

# La méthanisation

Jean-Pierre Jouany

Ingénieur chimiste ; Maître-ès-sciences en Physique ; Docteur d'Etat en biologie

Directeur de recherche honoraire INRAE

Vice-président de GREFFE

Membre de CSNM

- Site Methamoly en 2019 ; site sur 1,5 ha Monts Lyonnais
- 2 digesteurs de 2.500 m<sup>3</sup> chacun + 1 cuve stockage de 3.500 m<sup>3</sup>
- 17.000 t MB/an (10.000 t fumier + déchets alimentaires coll sur 80 km)
- Produisant 125 m<sup>3</sup> de biogaz/h injectés [**~ 10 GWh**]
- Investissement = 6,5 M€ (51% par 12 agriculteurs, 49% par EngiesuezMethaBio)





L'obligation de subir donne le droit de savoir (Jean-Rostand)



- ACCUEIL
- QUI SOMMES-NOUS ? ▾
- AGRICULTURE ▾
- PESTICIDES ▾
- MÉTHANISATION ▾
- BOCAGE ▾
- INDUSTRIES ▾
- CARRIÈRES ▾
- AIR ▾
- ONDES ▾
- ÉOLIEN ▾
- OUTILS
- LIENS
- INTERNE ▾
- CONTACT
- BIODIVERSITÉ ▾
- CHEMINS RURAUX ▾
- EAU ▾
- ACTUALITÉS ▾
- Rechercher 

[🏠](#) > [AUDITION D'EXPERTS AU SÉNAT 2021](#) > [JEAN-PIERRE JOUANY \(EX-DIR. DE RECHERCHE À L'INRA\) CHAHUTE LES ALLÉGATIONS DE LA FILIÈRE.](#)

## JEAN-PIERRE JOUANY (EX-DIR. DE RECHERCHE À L'INRA) CHAHUTE LES ALLÉGATIONS DE LA FILIÈRE.

 ADMIN  22 AVRIL 2021  AUDITION D'EXPERTS AU SÉNAT 2021

Voir la vidéo de l'audition du 6 avril au Sénat de Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, maître de sciences-physique, titulaire d'une thèse d'État en biologie, chercheur à l'INRA pendant 40 ans, ancien directeur de recherche, retraité depuis 2008.

### SENTINELLES DE LA NATURE

Vous êtes témoin d'une dégradation environnementale ? Ou au contraire, vous avez connaissance d'une action favorable à l'environnement ?

Vous voulez faire un signalement ?  
L'application



# Rapport du Sénat sur la méthanisation : une partialité dénoncée par Eau & Rivières

11 octobre 2021



Le rapport de la mission d'information du Sénat sur "la méthanisation dans le mix énergétique : enjeux et impacts", paru le 5 octobre, apporte une caution douteuse à la méthanisation, selon notre association Eau & Rivières de Bretagne.

Nombre d'experts auditionnés, notamment Marc Dufumier (agronome et enseignant-chercheur spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution), Pierre Arousseau (professeur honoraire en Sciences du sol et sciences de l'environnement), Marie-Pascale Deleume (agronome, présidente de FNE Bretagne), Jean-Pierre Jouany (directeur de recherche honoraire de l'INRA) et Daniel Chateignier (professeur de physique à l'Université de Caen Normandie, coordonnateur du Collectif scientifique national méthanisation raisonnée), ont tou.te.s exprimé leurs réserves, pointant les effets négatifs de la méthanisation sur les systèmes de production agricole, et l'évaluation tompeuse des émissions de gaz à effet de serre.



Adhérez ou donnez pour l'eau et les rivières de Bretagne



Classes de rivière, classes d'eau, formations, sorties natures...



Devenir acteur de son environnement en ajoutant des alertes géolocalisées



Consulter en ligne le catalogue vidéos d'Eau et Rivières de Bretagne.





# **METHANISATION : ETAT DES LIEUX DE L'ANALYSE DE CONTROVERSES**

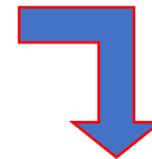
**au 20/12/2021<sup>1</sup>**

Cette note ne se substitue en rien à des études scientifiques complètes<sup>2</sup> sur la méthanisation effectuées par des organismes scientifiques avec les méthodes d'expertise contradictoire classiques, notamment de revue de bibliographie et de relecture par les pairs.

Son seul objet est d'examiner les réponses aux questions posées apportées par les experts et praticiens ayant accepté de participer à la démarche, et d'identifier les éléments d'appréciation qui en résultent sur les enjeux actuels ou à venir de la méthanisation, à partir des points de vue ainsi exprimés. Cette note distingue, selon les contributions des experts, des prises de positions personnelles et les argumentaires basés sur des études scientifiques ou des rapports et retours d'expérience documentés.

Les experts ayant fourni des réponses sont Mme Houot (Inrae), MM Bernet (Inrae), Couturier (Solagro), Jouany (association GREFFE), Thual (Ademe), Vrignaud (ACE méthanisation). Un bref CV de chacun est [joint en annexe](#). L'objectif de cette analyse de controverse étant de recueillir des avis techniques précis et argumentés, nous avons choisi de faire appel à des professionnels impliqués dans la méthanisation : l'existence de « liens d'intérêt », inévitable et normale concernant des professionnels du secteur, ne s'oppose en effet en rien à l'expression argumentée de leurs points de vue, fondés sur leur expérience et rendus publics, dans une telle analyse de controverses.

## « Les atouts de la méthanisation » selon GRDF



**Le « gaz vert » (biométhane) permet de transformer nos déchets (organiques) en une énergie renouvelable et locale**

En clair, le biométhane :

- *produit une énergie inépuisable*
- *utilise nos déchets qui deviennent de + en + invasifs*
- *réduit significativement les émissions de gaz à effet de serre*
- *améliore la qualité des sols et de l'air*
- *produit un engrais naturel qui remplace les engrais chimiques*
- *créé des emplois locaux non délocalisables*
- *favorise le maintien d'une agriculture française et améliore les revenus des agriculteurs*
- *propose une alternative écologique (bioGNV) aux carburants traditionnels*

**GRDF écrit « De nombreux agriculteurs, industriels et collectivités ont déjà fait le choix de la méthanisation. Ils offrent ainsi un nouveau débouché à leur activité, tout en produisant une énergie renouvelable et propre. Pourquoi pas vous ? »**

J'ai étudié chacune de ces allégations  
selon une démarche scientifique

et vous présente quelques résultats

# Application de la « démarche scientifique » aux allégations de GRDF

➤ A partir de l'**observation** d'un phénomène, différentes hypothèses vont être émises, testées puis infirmées ou confirmées

**Méthanisation**

- 1- *La méthanisation produit de l'énergie qui est renouvelable*
- 2- *On produit de l'énergie à partir de déchets*
- 3- *La méthanisation réduit les émissions de GES et protège le climat*
- 4- *La méthanisation améliore la qualité des sols et de l'air*
- 5- *La méthanisation favorise le maintien de l'agriculture française*
- 6- *Les digestats, sous-produits de la méthanisation, peuvent remplacer les engrais agricoles*

Ces affirmations vont être analysées à partir des données scientifiques publiées et par nos propres investigations

**Je vous présenterai mes conclusions**

« Ces nouvelles exigences nécessiteront la mise en place d'une traçabilité dédiée pour démontrer que les critères de durabilité de la biomasse, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'efficacité énergétique, sont respectés. »

## Panorama rapide des installations concernées

INSTALLATIONS DE PRODUCTION DE BIOÉNERGIES ET COMBUSTIBLES	CRITÈRE 1 DURABILITÉ	CRITÈRE 2 RÉDUCTION GES	CRITÈRE 3 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE	EXEMPLES
<b>Installations produisant de la chaleur ou du froid, ou de l'électricité</b>				
Installations utilisant des combustibles solides issus de la biomasse et d'une puissance thermique nominale supérieure à 20 MW	Soumis*	Soumis* si mise en service après le 1 <sup>er</sup> janvier 2021	Soumis si installation de production électrique de puissance thermique nominale supérieur à 50 MW mis en service après le 25/12/2021.	Chaufferies ou centrale de production d'électricité à partir de plaquette forestière, bois bocage, connexes de scieries,... Installations de combustion, briqueterie, incinération,....
Installations utilisant du biogaz et d'une puissance thermique nominale supérieure à 2 MW	Soumis*	Soumis si mise en service après le 1 <sup>er</sup> janvier 2021		Installation de production d'électricité et/ou chaleur à partir de biogaz produit par méthanisation de résidus de l'agriculture
Installations produisant de la chaleur ou du froid, ou de l'électricité, à partir de bioliquides quelle que soit sa puissance	Soumis*	Soumis selon dates spécifiques aux bioliquides	Non soumis	Installation de production d'électricité et/ou chaleur à partir de bio-éthanol
<b>Installations produisant du biométhane injecté (ou biogaz ayant des caractéristiques le rendant propre à l'injection)</b>				
Installation ayant une production supérieure à 19,5 GWh PCS/an	Soumis*	Soumis si mise en service après le 1 <sup>er</sup> janvier 2021	Sans objet	Installation de production de biométhane
<b>Installations produisant des biocarburants/bioliquides</b>				
Quelle que soit la capacité de l'installation	Soumis*	Soumis quelle que soit la date de mise en service	Sans objet	

\* Hors cas spécifiques de certains types de biomasse :

- Déchets ménagers et assimilés (DMA) de nature solide : exonérés des critères 1 et 2
- Déchets et de résidus autres que les résidus provenant de l'agriculture, de l'aquaculture, de la pêche et de la sylviculture dont déchets de bois hors DMA (ameublement, démolition, ...) : exonérés du critère 1

# Hypothèse 1 sur « l'efficacité énergétique de la méthanisation »

**- Condition indispensable pour valider une nouvelle source d'énergie :**

**L'énergie qu'elle délivre doit être supérieure à l'énergie qu'il faut dépenser pour la produire.**

- Est-ce le cas pour le biométhane ?

# Tester l'hypothèse en évaluant le *TRE* (*Taux de Retour Energétique*) de la méthanisation



**Energie produite** (10 KWh par m<sup>3</sup> de biométhane) / **Energie dépensée** au cours de l'ensemble des étapes de méthanisation



- (i)- Concevoir, construire (unité de méthanisation, réseau routier, traitement des eaux...) ; assurer l'entretien du site de méthanisation
- (ii)- Cultiver les intrants (céréales) et les CIVE (céréales immatures)
- (iii)- Collecter, transporter, stocker les intrants puis les introduire dans les digesteurs
- (iv)- Chauffer les digesteurs à 39° ou 52°C (selon la méthode) et agiter le contenu des digesteurs en permanence
- (v)- Eviter la présence d'oxygène dans les digesteurs
- (vi)- Séparer le biogaz des résidus liquides et solides appelés « digestats » ; collecter et stocker les digestats liquides et solides
- (vii)- Purifier le biogaz à l'aide de méthodes chimiques (lavage aux amines) et physiques (cryogénie, filtration membranaire...) pour amener la concentration de biogaz de 60 à 97% de méthane
- (viii)- Odoriser (THT) et compresser le biométhane en cas d'injection dans le réseau gazier
- (ix)- En cas de cogénération, le biogaz actionne des moteurs thermiques couplés à des groupes électrogènes pour produire de l'électricité la chaleur générée dans ce processus peut être valorisée par un récupérateur de chaleur
- (x)- Epandre les digestats sur les terres agricoles en respectant la réglementation en vigueur (période, technique)
- (xi)- Démanteler le site de méthanisation en fin de vie (20 ans)

► *Remarque: la liste n'est pas exhaustive*



# Données de l'OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques)

Comparaison des énergies renouvelables selon leur TRE, leur coût de production, leur tarif d'achat et leurs émissions de CO<sub>2</sub>

Énergie	TRE <sup>(1,58)</sup>	Coûts de production <sup>(1,51)</sup> (en €/MWh)	Tarifs d'achat du kWh	Émission de CO <sub>2</sub> <sup>(1,52)</sup> (en g/kWh)
Éolien terrestre	18:1	De 50 à 71 €/MWh	8,2 c€/kWh <sup>(1,51)</sup>	7
Photovoltaïque	De 4:1 à 10:1	De 61 €/MWh à 104 €/MWh	28,52 c€/kWh <sup>(1,51)</sup>	55
Biocarburants				
Ethanol (canne à sucre)	De 0,8:1 à 10:1	Ø	Ø	Ø
Ethanol (maïs)	De 0,8:1 à 1,6:1			
Diesel	1,3:1			
Biomasse chaleur	Ø	De 47 €/MWh à 108 €/MWh	4,34 c€/kWh + prime de 7,71 à 12,53 c€/kWh <sup>(1,51)</sup>	Ø
Méthanisation	Ø	De 96 €/MWh à 130 €/MWh	De 11,19 à 13,37 c€/kWh + prime de 4 et 2,6 c€/kWh <sup>(1,51)</sup>	Ø
Solaire thermique	Ø	De 156 €/MWh à 451 €/MWh	Ø	Ø
Géothermie	De 2:1 à 13:1	De 38 €/MWh à 62 €/MWh	20 c€/kWh + prime jusqu'à 8 c€/kWh <sup>(1,52)</sup>	45
Hydroélectricité	De 11:1 à 267:1	De 33 €/MWh à 49 €/MWh	6,07 c€/kWh + prime de 0,5 à 25 c€/kWh <sup>(1,58)</sup>	6

Source : OPECST

Ethanol (maïs) De 0,8/1 à 1,6/1

➤ Aucun chiffre sur la valeur du TRE de la méthanisation ! (calculs complexes)

➤ J'ai choisi d'évaluer le TRE du biométhane à partir du TRE du bioéthanol

- les 2 modes de « fabrication » sont proches  
- mais le bioéthanol est « fabriqué » à partir de sucres simples (betterave sucrière, canne à sucre, céréales immatures) ; le biométhane est issu de matière organique + difficile à fermenter

➔ **le TRE du biométhane sera donc + faible/éthanol**

- Si le TRE du bioéthanol = 0,8 à 1,6 (OPECST)

☞ le TRE du biométhane ≈ 0,6 à 1,0

**[TRE = 1,0 avec méthaniseurs les + performants]**

**Conclusion :**

**-Le bilan énergétique de la méthanisation est quasiment nul, voire négatif !!!**

# TRE (EROI) de quelques sources d'énergie

---

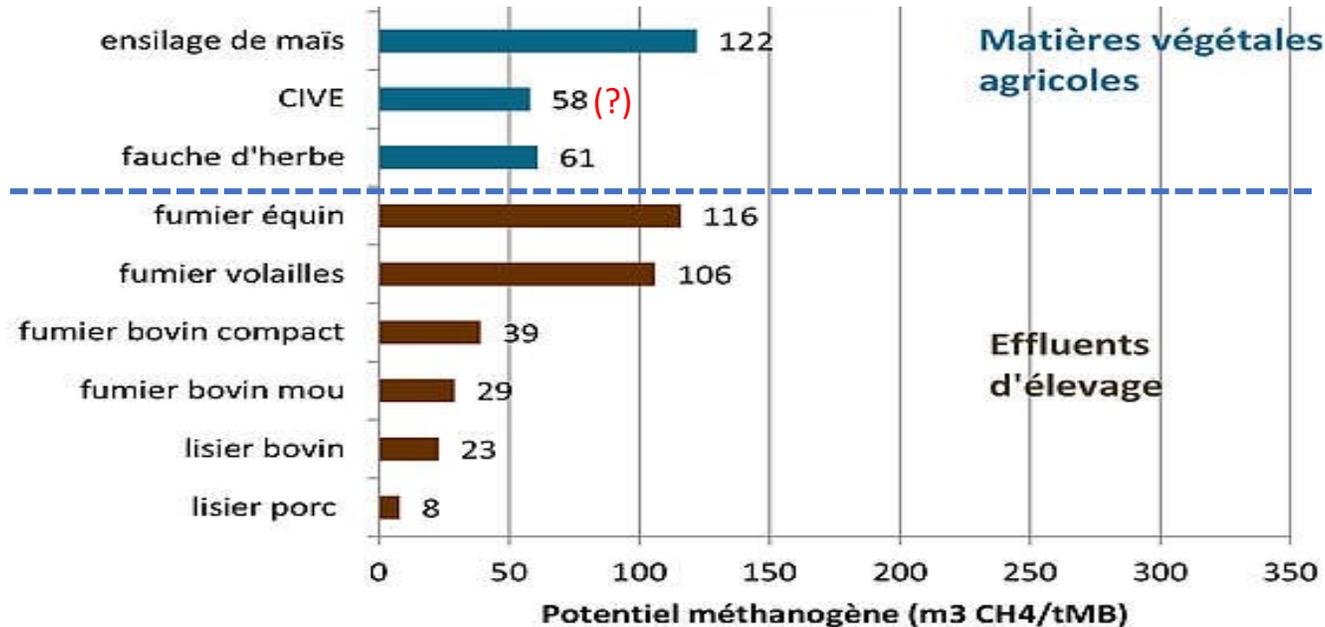
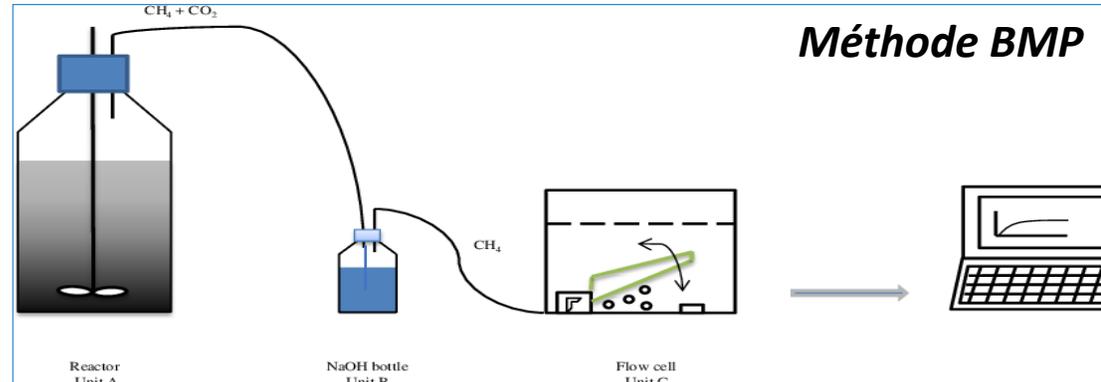
EROEI, « Energy Returned On Energy Invested »

<b>Énergie</b>	<b>EROI</b>
Biodiesel	1.3
Sable bitumineux	3
Huile de schiste	5
Solaire photovoltaïque	6.8
Nucléaire	10
Hydrocarbures	14.5
Éolien	18
Charbon	80
Hydroélectrique	100

## Hypothèse 2 sur l'usage de déchets agricoles pour la méthanisation

**Les déchets agricoles sont-ils une bonne source de matières organiques pour la méthanisation ?**

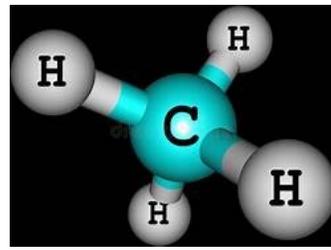
# Tester l'hypothèse en mesurant le « *Potentiel Méthanogène* » [ $\text{m}^3 \text{CH}_4 / \text{t MB d'intrant}$ ]



➤ Le « *Pot. Met.* » varie beaucoup entre intrants

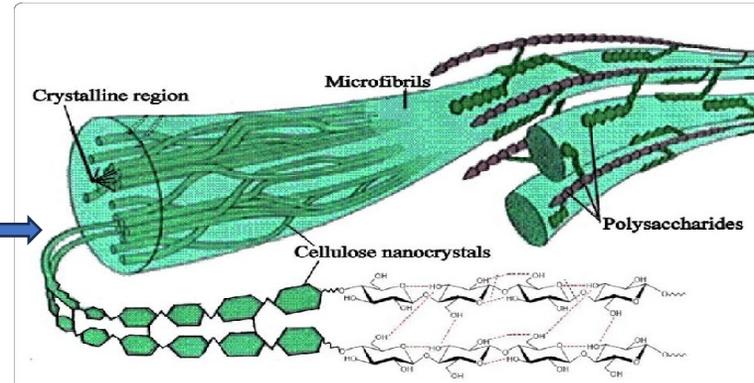
- 8 à 20  $\text{m}^3/\text{t MB}$  pour les lisiers
- 20 à 40  $\text{m}^3/\text{t MB}$  pour les pailles
- 50 à 90  $\text{m}^3/\text{t MB}$  pour les fumiers
- 90 à 130  $\text{m}^3/\text{t MB}$  pour l'ensil. maïs
- 300 à 400  $\text{m}^3/\text{t MB}$  pour les graisses

# Pourquoi les déchets agricoles produisent peu de méthane ?



☞ Pour fabriquer du méthane [CH<sub>4</sub>], il faut du Carbone et de l'Hydrogène utilisés par microbes, en absence totale d'Oxygène

- **Les déchets végétaux** (tiges ; bois) sont surtout composés de cellulose et lignine.
  - Le C y est piégé dans des structures rigides que les microbes utilisent très peu
  - Ils produisent donc peu de méthane



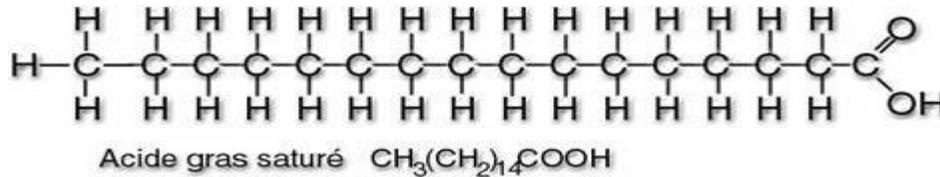
- **Les lisiers** sont riches en azote (N) qui est inutile dans la fabrication du méthane
- **Les lisiers** sont pauvres en C « utilisé par les microbes » puisqu'il a disparu au cours du transit digestif
- Ils produisent donc peu de méthane

[Remarque. Les lisiers sont utiles en apportant l'eau et l'N nécessaires à la croissance microbienne]

- Autre ex : **Les boues de STEP** produisent peu de méthane pour les raisons évoquées dans le cas des lisiers

# Quels intrants produisent beaucoup de méthane ?

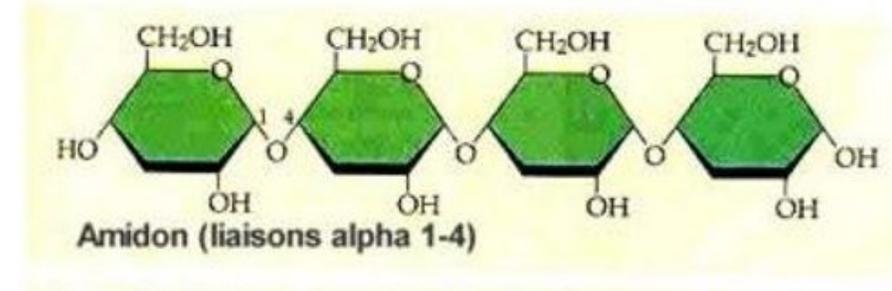
- **Les graisses** qui sont très riches en C et en H, sont facilement utilisées par les microbes pour produire du méthane



[acide palmitique : 16 atomes de C + 32 atomes d'H]

→ Les graisses produisent donc beaucoup de méthane

- **Les céréales** sont très riches en amidon composé de C et d'H aisément utilisés par les microbes  $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]_n$



- **Les CIVE sont des céréales immatures** dont le C et l'H sont très bien utilisés par les microbes

→ Les céréales (cultures principales ou cultures énergétiques ; CIVE) produisent donc beaucoup de méthane

# Conclusions sur l'usage des déchets agricoles pour produire du biométhane

- (A l'exception des déchets gras), il est difficile de produire beaucoup de biométhane avec des déchets agricoles
- L'emploi de déchets gras nécessite des précautions particulières (formation d'émulsions ; effets délétères sur les microbes)

➤ La production intensive de biométhane nécessite l'emploi d'aliments riches en énergie (céréales) destinés habituellement à nourrir les humains et les animaux

➤ L'intrant le + communément utilisé est l'ensilage de maïs :

- rendement important (33 t MB/ha)
- facile à conserver sous forme d'ensilage

☞ mais limité réglementairement à 15% des intrants totaux

➤ Les CIVE constituent l'apport le + important en quantité (≈ 45%)

➤ Les lisiers représentent environ 40% de l'apport en intrants

☞ [Il faut utiliser 60% de lisiers pour avoir droit à la « prime aux effluents d'élevage »]



# Les cultures intermédiaires; ce qui différencie les CIVE des CIPAN

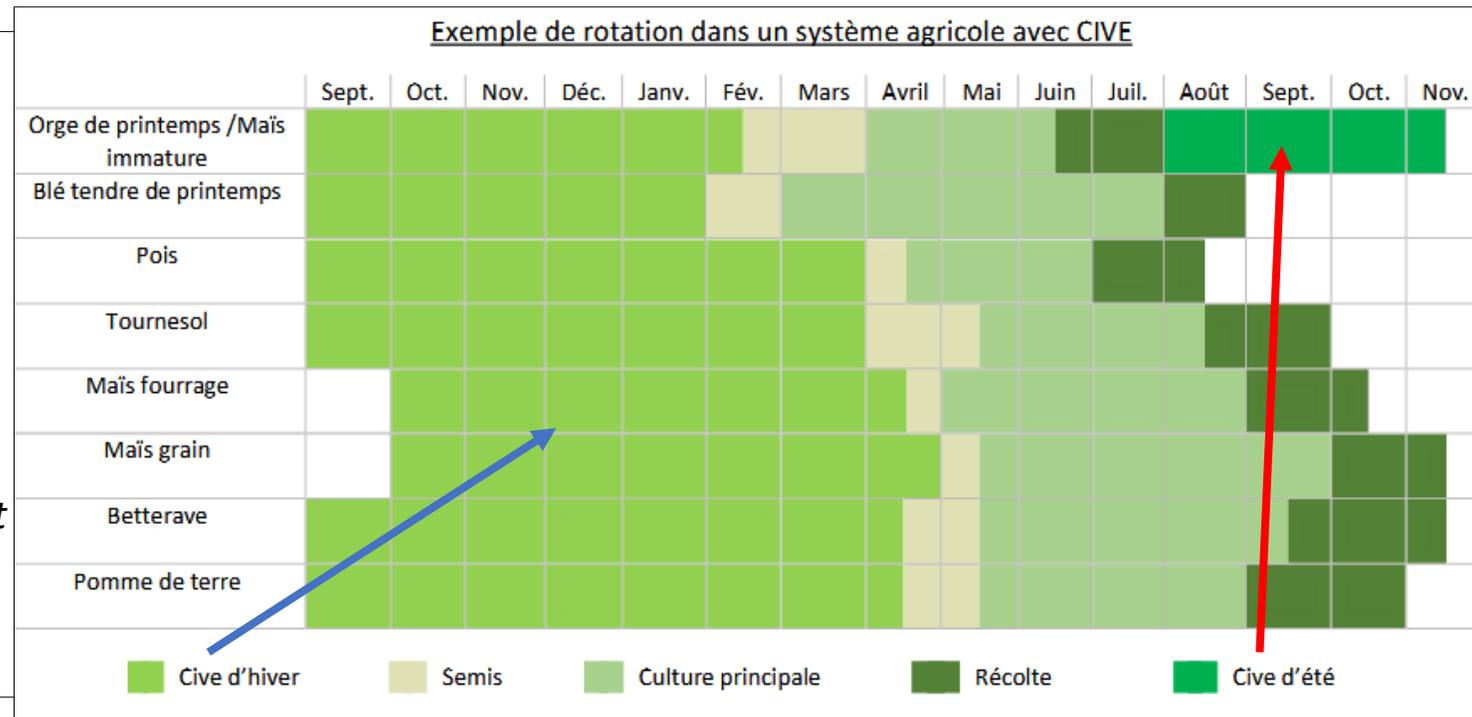
- **Différence entre CIPAN (c.i. piège à nitrates) et CIVE [c.i. à vocation énergétique] qui sont toutes 2 des cultures intermédiaires**
    - Les CIPAN sont enfouies dans le sol avant la culture principale (elles nourrissent le sol et sa biosphère)
    - Les CIVE sont récoltées pour alimenter les méthaniseurs → **impact < 0 sur l'apport de nutriments (C) au sol**
- (incompatible avec l'initiative 4p1000 de COP21 !)

**IMPORTANT : La part des CIVE dans les intrants des méthaniseurs n'est pas limitée ; confusion parfois entre CIVE et C.E. !!!!**

➤ Les CIVE sont des céréales (avoine, triticale/méteil; sorgho, tournesol) associées ou non à des légumineuses (vesce commune, féverole...)

## Conclusions

- **La méthanisation** utilise des aliments habituellement destinés à l'homme, les animaux et les sols  
→ **risque de pénurie alimentaire !**
- **La méthanisation** mobilisera des terres agricoles = surface totale de 2 départements en 2030 ; 5-6 départements en 2050 → **risque de pénurie alimentaire**
- **Les CIVE et le changement d'usage des terres déstockent le carbone des sols**  
- **perte de 2 636 t C/an** pour produire 10 GWh (moyenne en France. 125 m<sup>3</sup>/h ; 3000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/j ; 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an)



## Hypothèses 3 sur les émissions de GES et le climat

➤ **Les dossiers ICPE des projets de méthanisation indiquent qu'ils permettent d'éviter l'émission de plusieurs milliers de tonnes de CO<sub>2</sub>eq/an.**

**- Est-ce exact ?**

# Calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'un méthaniseur agricole (CO<sub>2</sub>eq)

- Le logiciel **officiel** DIGES de CEMAGREF appliqué au « dossier ICPE du site Valois Energie » ( P150)

II.3.13.1.2.1. Méthode du bilan des gaz à effet de serre

« Au final, **la réduction des émissions de GES pour l'installation VALOIS ENERGIE sera d'environ 7.213 tonnes CO<sub>2</sub>eq, soit l'équivalent des émissions de 3.616 véhicules neuf sur une période d'un an. L'impact sur le climat est donc positif »**

- La ligne des dossiers ICPE intitulée « quantité de CO<sub>2</sub>eq évitée » doit être renseignée (+sieurs milliers de t CO<sub>2</sub>eq/an !!)

➤ J'ai surtout étudié cet aspect de la méthanisation puisque les « données officielles » de l'ADEME, de l'INRAE, de GRDF, de Solagro, sur lesquelles s'appuient les pouvoirs publics pour définir la politique énergétique de la France, me paraissaient erronées !!

# Digestion anaérobie et Gaz à Effet de Serre



DIGES

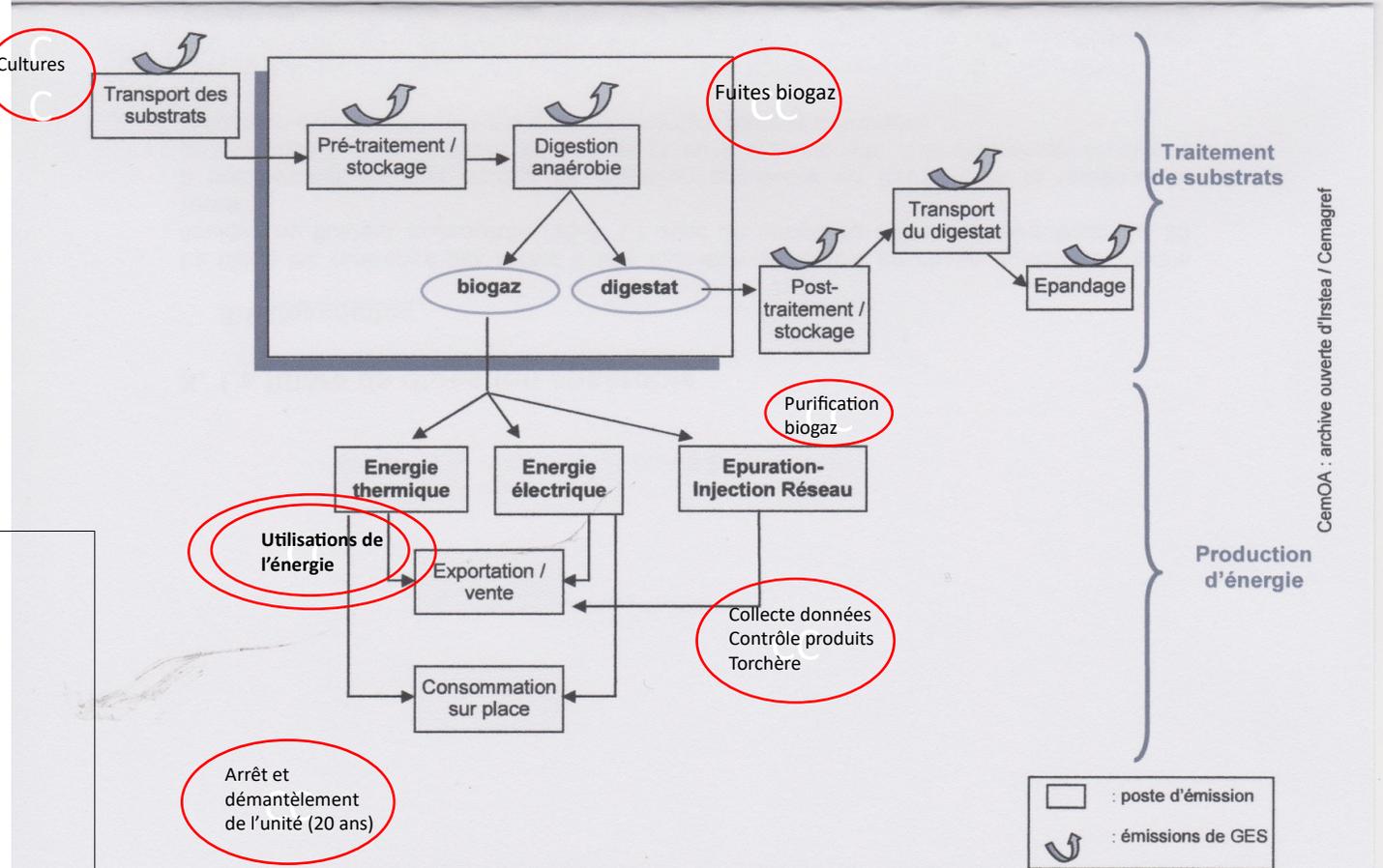
*Application pour le calcul du bilan des émissions de gaz à effet de serre des installations de digestion anaérobie*

Version 2.0

# Analyse du logiciel DIGES (CEMAGREF)

Etude projet, conception, construction

Cultures



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

**Schéma 1 : Description de la filière de digestion anaérobie**

- Etape 1. Conception, construction, installation, entretien du site ◀
- Etape 2. Culture, récolte du maïs + CIVE et préparation des ensilages ◀◀
- Etape 3. Collecte, transport et introduction de lisier dans le digesteur
- Etape 4. Fonctionnement du digesteur (chauffage, agitation, pompes)
- Etape 5. Fuites de biogaz et de biométhane ◀◀
- Etape 6. Purification du biogaz en biométhane injecté ◀◀
- Etape 7. Collecte et stockage des données, contrôle des produits, torchère ◀
- Etape 8. Arrêt accidentel des digesteurs et remise en route ◀
- Etape 9. Arrêt définitif en fin de vie de l'installation ◀
- Etape 10. Collecte, stockage puis transport et épandage des digestats
- Etape 11. Combustion finale du biométhane injecté + CO<sub>2</sub> présent dans le biogaz ◀◀

## Analyse des émissions de gaz à effet de serre au cours du cycle de vie d'un méthaniseur agricole

Jean-Pierre JOUANY

Directeur de recherche honoraire INRAE  
Membre de l'association GREFFE et du collectif CSNM

**Résumé :** Les agences officielles attribuent au biométhane des atouts forts face au gaz naturel. Les allégations en faveur du biométhane portent principalement sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre et, donc, sur la protection du climat. Or, si la nature a pris soin de nous offrir gracieusement le coût énergétique de la synthèse du gaz naturel, le biométhane doit être « fabriqué » à l'issue d'une longue chaîne d'activités nécessitant chacune des dépenses d'énergie responsables d'émissions de gaz à effet de serre. Cette étude a pour objectif d'étudier l'antagonisme entre l'argument « des émissions de CO<sub>2</sub> évitées » par l'implantation d'un méthaniseur sur une exploitation agricole alors que celui-ci nécessite la mise en place d'activités supplémentaires pour assurer son fonctionnement. Ainsi, des cultures dédiées doivent être instaurées pour alimenter le système et celui-ci a beaucoup de similitudes avec une installation industrielle fonctionnant dans des conditions sensibles (digesteurs de plusieurs milliers de mètres-cubes, sans oxygène, à une température de 39°C, stockant des centaines de mètres-cubes de méthane, etc.) et utilisant des techniques très élaborées (épuration membranaire pour transformer le biogaz à 60% de méthane en biométhane à 97% destiné à être injecté). Nous avons identifié 10 étapes essentielles au fonctionnement d'une unité de méthanisation agricole et calculé les émissions de gaz à effet de serre de chacune d'elles en les exprimant par unité d'énergie produite. Le bilan total des émissions que nous avons établi varie de 572 à 703 kg CO<sub>2</sub>eq/MWh et doit être comparé à celui établi par l'ADEME et Quantis (23,4 et 44,1 kg CO<sub>2</sub>eq/MWh) ainsi qu'à celui du gaz naturel proposé par l'ADEME (241 kg CO<sub>2</sub>eq/MWh). Nos données indiquent que les émissions de gaz à effet de serre dues à la production de biométhane agricole sont environ 2 à 3 fois plus importantes que celles du gaz naturel par unité d'énergie. L'effet de la méthanisation agricole sur le climat est donc particulièrement dommageable.

**Mots Clés :** ADEME, Bilan GES, Climat, Exploitation agricole, Méthanisation

### Introduction

La méthanisation est un procédé biologique par lequel de nombreux microorganismes interagissent au sein d'une chaîne trophique complexe pour transformer les matières organiques en méthane dans un milieu sans oxygène (Fonty, 2022). Cette opération se déroule naturellement dans les sédiments, les marais, les rizières, les océans, les décharges, le fumier, ainsi que dans le tube digestif de certains animaux (herbivores en particulier) et certains insectes (termites, cafards...). Cette biotransformation naturelle a été « domestiquée » dès les années 90s (Lettinga 1995) par les biotechnologues qui l'ont mise en œuvre au sein de vastes digesteurs anaérobies utilisant des déchets organiques pour les transformer en méthane à des fins énergétiques. Si la découverte et l'usage effréné des énergies fossiles sont à l'origine de la formidable croissance économique du monde occidental dès le XIX<sup>e</sup> siècle, leur nature carbonée est la principale cause du dérèglement climatique due aux émissions de CO<sub>2</sub> qui en sont issues. En outre, les énergies fossiles occasionnent de nombreux

Mes travaux sur **le calcul des émissions de gaz à effet de serre des méthaniseurs** ont été publiés dans la *Revue Francophone du Développement Durable* en mars 2023. (ISSN 2269-1464)

# Bilan de mes calculs d'émission de GES d'un méthaniseur

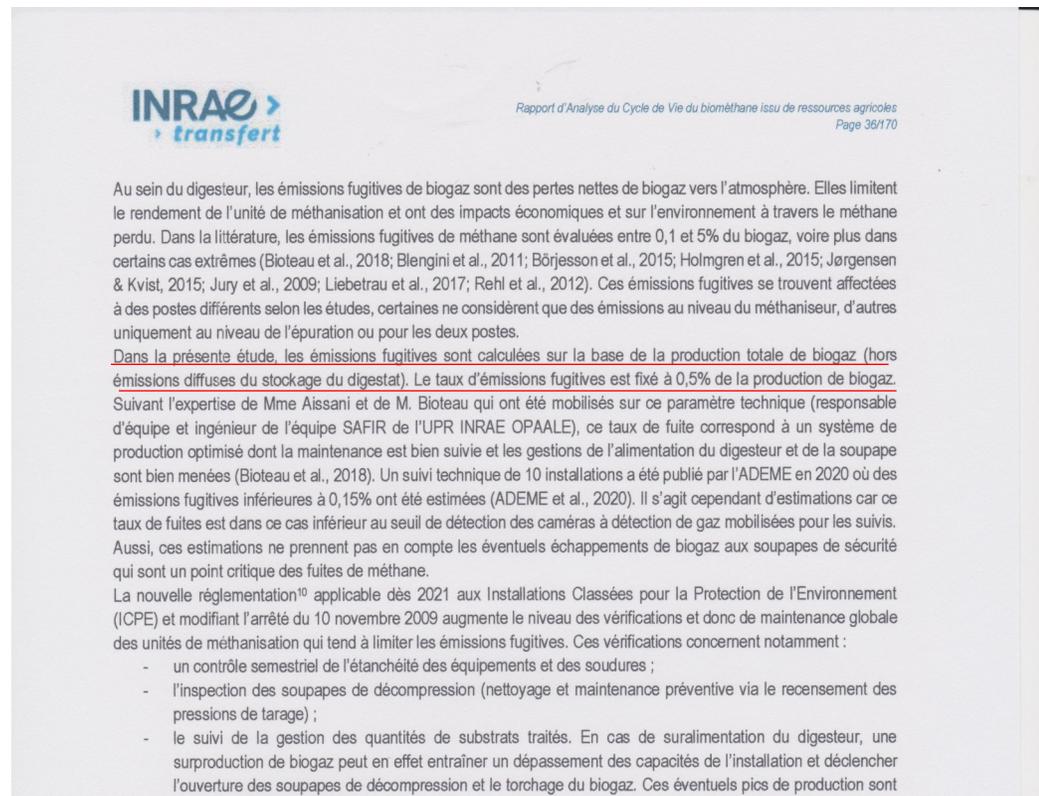
Etape 1. Conception, construction, installation, entretien du site	5 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 2. Culture, récolte du maïs + CIVE et préparation des ensilages	77 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 3. Collecte, transport et introduction de lisier dans le digesteur	0 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 4. Fonctionnement du digesteur (chauffage, agitation, pompes)	20 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 5. Fuites de biogaz et de biométhane	111-242 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 6. Purification du biogaz en biométhane injecté	20 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 7. Collecte et stockage des données, contrôle des produits, torchère	3 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 8. Arrêt accidentel des digesteurs et remise en route	3 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 9. Arrêt définitif en fin de vie de l'installation	5 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 10. Collecte, stockage puis transport et épandage des digestats	0 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
Etape 11. Combustion finale du biométhane injecté + CO <sub>2</sub> présent dans le biogaz	327 kg CO <sub>2</sub> eq/MWh
<b>Total</b>	<b>571-702 kg CO<sub>2</sub> eq/MWh</b>

- L'ADEME propose la valeur de **23,4 kg CO<sub>2</sub> eq/MWh pour le biométhane**
- La valeur retenue en EU pour **le gaz naturel est de 227 kg CO<sub>2</sub> eq/MWh**

Selon l'ADEME, **le biométhane pollue 10 fois moins que le GN**  
Selon mes calculs, **le biométhane pollue 2-3 fois plus que le GN**

➤ La valeur médiane des fuites de gaz mesurée sur +sieurs centaines de sites de méthanisation est de l'ordre de **6% de la production totale de gaz** .....

... alors que la valeur des fuites utilisée jusque-là est de **0,5 à 1% de la production totale de gaz** (*10 fois moins, mais l'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub>eq est beaucoup plus important car le PRG du méthane est 28 fois celui du CO<sub>2</sub>!!!*)



ARTICLE  
**Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated**

Semra Bakkaloglu,<sup>1,2,3,\*</sup> Jasmin Cooper,<sup>1,2</sup> and Adam Hawkes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sustainable Gas Institute, Imperial College London, SW7 1NA London, UK

<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, Imperial College London, SW7 2AZ London, UK

<sup>3</sup>Lead contact

\*Correspondence: s.bakkaloglu@imperial.ac.uk

<https://doi.org/10.1016/j.onear.2022.05.012>

**SCIENCE FOR SOCIETY** An immediate shift away from coal and oil for energy is necessary to limit rising temperatures but is challenging due to energy needs, particularly in areas like heating and cooling that require substantial energy supply all year round. Natural gas is presently being used as a bridging fuel. It delivers the same performance as coal and oil but has lower CO<sub>2</sub> emissions. However, natural gas releases methane (CH<sub>4</sub>), which is a more powerful warming agent than CO<sub>2</sub>. Biomethane and biogas have emerged as strong candidates to replace gas and lower CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions. However, these replacement fuels are not CH<sub>4</sub> emission free. Indeed, CH<sub>4</sub> is released at various points during production and distribution, but a thorough understanding of where, when, and how much CH<sub>4</sub> is released remains absent. A synthesis and analysis of existing biomethane and biogas CH<sub>4</sub> emission data reveal that CH<sub>4</sub> emissions throughout the supply chains have been underestimated. The majority of CH<sub>4</sub> comes from just a few super-emitters and mainly at the digestate stage. Mitigating CH<sub>4</sub> throughout biomethane and biogas supply chains is urgently needed if we are to limit global warming to 1.5°C.

**SUMMARY**

Although natural gas generates lower CO<sub>2</sub> emissions, gas extraction, processing, and distribution all release methane, which has a greater global warming potential than CO<sub>2</sub>. Biomethane and biogas that use organic wastes as a feedstock have emerged as alternatives to natural gas, with lower carbon and methane emissions. However, the extent to which methane is still emitted at various stages along biogas and biomethane supply chains remains unclear. Here, we adopt a Monte Carlo approach to systematically synthesize the distribution of methane emissions at each key biomethane and biogas supply chain stage using data collected from the existing literature. We show that the top 5% of emitters are responsible for 62% of emissions. Methane emissions could be more than two times of greater than previously estimated, with the digestate handling stage responsible for the majority of methane released. To ensure the climate benefits of biomethane and biogas production, effective methane-mitigation strategies must be designed and deployed at each supply chain stage.

**INTRODUCTION**

As we move further into the 21<sup>st</sup> century, energy systems must move away from fossil fuels and grow in renewable energy capacity if Paris Agreement temperature targets are to be met. However, due to challenges in adopting low-carbon technologies, certain areas of global energy systems are difficult to decarbonize. These include heavy industry, transport, and heating and cooling systems, which together account for a significant portion of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions.<sup>1</sup> Natural gas has therefore been used as an important alternative fuel, which can offer large-scale energy supply, especially for domestic space

heating and hot water needs, electricity generation, and industrial applications, with much lower CO<sub>2</sub> emissions compared with oil and coal. Although replacing oil and coal with natural gas reduces CO<sub>2</sub> emissions, fugitive emissions from the supply chain of natural gas—gas extraction, processing, and distribution—can all release CH<sub>4</sub>. Around 39.6 million tonnes of CH<sub>4</sub> were emitted in 2021,<sup>2</sup> representing 61% of oil and gas emissions and 30% of total-energy-sector CH<sub>4</sub> emissions. Since CH<sub>4</sub> has a much stronger global warming potential than CO<sub>2</sub> and is currently responsible for at least one-quarter of global warming, there are strong calls for natural gas use to be reduced by at least 35% by 2050 and 70% by 2100 relative to 2019;<sup>3</sup>



**Coût énergétique (émission de CO<sub>2</sub>eq) de l'étape de purification du biogaz (60% de CH<sub>4</sub> + 40% CO<sub>2</sub>) en biométhane (97% de CH<sub>4</sub>)**

9 postes consommant de l'énergie et émettant du CO<sub>2</sub>eq ont été identifiés pour cette seule étape

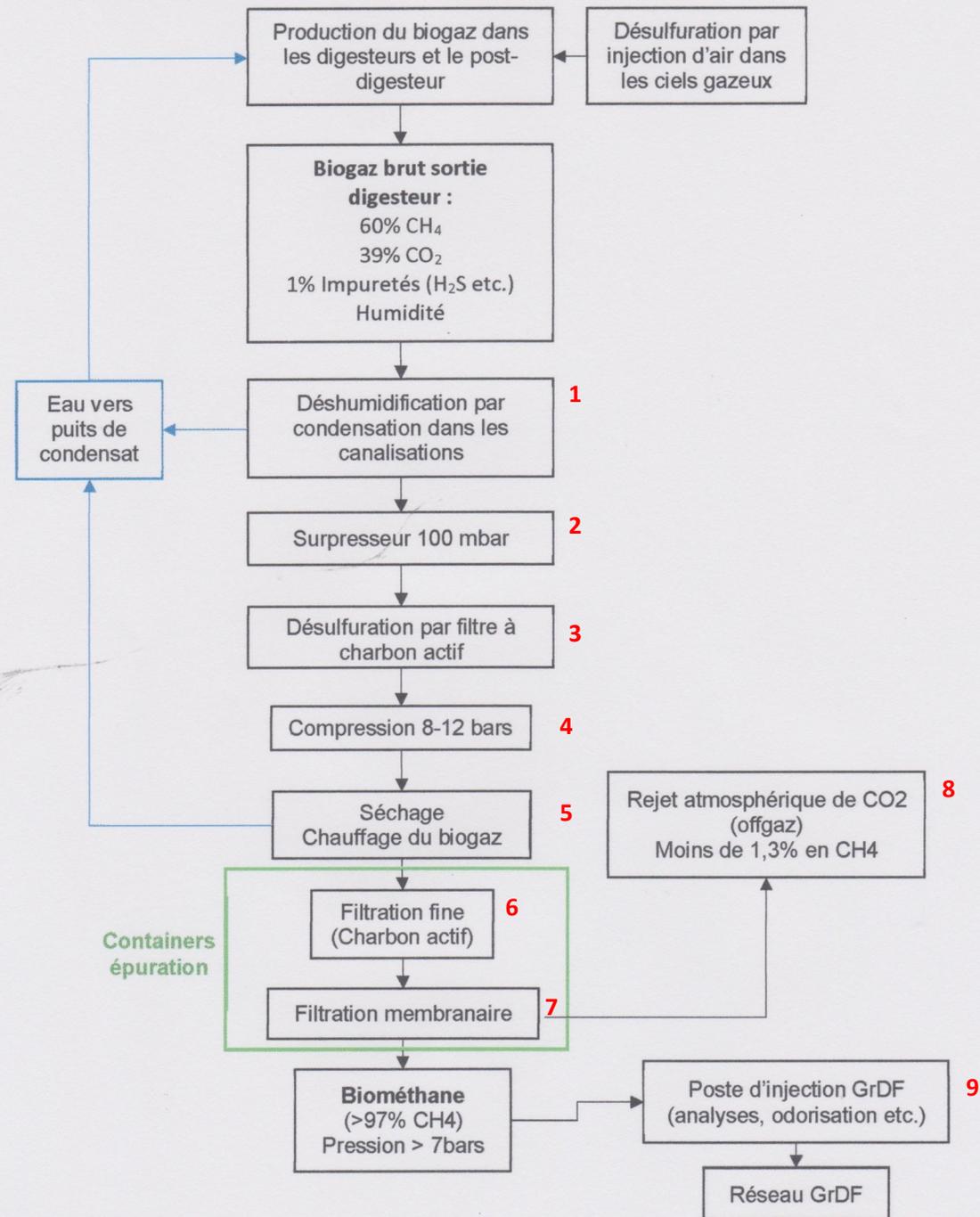


Figure 11 : Procédé d'épuration du biogaz

# Hypothèse 4 sur la qualité des sols (stockage du C)

- **La méthanisation transfère-t-elle du C des sols vers l'atmosphère** (*inverse de l'initiative 4 p 1000*), **ce qui serait catastrophique pour le climat ?**

➤ Selon l'ADEME, le cycle du C ne serait pas altéré par la méthanisation

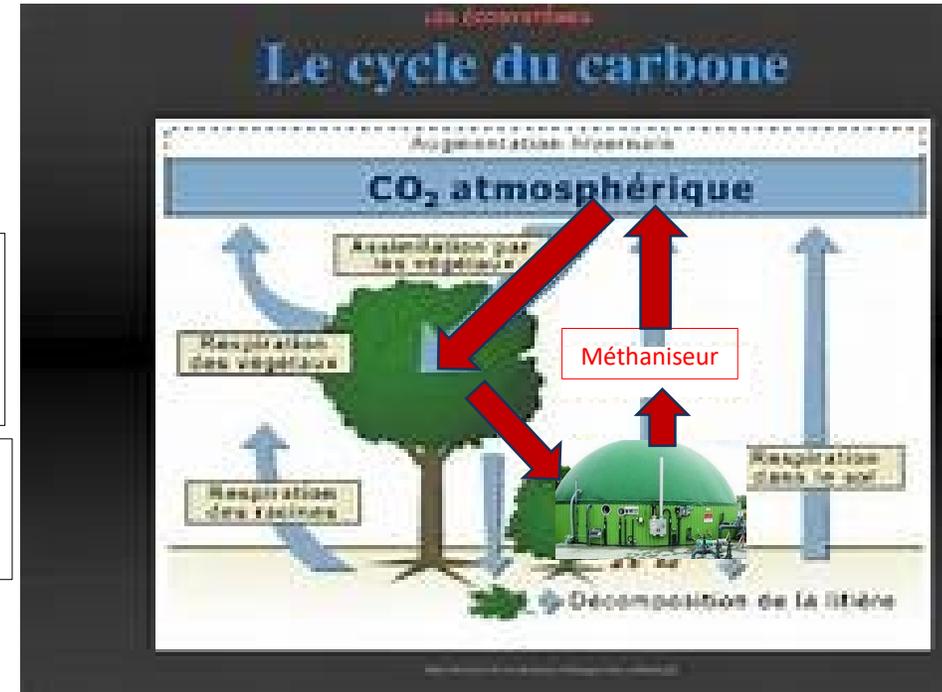
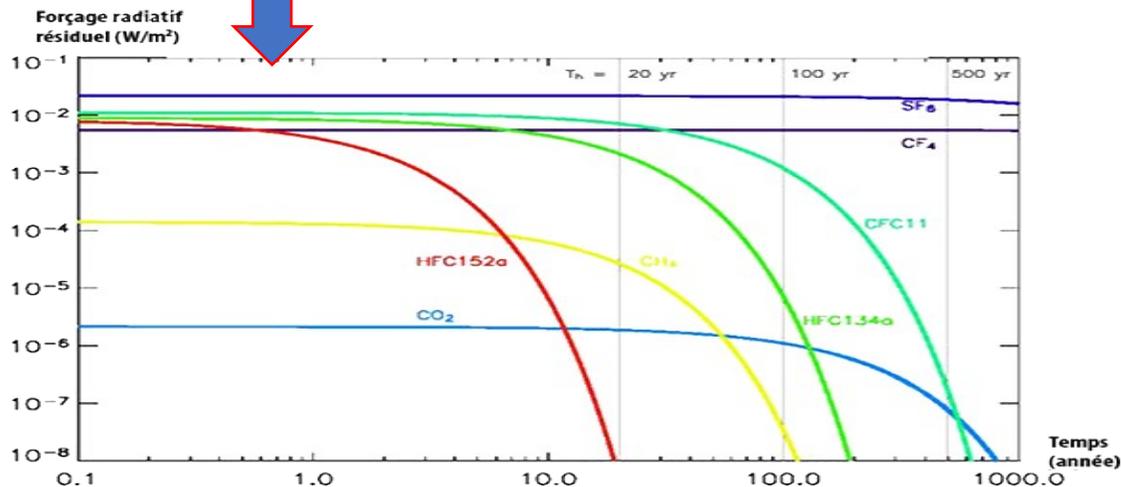
1- Cas du CO<sub>2</sub> atmosphérique

- le CO<sub>2</sub>eq émis serait « quantitativement compensé » par le CO<sub>2</sub> fixé par la photosynthèse des intrants

Hypothèse erronée

1- Cet avis ne concernerait que le CO<sub>2</sub>eq issu de la combustion du biogaz ; quid du CO<sub>2</sub> émis dans les autres étapes (culture des intrants, transports, chauffage + agitation, purification du biogaz, compression + odorisation, injection...)?

2- Tout CO<sub>2</sub> émis est séquestré dans l'atmosphère pendant plusieurs centaines d'années, durée pendant laquelle il agit sur le climat

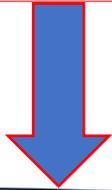


La méthanisation a donc un effet délétère sur le climat ce que le bilan des méthaniseurs (hypothèse 3) avait déjà démontrée (émission de 571 à 702 kg CO<sub>2</sub>eq/MWh)

## 2- Cas du C stocké dans les sols

- La méthanisation devra **produire 30 TWh en 2030** et **100 TWh en 2050** (la production actuelle est de **7 TWh**)
  - En 2030, il faudra **1 million d'ha (10.000 km<sup>2</sup>) de terres cultivées** pour alimenter les méthaniseurs (5% des terres arables)
  - En 2050, il faudra **3 millions d'ha (30.000 km<sup>2</sup>) de terres cultivées** (15% des terres arables)
- Il sera nécessaire de **créer de nouvelles surfaces agricoles** (labour de prairies ou déforestation) **qui sont riches en C**
- le **non-retour au sol des CIVE/CIPAN** est encore une cause de perte du C des sols dû à la méthanisation

→ **8 x 10<sup>6</sup> t C/an** seront déstockés du sol en 2030 ; **25 x 10<sup>6</sup> t C/an** seront déstockés du sol en 2030



→ L'initiative **4 p 1000** de la COP21 (Paris 2015), ratifiée par la France, engage les pays à **augmenter leur stock de C terrestre de 4 p 1 000 par an** pour limiter l'augmentation de température de la planète à **1,5° - 2°C !!!!**



→ **Pénurie de terres agricoles pour produire nos aliments**

La revue « NATURE » (décembre 2022) indique :

1- La croissance de la population mondiale va nécessiter une augmentation de 40-60% des cultures et de 70% de l'élevage (lait + viande)

2- Pour préserver notre climat, il faut absolument augmenter la quantité de C stocké dans les sols (*initiative 4 P 1000*)

« Le plan européen du climat qui encourage le développement des bioénergies (dont la méthanisation est une composante) sacrifie ces 2 exigences »



GUSTAVO BASSO/PHOTO VIA GETTY

Burnt land in Pará state, Brazil, where wide tracts of the Amazon rainforest have been cleared for soya-bean production.

## EU climate plan boosts bioenergy but sacrifices carbon storage and biodiversity

Timothy D. Searchinger, Oliver James, Patrice Dumas, Thomas Kastner & Stefan Wirseni

Incoming policies will cause the European Union to harvest more wood, shift one-fifth of cropland to bioenergy and outsource deforestation, analysis shows.

**N**early all strategies to meet climate targets or preserve global biodiversity require the world's agricultural land area to be held at current levels or reduced. More precisely, the world must decrease its 'land carbon footprint', which is the quantity of carbon lost from native habitats to supply agricultural products and wood. But rising populations and incomes

put the world on track to require 40–60% more crops and 70% more milk and meat in 2050 than in 2010 (ref. 1). Even factoring in higher yields, models project that cropland will expand by 100 million to 400 million hectares (Mha) globally over this period<sup>1,2</sup>. Indeed, remote sensing of recent growth rates<sup>3</sup> puts the world's cropland on track to consume 450 million more hectares over this period, an area 1.5 times the size of India.

To meet the challenge, countries must do more to maintain or reduce their land carbon footprints. They can do so by boosting crop and livestock yields and by reducing demand, particularly for products that require a lot of land to produce, such as meat.

The world must also rapidly reduce its fossil-fuel emissions, with the European Union playing a key part. The bloc is on the cusp of enacting its ambitious 'Fit for 55' plan, designed

to reduce greenhouse-gas emissions by 55% by 2030, relative to 1990 levels. New energy laws are at its centre: a revised directive to increase renewable energy to 40–45% by 2030, tighter caps on emissions from factories and power plants, and requirements that aviation and shipping industries shift to alternative fuels. The EU is also finalizing laws that it says will increase land-based carbon storage and biodiversity in Europe and reduce deforestation abroad.

Unfortunately, although other parts of the plan should reduce emissions, the broad rules assigning climate benefits to bioenergy will undermine carbon storage and biodiversity both in Europe and globally, by expanding Europe's outsourcing of agricultural production to other countries. By treating biomass as 'carbon neutral', the rules create incentives to harvest wood and to divert cropland to energy crops, regardless of the consequences

Quelques données qui pourront vous être utiles pour caractériser les méthaniseurs

# A retenir pour valider vos arguments à partir de données scientifiques

1 kilo = 1.000 ( $10^3$ ) ; 1 Méga = 1.000.000 ( $10^6$ ) ; 1 giga = 1.000.000.000 ( $10^9$ ) ; 1 tera = 1.000.000.000.000 ( $10^{12}$ ) ; 1 peta =  $10^{15}$

**Les émissions de GES  $\approx$  600 kg CO<sub>2</sub>eq / MWh selon mes calculs ; = 23,4 kg CO<sub>2</sub>eq/MWh selon l'ADEME**

**1 m<sup>3</sup> de méthane produit 10 kWh d'énergie**

*Un méthaniseur de 10 GWh (moyenne des unités en France) produit 125 m<sup>3</sup>/h ; 3.000 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/j ; 1.000.000 ( $10^6$ ) m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/an*

- Soit près de 6.000 t CO<sub>2</sub>eq produites/an, calculés sur la base de 600 kg CO<sub>2</sub>eq/MWh, qui correspondent à l'équivalent des émissions d'environ 40.000.000 km parcourus en voiture !*
- Il faut noter que les émissions de CO<sub>2</sub>eq calculées ici à partir de mes résultats sont égales aux émissions évitées à partir des données de l'ADEME et calculées selon le modèle DIGEST !!!*
- Pour rappel, la méthode officielle utilisée par les pouvoirs publics et les décideurs se base sur les données de l'ADEME qui, selon mon travail, sont erronées.*

Dans le cas du méthaniseur de St Remy-de-Chagnat qui produit 6.700 MWh/an,

- les rejets de CO<sub>2</sub>eq sont égaux à  $0,6 \text{ t} \times 6.700 = 4.020 \text{ t CO}_2\text{eq/an}$ .**

Je vous remercie pour votre attention

