Quelle place pour la méthanisation dans la gestion de la matière organique à l'échelle de l'agrosystème ?

Sabine Houot, Julie Jimenez, Dominique Steyer

▶ **To cite this version:**

Sabine Houot, Julie Jimenez, Dominique Steyer. Quelle place pour la méthanisation dans la gestion de la matière organique à l'échelle de l'agrosystème ?. Journées Recherche et Industrie Biogaz méthanisation, Association Technique Energie Environnement (ATEE). FRA., Feb 2016, Limoges, France. hal-01594815

HAL Id: hal-01594815
https://hal.science/hal-01594815

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

JRI biogaz méthanisation

atee Club Biogaz
ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

GRESE
Groupement de Recherche Eau Sol Environnement

Office International de l'Eau

Quelle place pour la méthanisation dans la gestion de la matière organique à l'échelle de l'agrosystème?

Sabine HOUOT[1], Julie JIMENEZ[2] et Dominique PATUREAU[2],

INRA, ECOSYS, Grignon[1] et LBE, Narbonne[2]

INRA
SCIENCE & IMPACT

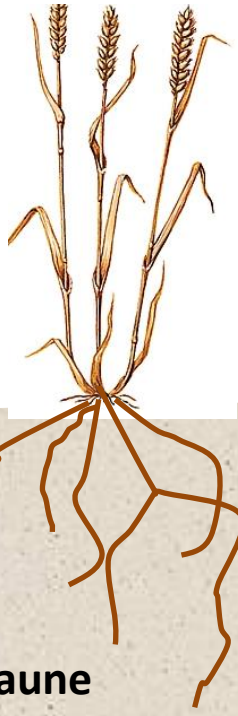
JRI biogaz méthanisation

Rôle clé des matières organiques dans les sols

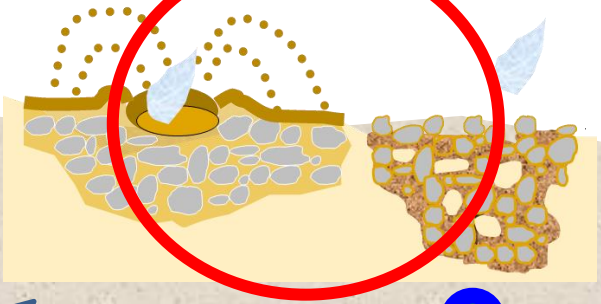
Fertilité chimique, physique des sols; Activité biologique

Apports PRO

Résidus de récolte



Stabilisation des agrégats, résistance à la battance



Nutrition des plantes

N

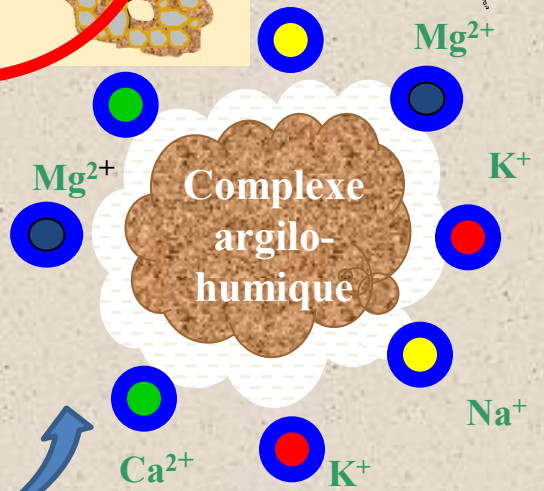
P

MO biodégradable

Faune Microflore

MO active

MO stable



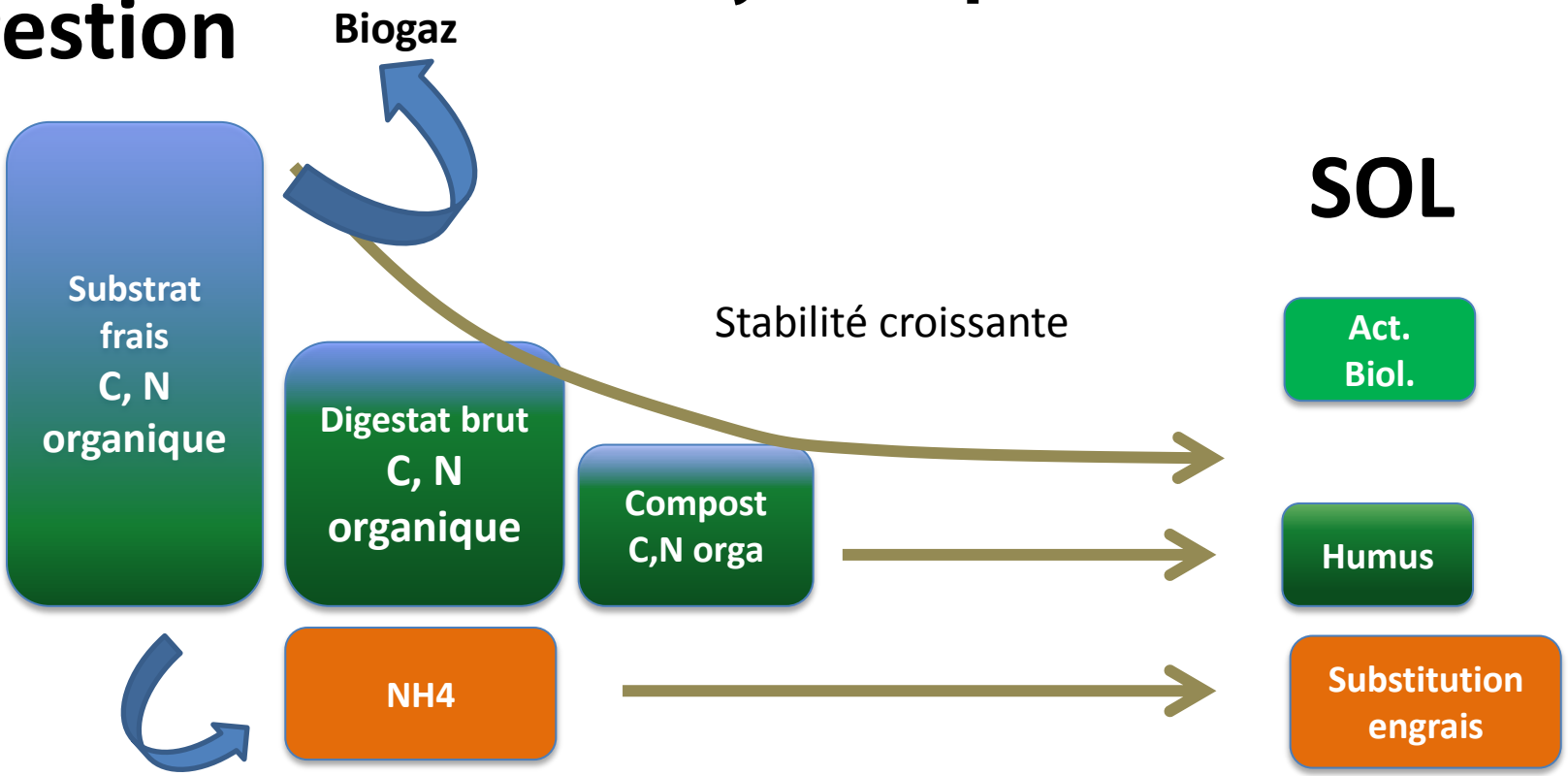
Stockage C

INRA SCIENCE & IMPACT

JRI biogaz méthanisation

Impact de la méthanisation sur la dynamique MO

Digestion

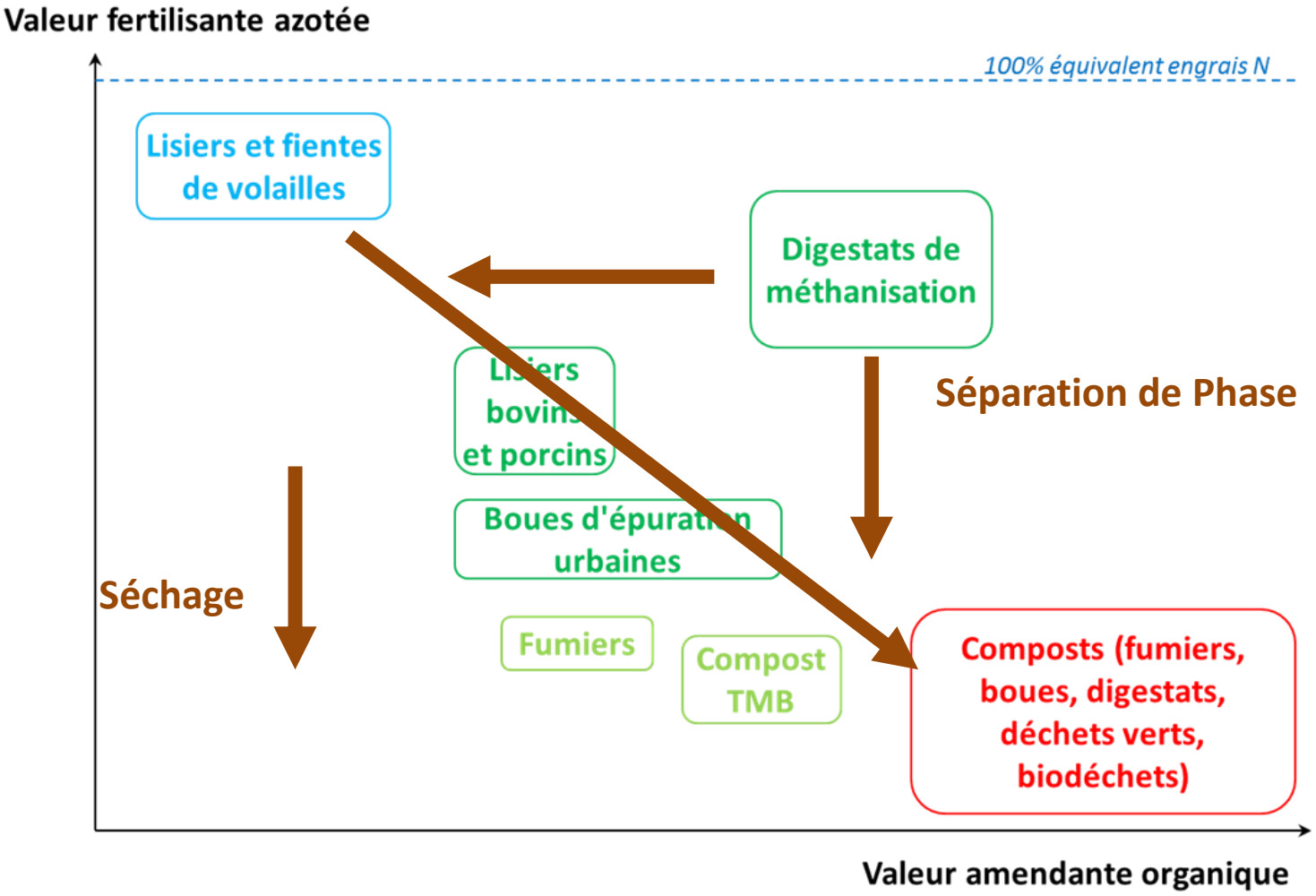


- Découplage partiel C et N → Digestat = Engrais + amendement?
- MO résiduelle du digestat → activité biologique du sol?
- Effets indirects : Substitution engrais → Résidus de récolte → Stocks C
  Salinité → Déstabilisation structure?

INRA SCIENCE & IMPACT

JRI biogaz méthanisation

Lien entre valeur fertilisante et amendante



INRA SCIENCE & IMPACT

JRI biogaz méthanisation

Quels impacts de l'insertion de la méthanisation sur la MO des sols?

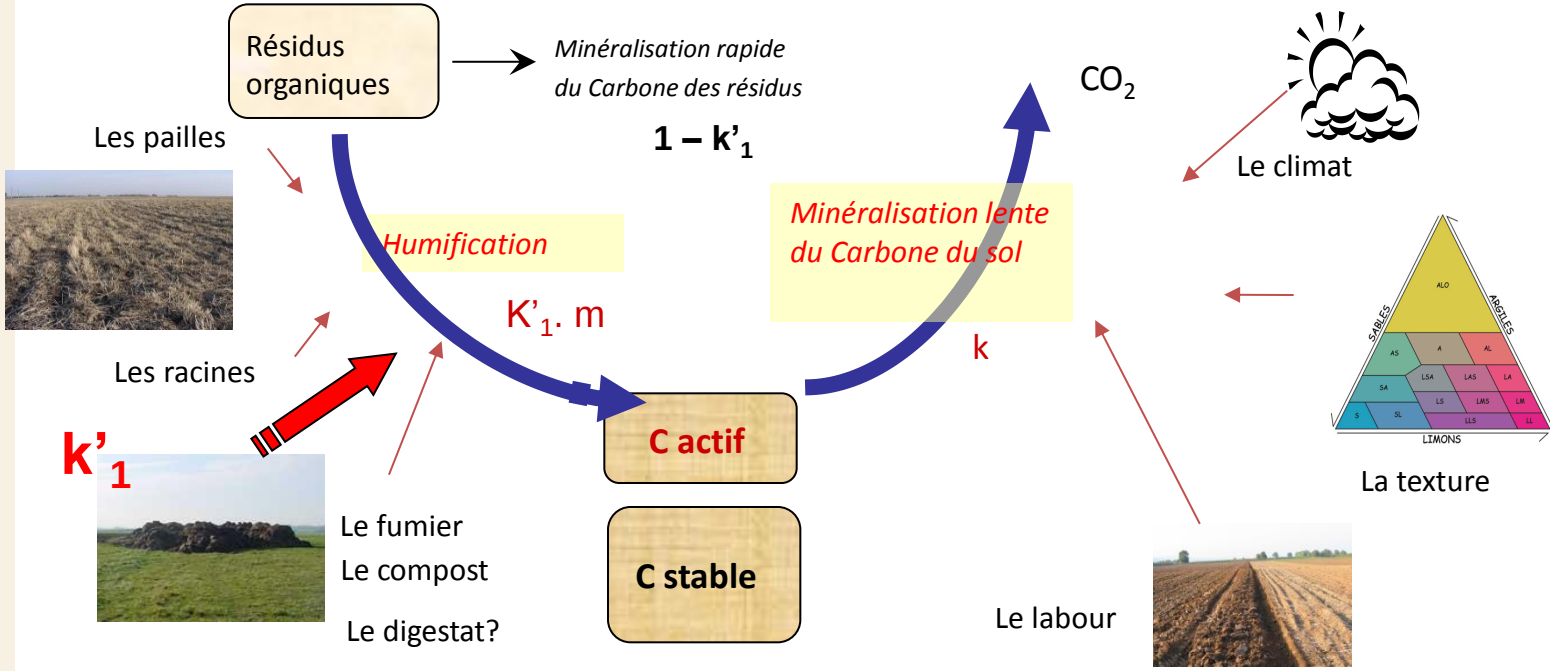
- Valeur amendante des digestats: définition, évaluation, indicateurs
- Effets des post-traitements
- Conséquences de l'insertion de la méthanisation dans les flux de C d'une exploitation:
  - Méthanisation des effluents d'élevage
  - Activité biologique des sols
  - Agrégation et Structure

INRA SCIENCE & IMPACT

JRI biogaz méthanisation

Un modèle simple pour prédire le devenir de la MO dans les sols

*AMG, du nom de ses auteurs:Andriulo, Mary, Guérif - INRA de LAON



Les principes du calcul: $C_a \approx 33\% C_{org}$

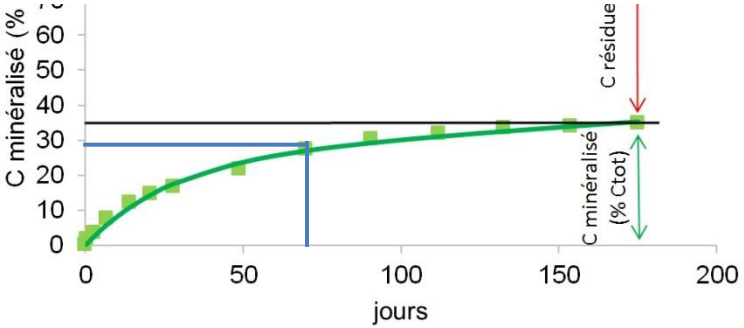
$dC/dt = k'1.m - k.C_a$

k= 0.02 à 0.06 fonction teneur argile, calcaire, travail du sol

Valeur amendante des digestats

- Capacité à entretenir la MO du sol
- Essais au champ de longue durée → pas disponible
- Indicateurs: Minéralisation au laboratoire → **Stabilité**

C résiduel = k'1

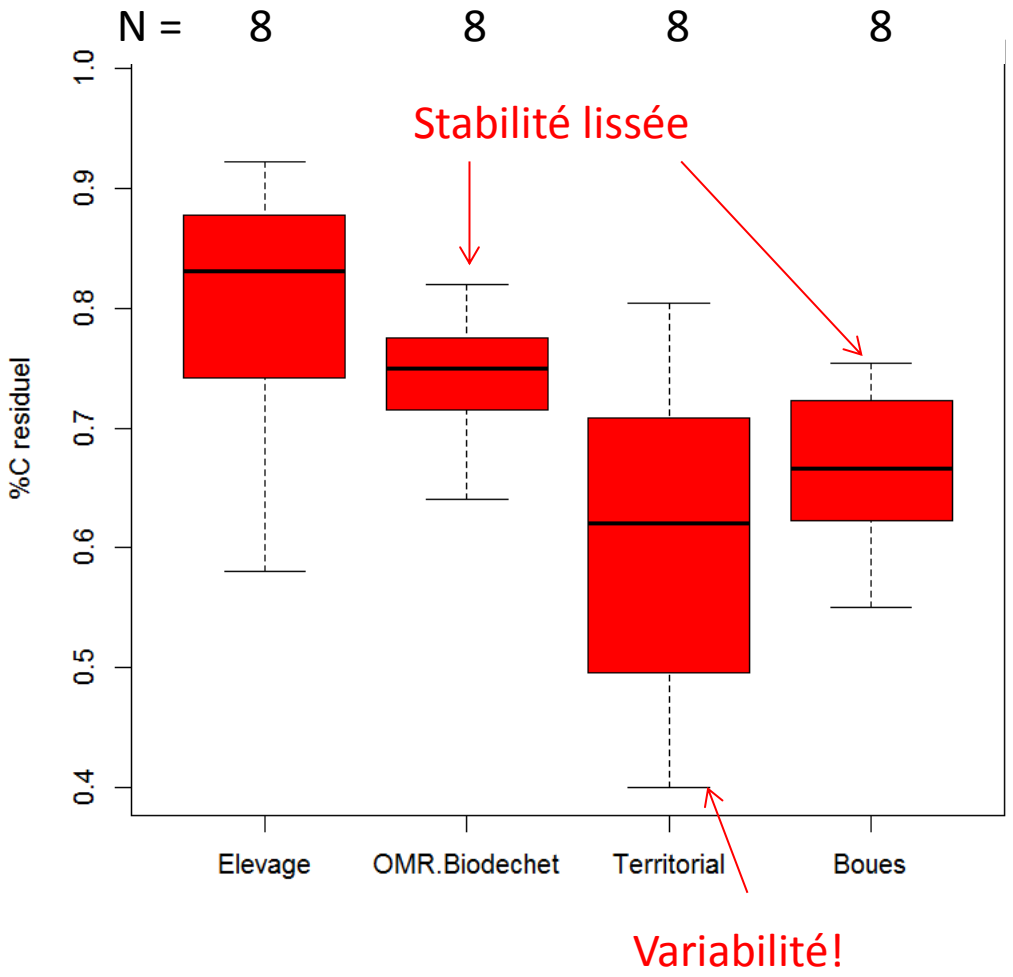


C résiduel = 100 – y

(y = C minéralisé 1 an après épandage au champ, avec t = 70)

JRI biogaz méthanisation

Stabilité de digestats bruts en fonction du type de résidus traités

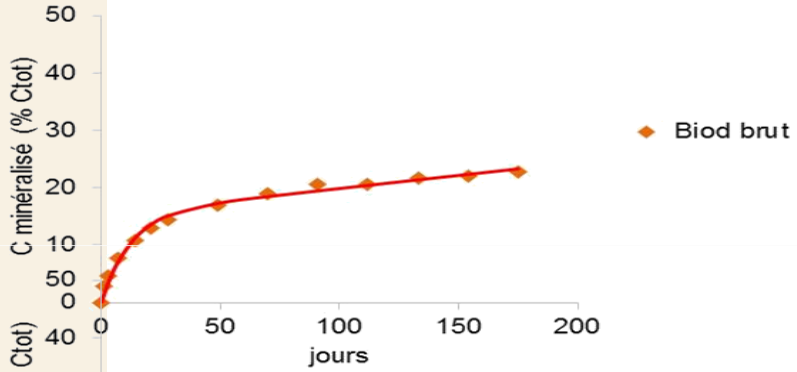


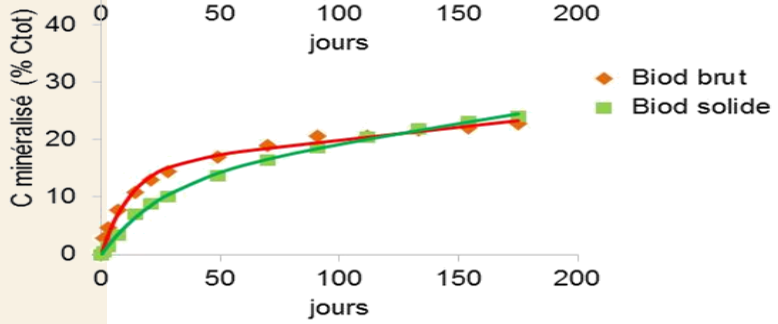
Effluents élevage > OMR/Biodéchet > Territoriaux <-> Boues

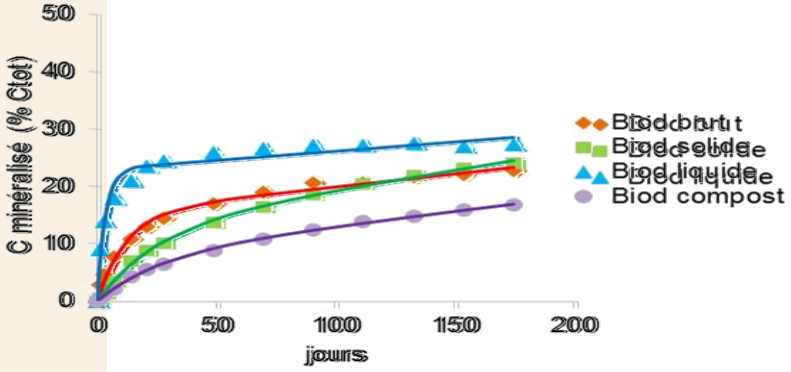
INRA SCIENCE & IMPACT

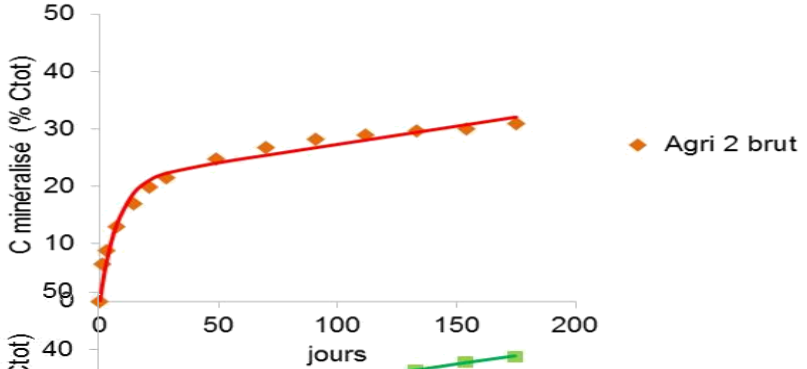
JRI biogaz méthanisation

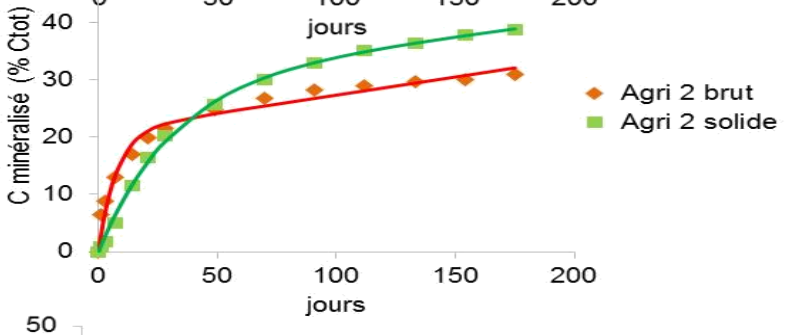
Effet des post-traitements: séparation de phase et compostage

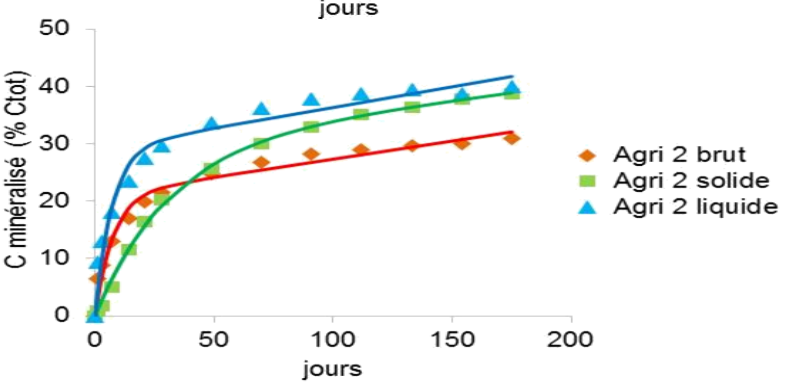








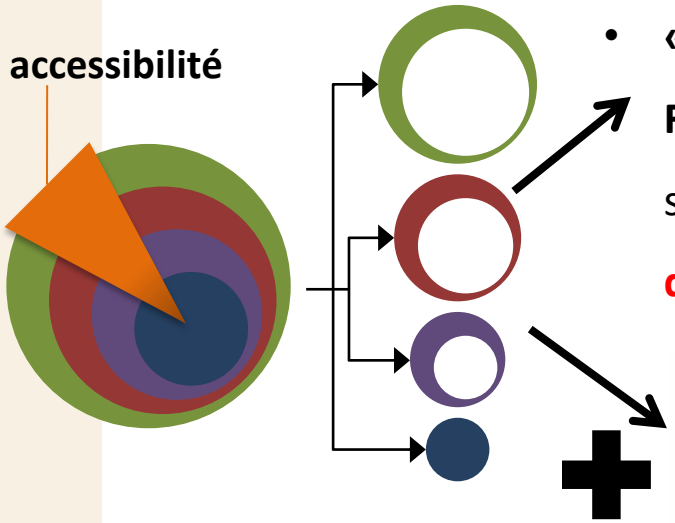




(Askri, 2015)

Lien entre valeur amendante et caractéristiques de la MO des digestats

Nature biochimique et accessibilité expliquent la dynamique d'évolution dans le sol → **prédire la fraction résiduelle**



- **« Historiquement » pour les amendements → Fractionnement biochimique MO (Van-Soest):** fractions soluble, hémicellulose, cellulose,et lignine → **Détermination de l'indice ISMO (XPU 44-162)**

Fluorescence 3D

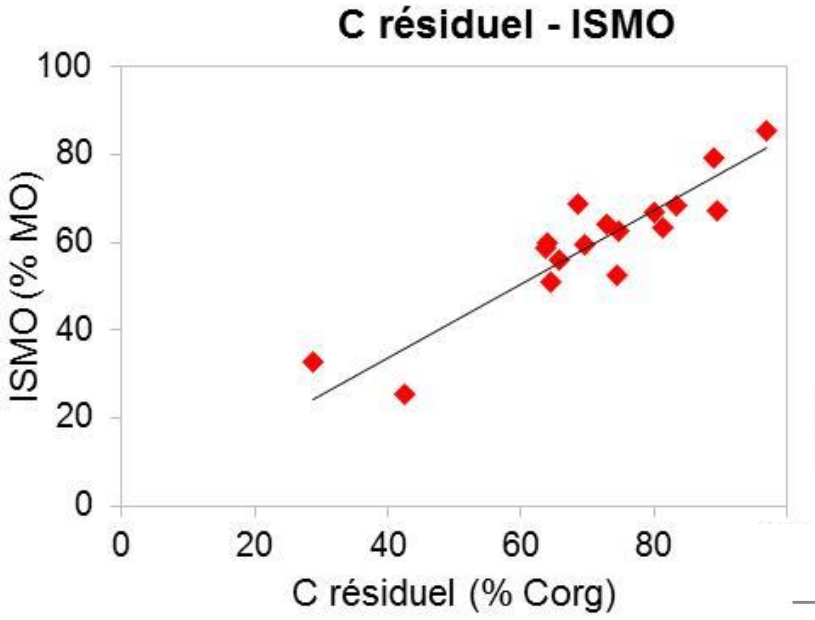
- **Evolution du fractionnement chimique pour décrire une plus large palette de PRO :** fractions soluble, **humique**, cellulose et lignine

Bioresource Technology
Volume 194, October 2015, Pages 344–353

Jimenez et al., 2015

JRI biogaz méthanisation

Validité des indicateurs pour prédire le C résiduel dans les sols

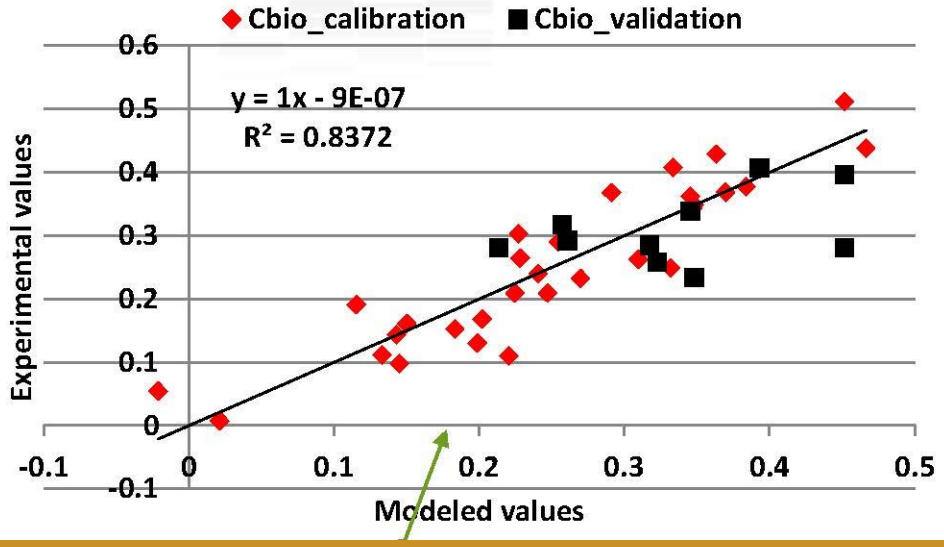


Digestats (Askri, 2015)

y = 0.8413x
R^2 = 0.8174

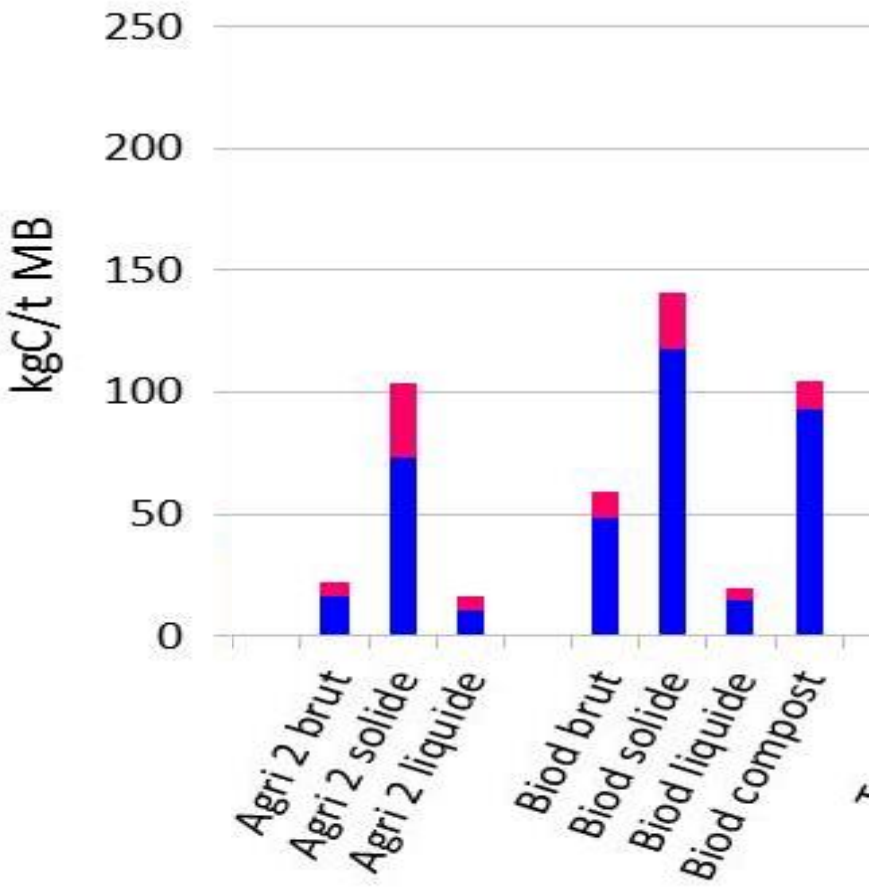
Nouveau fractionnement; Diversité de PRO

(Jimenez, 2015)



INRA SCIENCE & IMPACT

Calcul de la MO efficace à partir des indicateurs



Digestats solides ou compostés les plus intéressants

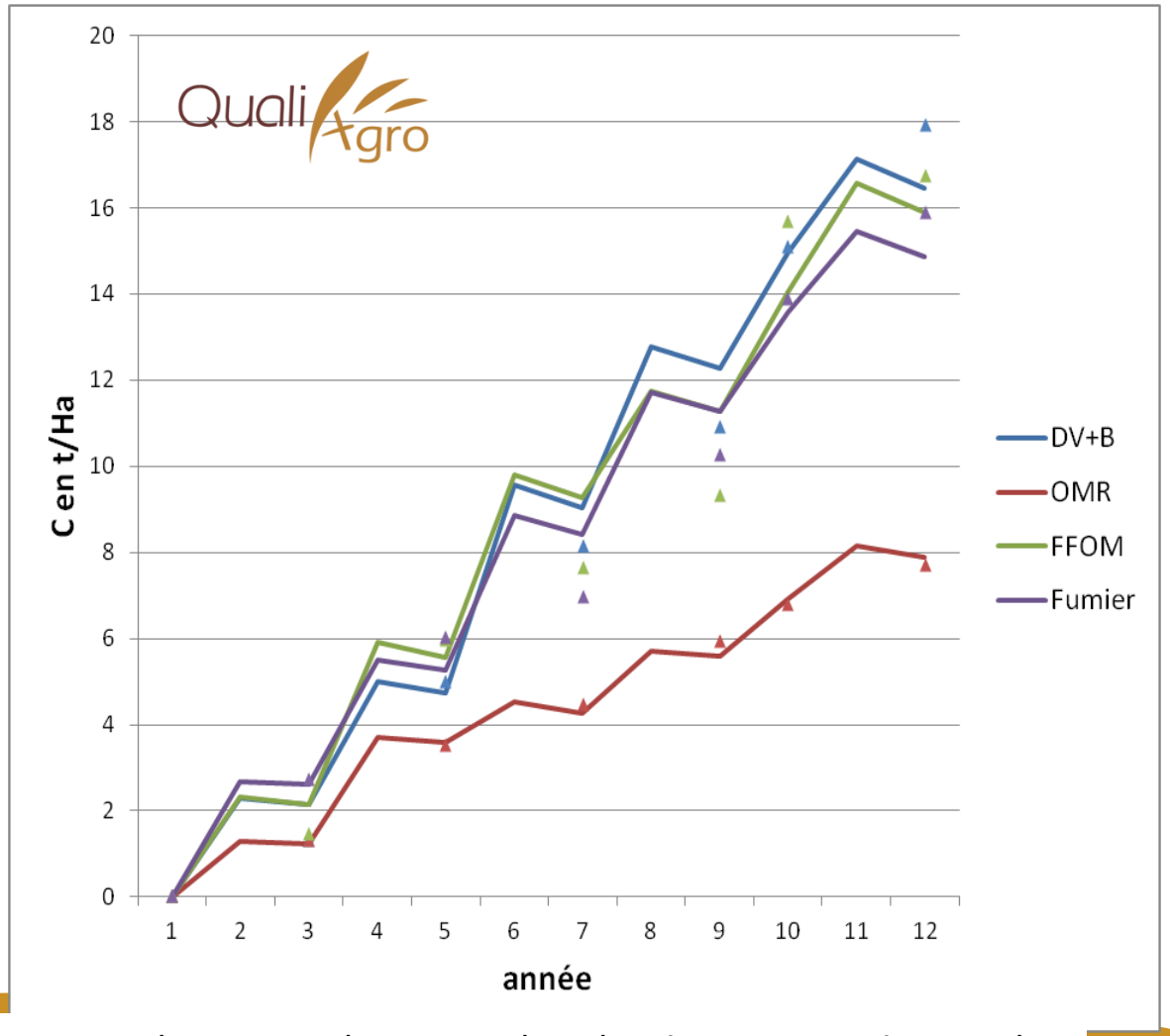
(Askri, 2015)

Indicateurs pour prédire l'évolution des stocks MO dans le sol

Essai Qualiagro: composts et fumier

Modèle AMG

ISMO → coefficient d'humification des PRO



(Jousseaume, 2011)

ISMO = 445 + 0,5*SOL – 0,2*CEL + 0,7*LIC – 2,3*C_{3j} (Lashermes et al., 2009)

JRI biogaz méthanisation

Effet de la méthanisation sur bilan du C

Bodilis et al., 2015

Simulation des bilans C avec et sans méthanisation avec AMG

- 10 exploitations polycultures – élevage avec méthaniseur à la ferme
- Coefficient d'humification estimé à partir d'incubations ou ISMO: **0.5 à 0.7**

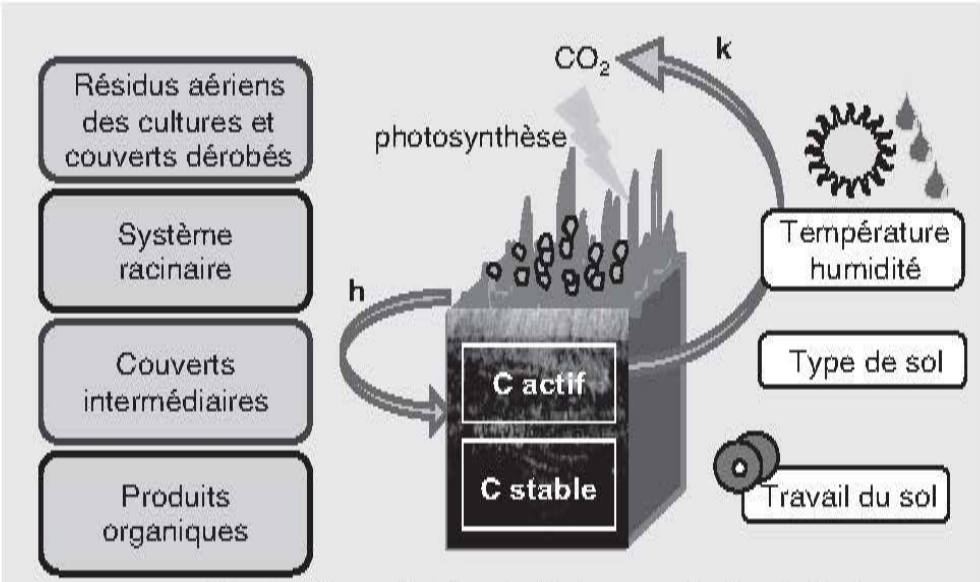


FIGURE 1 : **Paramètres de l'équation de bilan humique selon le modèle AMG** (d'après Agro-Transfert).

INRA SCIENCE & IMPACT

JRI biogaz méthanisation

Effet de la méthanisation sur bilan du C

Bodilis et al., 2015

Exploitation agricole	Taux de MO (%) au début de la simulation	Evolution du stock de carbone après 20 ans : écart par rapport à la situation initiale (% MO)		Effet de la méthanisation : Ecarts de stockage de carbone après 20 ans (B – A, % MO)
		Système sans méthanisation (A)	Système avec méthanisation (B)	
Méthaniseur collectif				
I	1,8	+0,2	0	-0,2
H	1,6	+0,4	+0,3	-0,1
J	3	-0,3	-0,4	-0,1
D	1,6	+1	+0,8	-0,2
Méthaniseur à la ferme				
- Lisier				
F	2,6	*	*	+0,2
C	2,4	+0,2	0	-0,2
G	1,7	+0,3	0	-0,3
B	3,4	-0,4	-0,3	+0,1
- Fumier				
A	2,3	+2,1	+1,6	-0,5
E	2,6	*	*	-0,2

- Trajectoire hors méthanisation non stabilisée
- Pas ou peu d'effet de la méthanisation: interactions avec changements conduite des exploitations, exportation digestats….
- Beaucoup d'incertitudes

JRI biogaz méthanisation

Effet de la méthanisation sur bilan du C

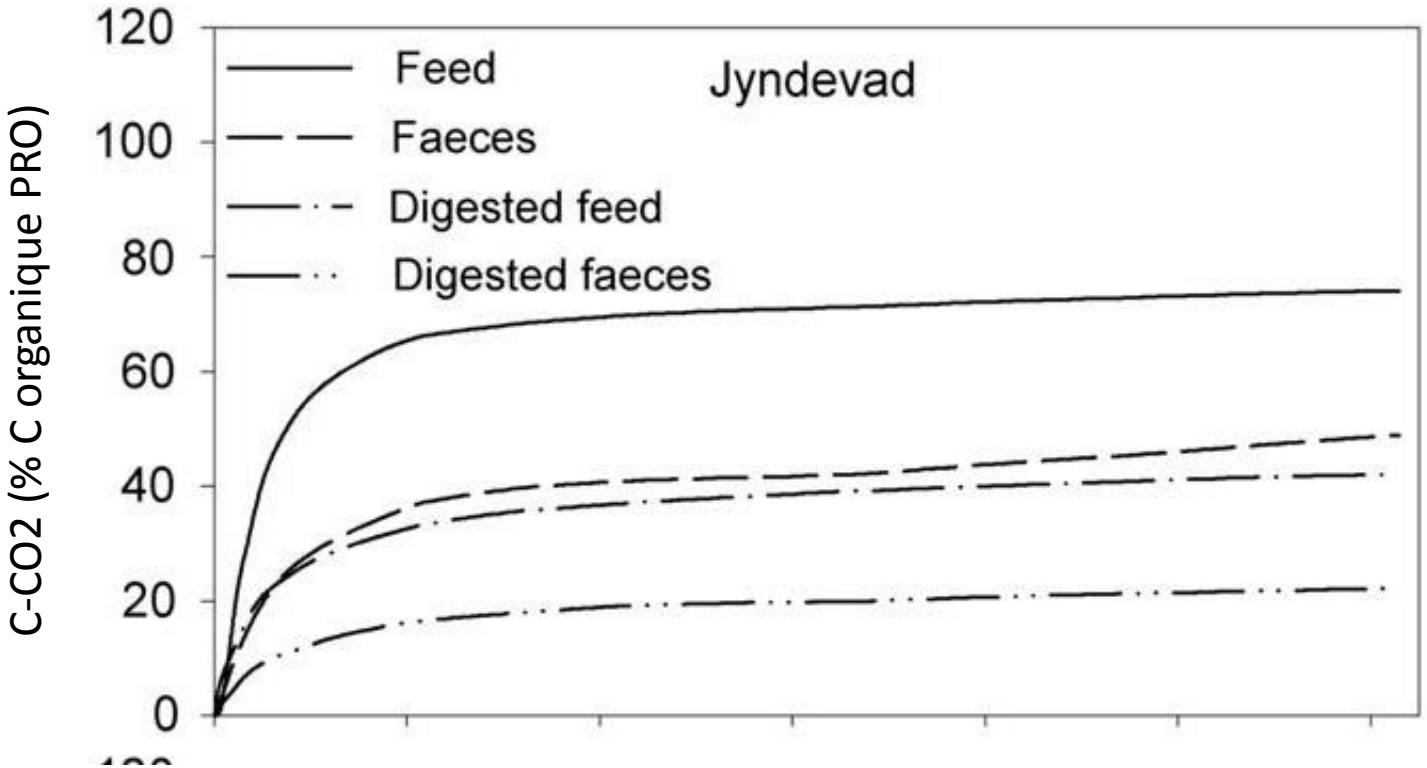
Thomsen et al. 2013

INRA SCIENCE & IMPACT

Effet de la méthanisation sur bilan du C

Thomsen et al. 2013

Intensité minéralisation des différents PRO finaux



JRI biogaz méthanisation

Effet de la méthanisation sur bilan du C

Thomsen et al. 2013

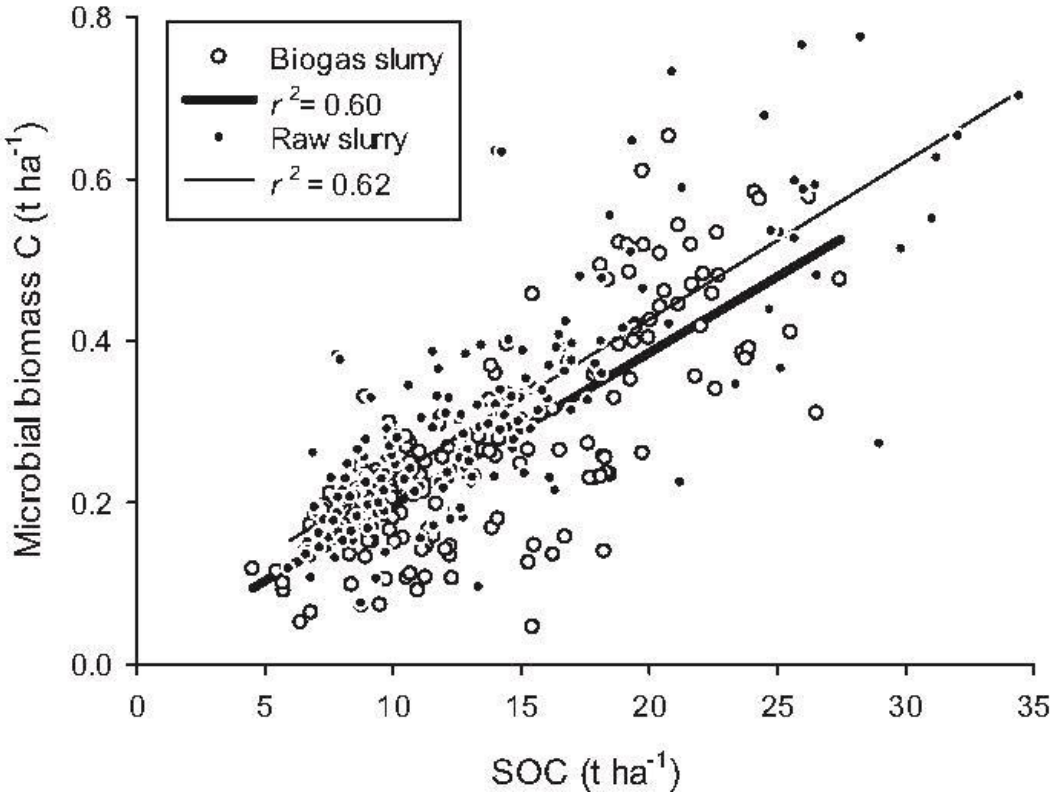
Substrat	C initial	C restant après consommation	C restant après digestion	Dégradation dans le sol	C restant long terme sol
		% C initial		% C apporté	% C initial
Fourrage	100	100	100	86	14
Fourrage digéré	100	100	20	42	12
Effluent élevage		30	30	52	14
Effluent élevage digéré		30	16	24	12

- → pas de différence de quantités de C résiduel dans le sol

INRA SCIENCE & IMPACT

Effet sur des indices de fertilité biologique

- 15 à 25 ans d'apport de digestats ou effluents bruts
- Pas d'effet sur stocks de C
- Légère diminution des indicateurs microbiens avec digestats (rapport biomasse/C)



Wentzel et al., 2015

JRI biogaz méthanisation

Effet sur les propriétés physiques des sols

Digestats liquides: destructuration?

Voelkner et al., 2015

- Dépend de la **texture des sols** (sableux / argileux / **limoneux**)
- Dépend de la **charge en sel des digestats** (conductivité, concentration en Na+)

Conclusion

- Pas ou peu d'effet sur les stocks de C dans les sols à condition qu'il n'y ait pas exportation des digestats
- Fraction biodégradable résiduelle dans les digestats → activité biologique
- Intérêt de la séparation de phase? (oui pour N2O)
- Besoin de référence et mesures en contexte français.
- MO → Nécessité de suivi de sites de long terme

Merci de votre attention!

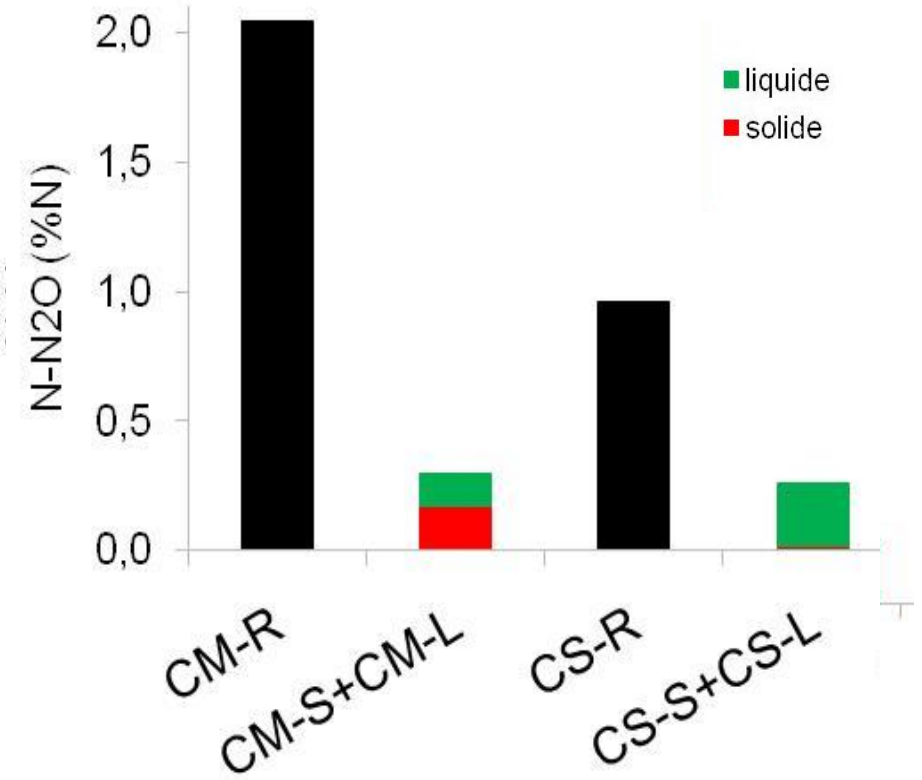
Facteur d'émission N_2O

- Facteur d'émission : N- N_2O émis/ N tot apporté
- Estimation à partir de mesures au laboratoire

2 digestats agricoles (effluents d'élevage):

✓ Bruts : FE élevés

✓ Séparation de phase : réduction des FE



(Askri, 2015)