l'horizon de surface d'un sol de culture



3 000 tonnes de terre organique sèche par ha

5% de matière organique



150 tonnes de matière organique =
75 t de carbone
(275 t de CO₂)
+ 7,5 t d'azote
+

145 tonnes
d'humus

3 tonnes de résidus
végétaux et autres M.O.
fraîche



2 tonnes de M.O. vivante
(hors racine)

Source J.C. Simon, L. Duval, L. Le Corre, M. Le Roy, Inra Quimper

Matière organique/carbone : un bilan entrée/sortie

- Base du modèle AMG

1° Entrées de carbone



Systèmes racinaires



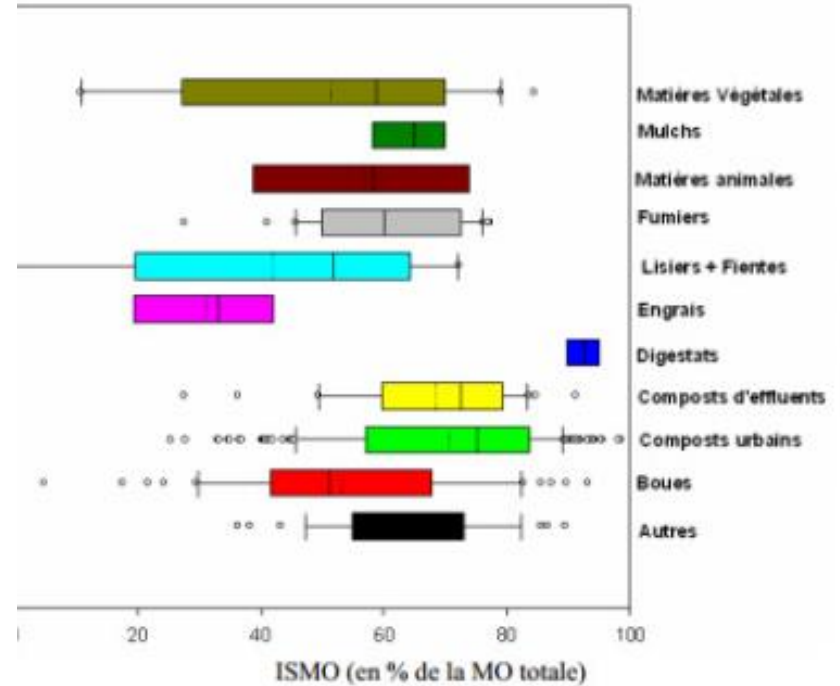
Résidus de culture aériens



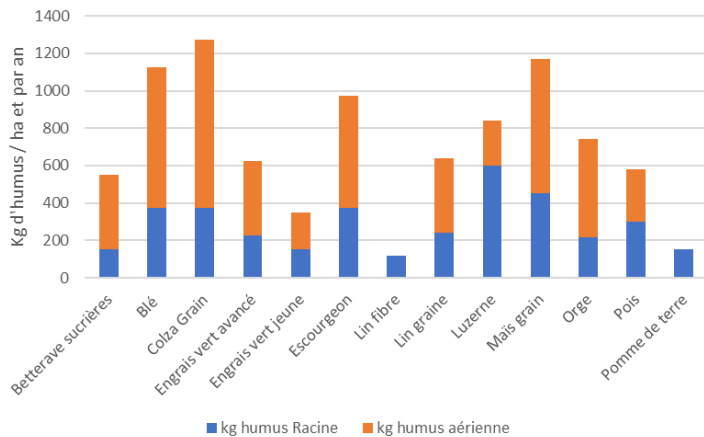
Produit organique



Comparaison de produits organiques



Contribution à la production d'humus selon différentes cultures et partie racinaire et aérienne



Matière organique/carbone : un bilan entrée/sortie

- Base du modèle AMG

Minéralisation annuelle du carbone si travail de sol sur 10 cm et matière organique de 2,5 %

Type de sol	Ph	Calcaire ‰	Perte par an*
Sable neutre	7	2	700
Sableux acide	5	0	350
Sableux calcaire	8	100	595
Limon moyen	7,5	2	560
Limon argileux	7,5	2	455
Limon calcaire	8,1	300	315
Argile	7,5	2	350
Argilo calcaire	8	150	245

2° Sorties de carbone



Climat

Texture
du sol

Matière organique/carbone : un bilan entrée/sortie

- Base du modèle AMG

1° Entrées de carbone



Systèmes racinaires



Résidus de culture aériens



Produit organique

Minéralisation rapide

2° Sorties de carbone



Minéralisation lente

Climat

Texture du sol

Humification

Carbone actif

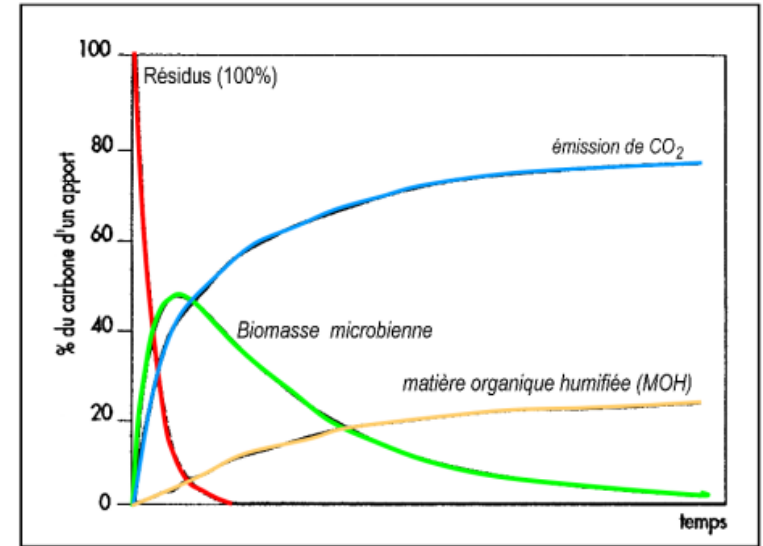
Carbone stable

CO₂

Matière organique/carbone : nos bilans actuels – exemple 1/3

- Exemple des couverts végétaux
 - Enjeu : couvert jeune/couvert avancé

Minéralisation de la matière organique : entrée et sortie



d'après Nicolardot, 2001

Figure 9: Processus de décomposition d'un résidu organique (Leveque, 2012)

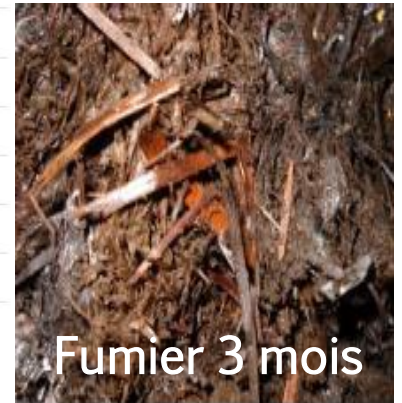
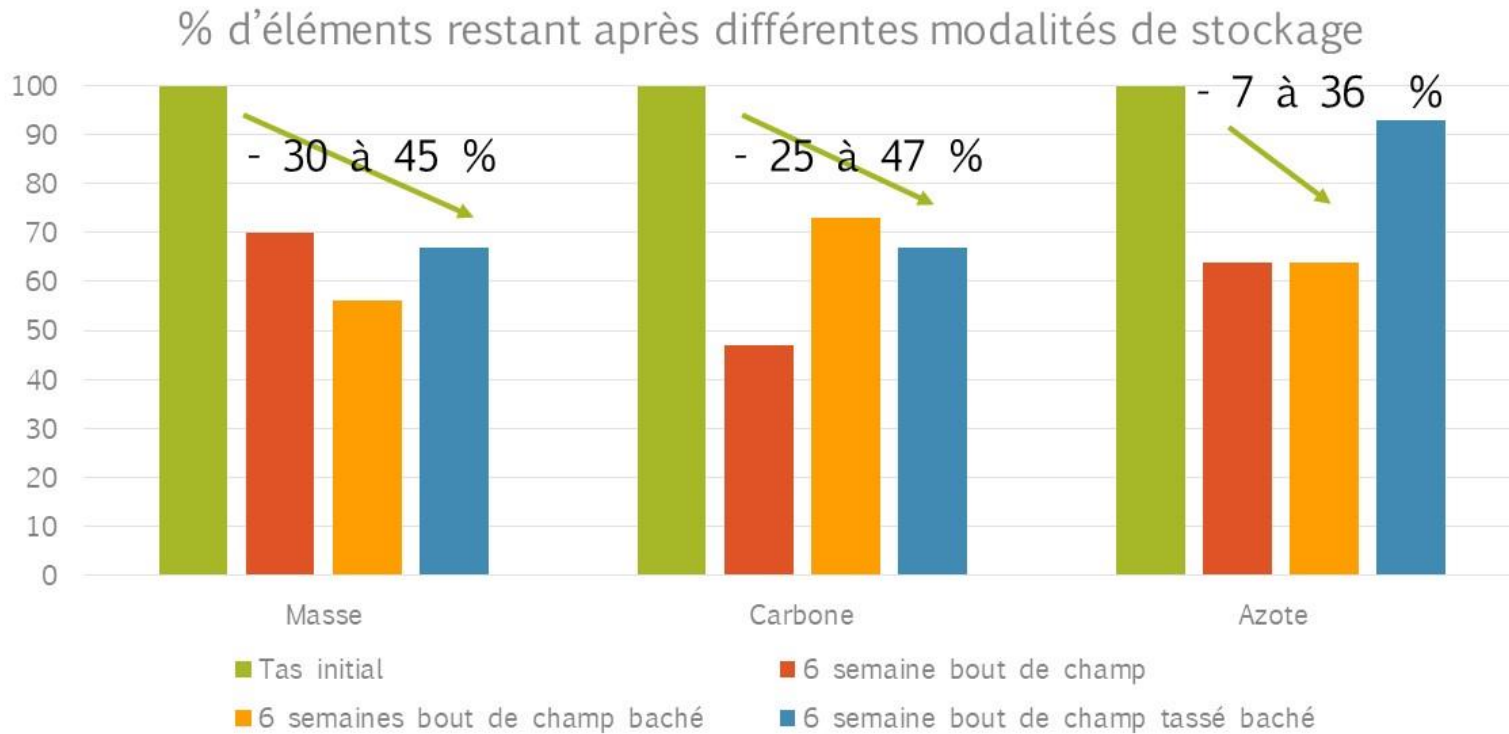


Compromis entre matière organique propice à la vie du sol mais faible impact sur la MO humifiée et dégagement de CO₂
Matière organique stable favorable au stockage de la MO humifiée mais pas suffisant pour la vie du sol

Matière organique/carbone : vos bilans actuels – exemple 2/3

- Le devenir de la MO de vos effluents

- Comparaison de 3 pratiques de stockage de fumier que vous pratiquez



Emission d'ammoniac et GES des fumiers de bovins – Ademe décembre 2015

- A ceux qui pensent que stocker du fumier bâché c'est le top !!!

Tableau 21 : Bilan sur les gaz à effet de serre et impact sur le réchauffement climatique (par tonne de fumier brut)

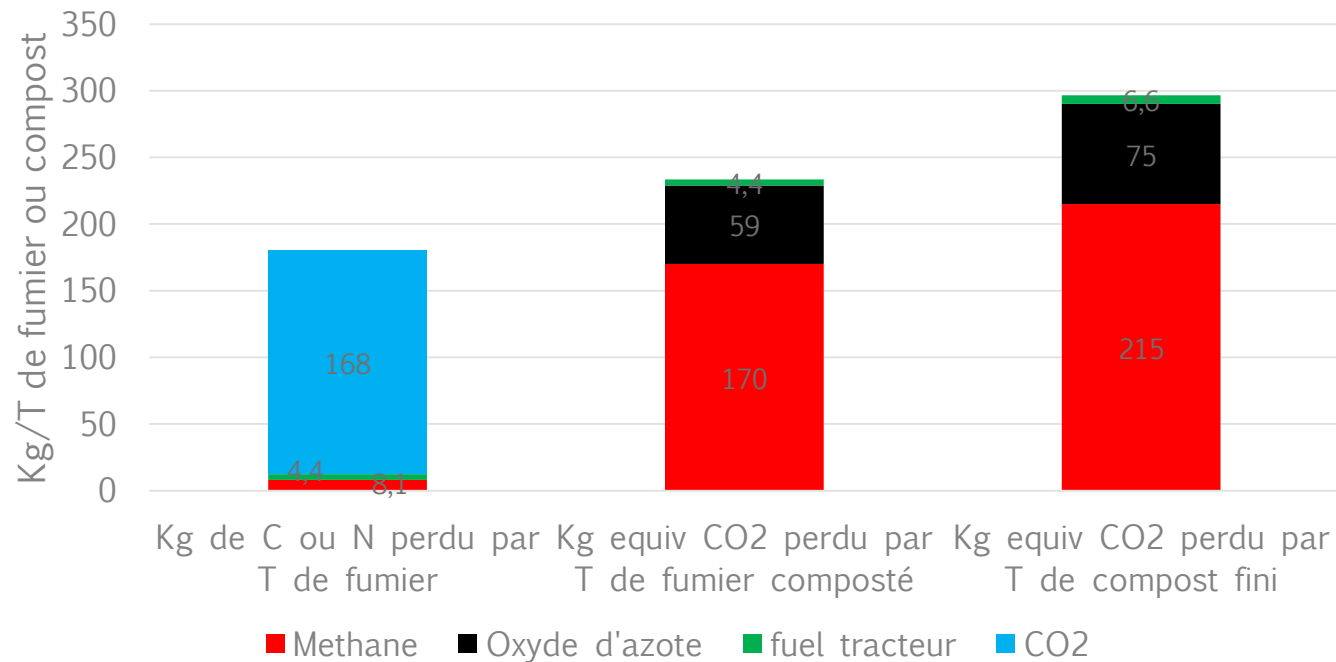
	Tas S1	Tas S2	Tas S3
Emissions de CO ₂ (kg éq. CO ₂)	958	602	631
Emissions de CH ₄ (kg éq. CO ₂)	77	54	661
Emissions de N ₂ O (kg éq. CO ₂)	23	12	26
Emissions indirectes de N ₂ O* (kg éq. CO ₂)	23	13	7
Emissions totales de GES (kg éq. CO ₂) / tas	122	79	694
Emissions totales de GES (kg éq. CO ₂) / t de MB stockée	24	16	136

*Estimés à partir des émissions de NH₃ (1% des émissions de NH₃ - IPCC)

Emission d'ammoniac et GES des fumiers de bovins – Ademe décembre 2015

▪ Compostage des effluents

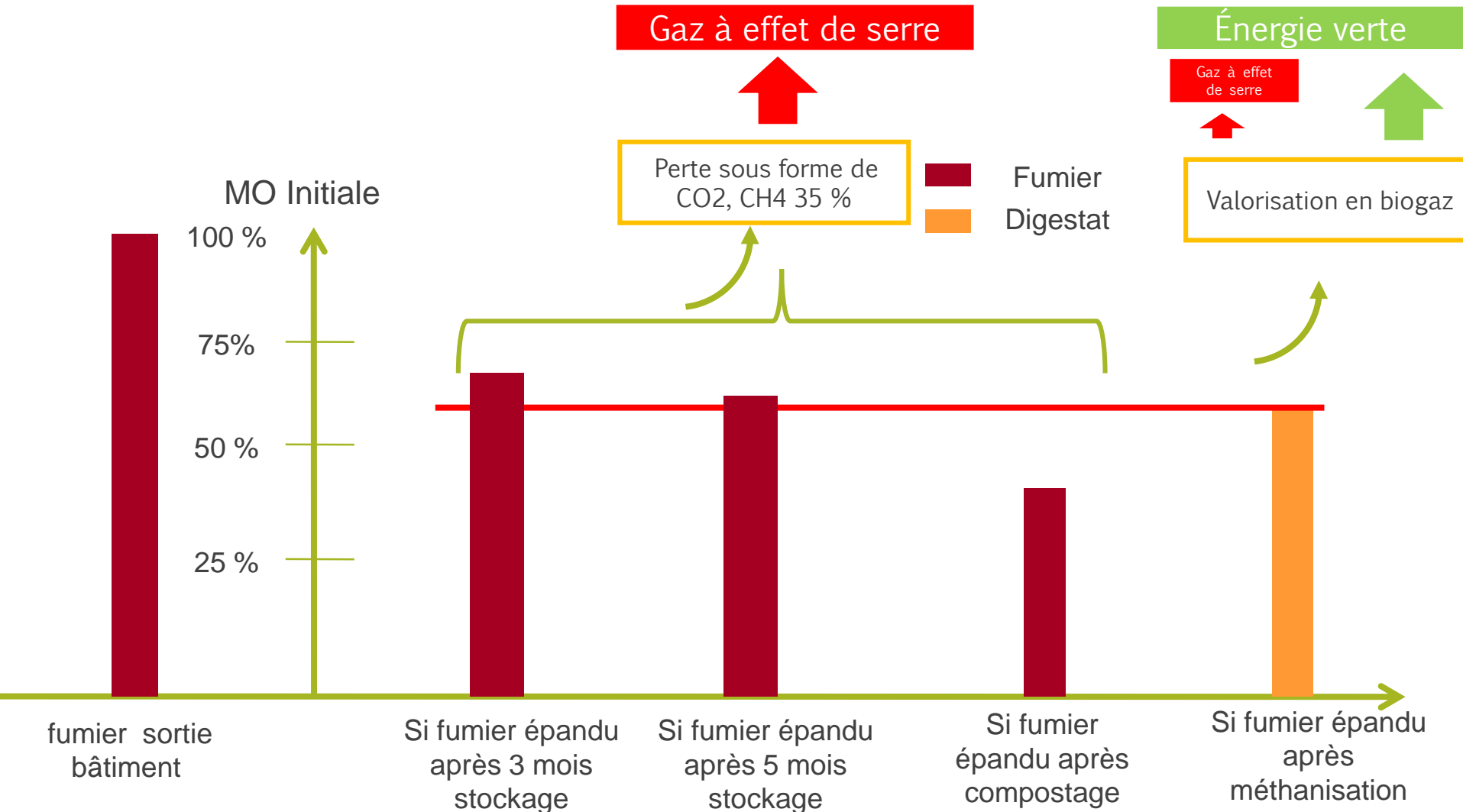
Emission durant la phase d'un compostage forcé
(Hao et al 2001)



<http://seppi.over-blog.com/2016/04/la-choquante-empreinte-carbone-du-compost.html>

Matière organique/carbone : Et avec la méthanisation 1/2

▪ Digestat des fumiers

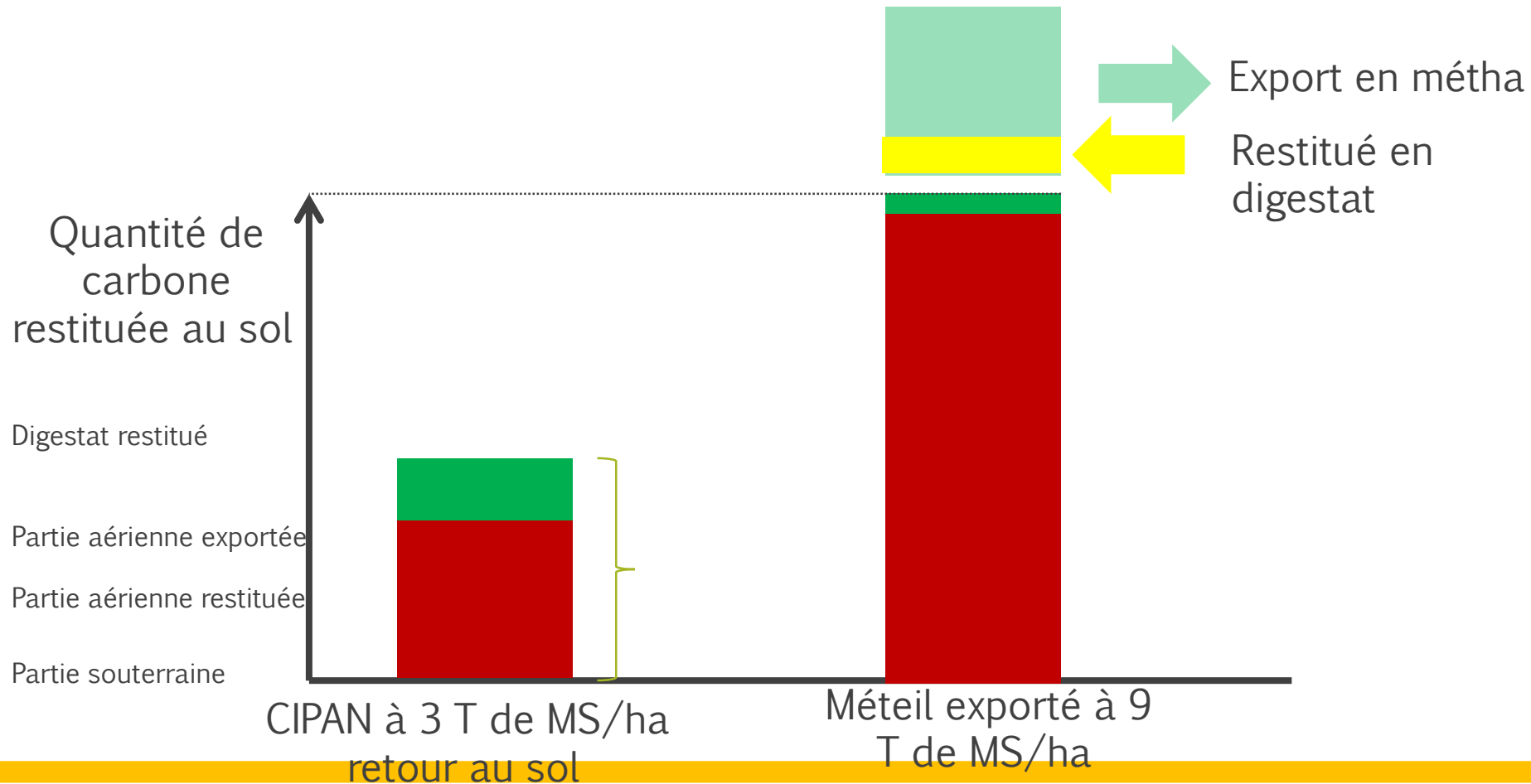


Matière organique/carbone : Et avec la méthanisation 2/2

■ Digestion des CIVEs

En moyenne $\frac{\text{contribution des racines}}{\text{contribution des tiges}}$

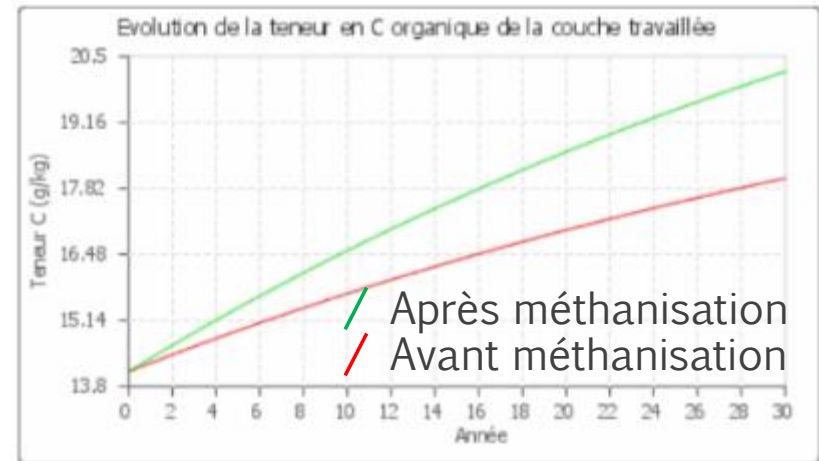
en C orga > 2,4 (Rase et Al 2005)



Matière organique/carbone : Et avec la méthanisation 2/2

- Evolution des flux de carbone après mise en place de CIVE dans la rotation

Avant	Après
Colza/BT/CIPAN-Tournesol/blé dur/blé tendre	Colza/BT/CIVE-sarrazin/blé dur/blé tendre
Apport 3 T de fiente de poule	Apport digestat liquide sur colza et CIVE et solide avant blé tendre



Selon modèle INRA Simeos

Matière organique/carbone : Et avec la méthanisation 2/2

□ Parcelle suivie depuis 4 ans

- 2015/2016: CIVE/Soja
- 2016/2017 : CIVE/sarrazin
- 2017/2018 : CIVE/maïs grain
- 2018/2019 : CIVE/sorgho

0 engrais minéral
8 cultures en 4 ans
2 épandages de digestat/an
0 fongicide/insecticide
1 ou 2 désherbages

Système céréalier sans
matière organique



Janv 2018



5 ans d'épandage digestat
liquide + CIVE



Matière organique/carbone : Gestion de la matière organique

▪ Gestion de la matière organique : UN COMPROMIS

▪ Entrées

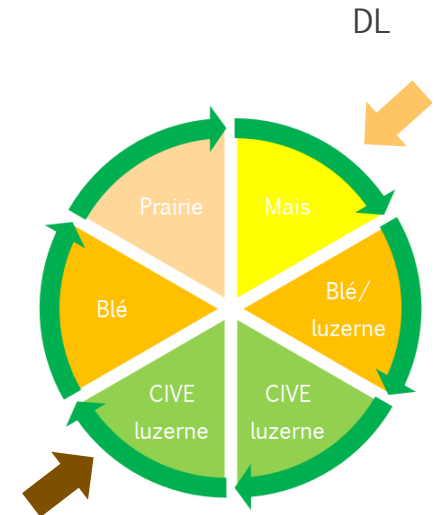
- Différentes matières organiques
- Différentes couverts végétaux et restitutions de résidus

▪ Sorties

- Limiter les pertes : travail du sol
- Améliorer son bilan carbone et énergie



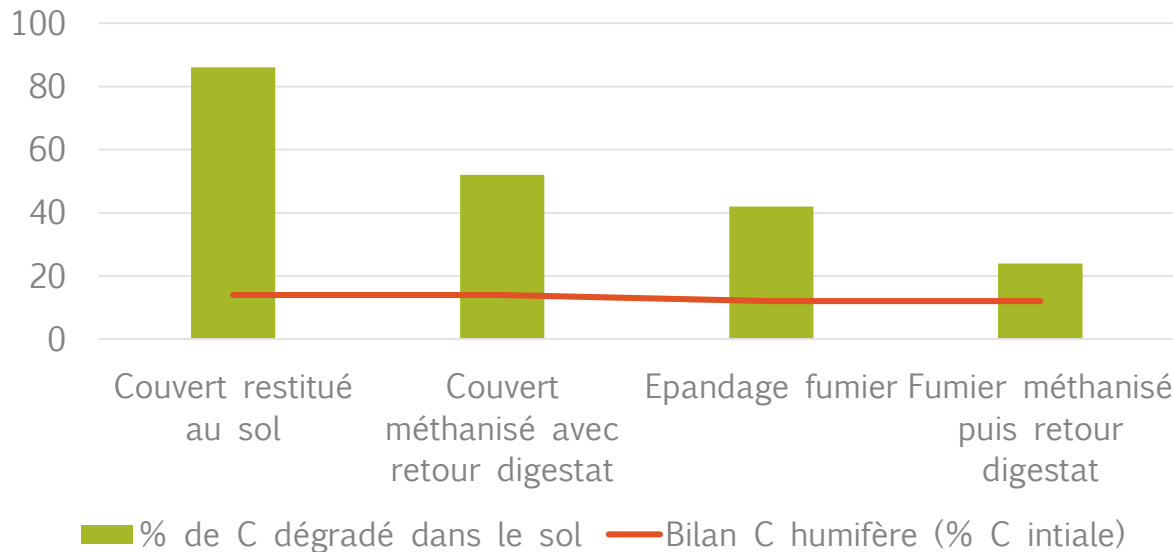
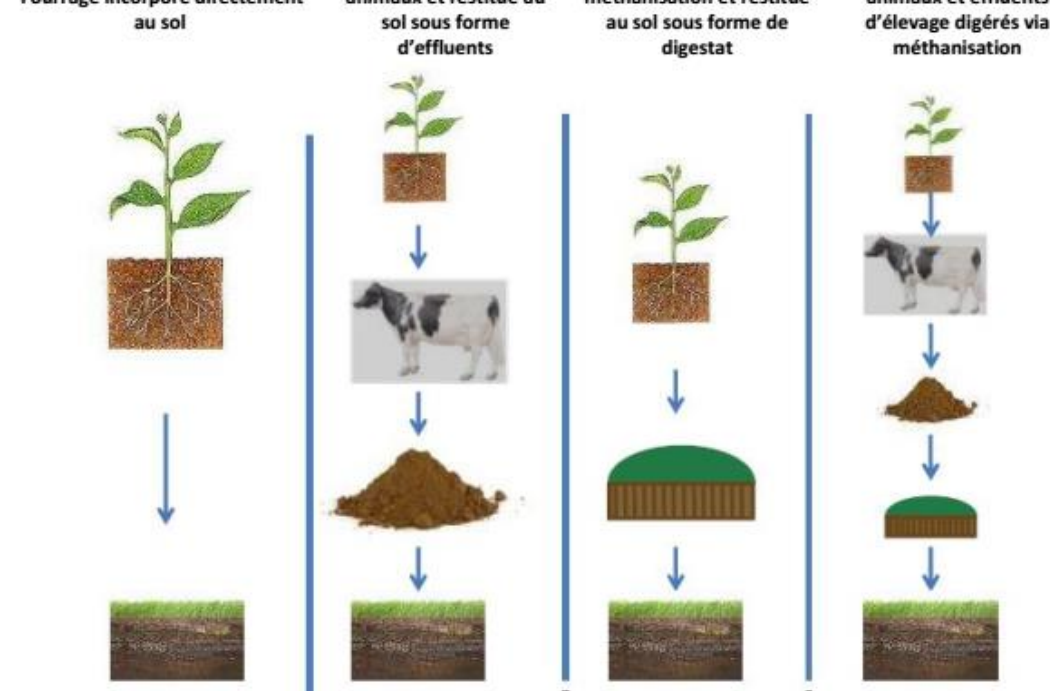
Nourrir efficacement es différents compartiments de MO



« L'économie du carbone, ce n'est pas la masse qui est importante c'est la vitesse à laquelle on fait tourner le carbone dans le système » Frédéric Thomas TCS

Evolutions du carbone

- Comparaison des systèmes
- Minéralisation du carbone et part de carbone contribuant à l'humus du sol selon différentes modalités de retour au sol de matière organique



Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces

Ingrid K. Thomsen^{a,*}, Jørgen E. Olesen^a, Henrik B. Møller^b, Peter Sørensen^a, Bent T. Christensen^a

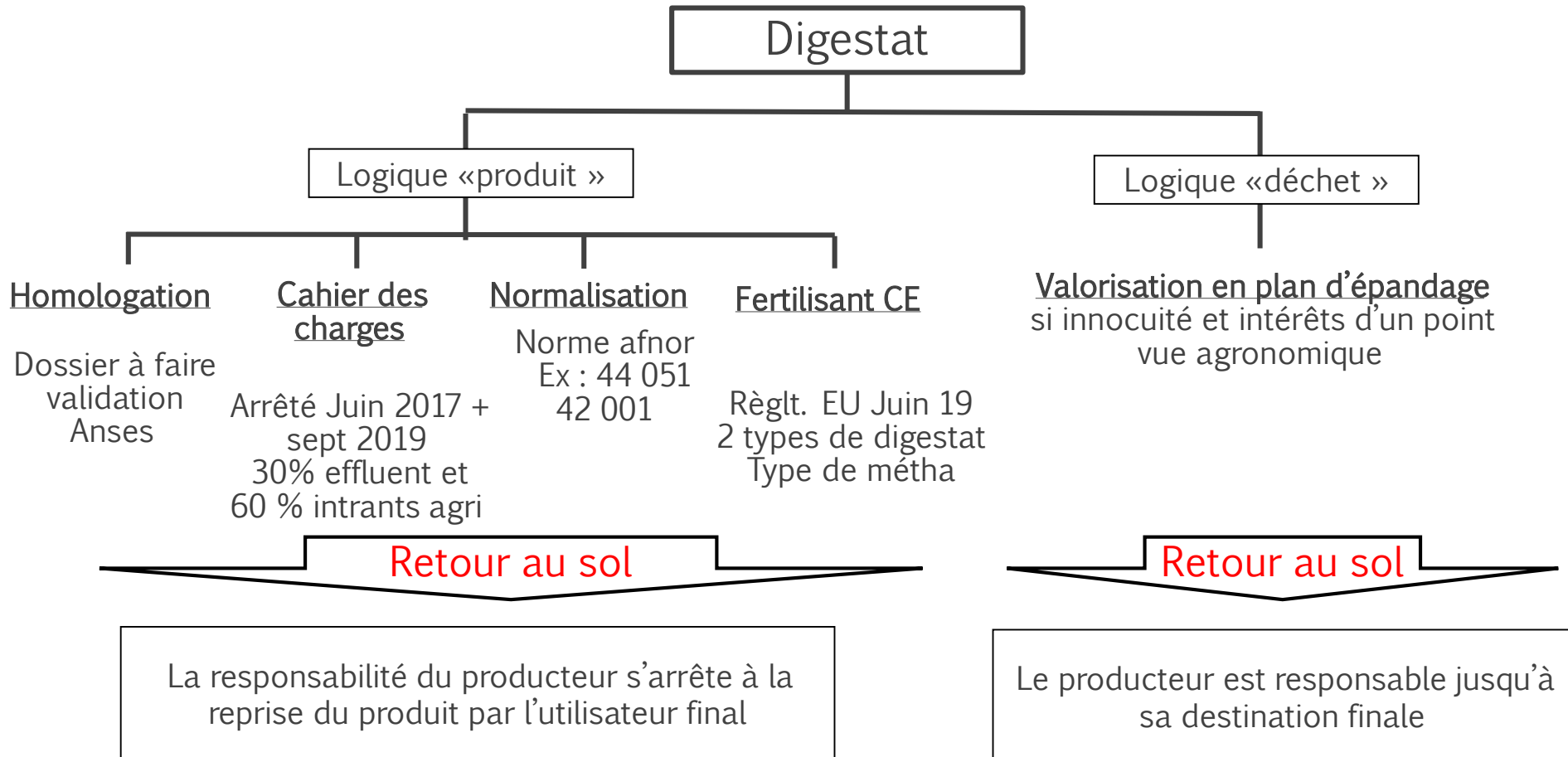
^aDepartment of Agroecology, Aarhus University, AU Foulum, Blichers Allé 20, DK-8830 Tjele, Denmark
^bDepartment of Engineering, Aarhus University, AU Foulum, Blichers Allé 20, DK-8830 Tjele, Denmark

Quelques points

règlementaire sur le digestat

Quel encadrement réglementaire pour valoriser le digestat

- 2 « logiques » : déchet ou produit



Quel encadrement réglementaire pour valoriser le digestat

- Zoom le cahier des charges digestats
 - 3 cahiers des charges définis le 13 juin 2017 (Digagri 1) et le 8 août 2019 (Digagri 2 et 3)

Diagri 1

Process : voie liquide continue, en thermophile (>50 et TRH de >30J) et mésophile (de 34 à 42 °C et TRH > 50J) avec agitation mécanique

Biomasse : effluent, lait et produit dérivé, produit végétaux et déchet veg IAA

Suivi : suivi 9 ETM et E Coli (max 1/1gr) et Salmonelle (absence),

Digagri 2

Process : voie sèche discontinue en thermophile (>51 et TRH de >30J) et mésophile (de 34 à 50 °C et TRH >50J)

Biomasse : Diagri 1 + ajout biodéchet trié à la source, traitement des eau résiduaire type graisse flottation, ou sous produit végétaux IAA, tonte de pelouse sur culture en place

Suivi: suivi 9 ETM et E Coli (max 1/1gr) et Salmonelle (absence), 16 HAP (6 <mg/kg de MS), inerte (<5 gr/Kg de MS)

Digagri 3

Process : voie liquide continue en thermophile (>51 et TRH de >30J) et mésophile (de 34 à 50 °C et TRH >50J)

Type méthanisation : méthanisation agricole (capital détenu majoritairement par les agriculteurs)

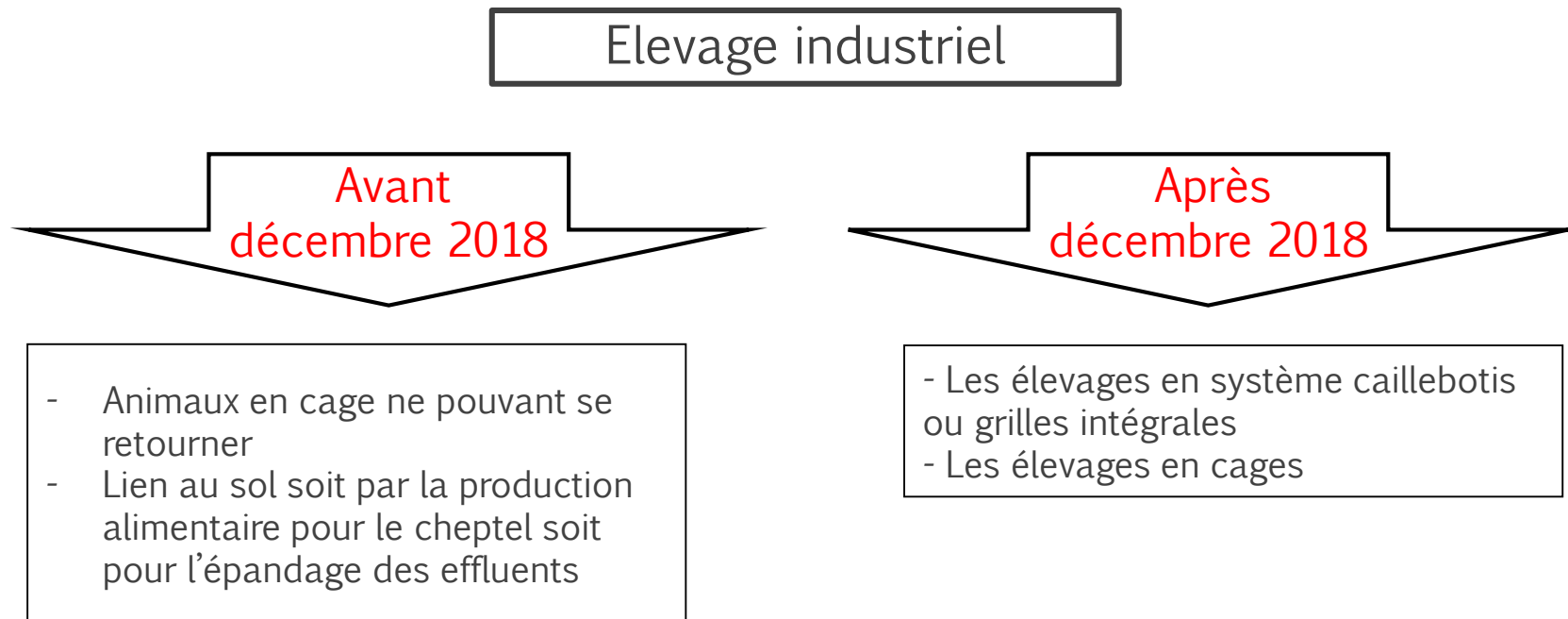
Epanchage : enfouissement immédiat si épanchage avant semis sinon système pendillard sur culture en place

Etiquetage: Dénomination Engrais organique ou amendement organique + Digestat de méthanisation agricole



Pas d'ouverture à la voie sèche continue < 30 J de TSH

- Usage en agriculture biologique
 - Règlement EU 889/2008 + guide de lecture INAO (dec 2018)
 - Liste positive de matière, utilisable en AB directement ou après transformation
 - Définition de l'élevage dite « industriel »



➔ Décisions prises mais étude de l'impact sur la filière en cours