

Méthanisation: Energie, GES, accidents ...

2022-01-18, Corcoué-sur-Logne

Daniel Chateigner

Professeur des Universités
Université de Caen – Normandie Université
Coordonnateur du CSNM

CSNM
Collectif Scientifique National Méthanisation raisonnable



CSNM

Création: Octobre 2018

28 scientifiques

Indépendants

- *Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (2012):*
« Germany should not focus on bioenergy to reduce the consumption of fossil fuels and GHG emissions »
- *Techniques de l'Ingénieur (2012):* La biomasse pourrait menacer les objectifs de réduction de CO2 de l'UE. 17 avril.
- GREFFE: GROUPE scientifique de réflexion et d'information pour un développement durable: 30 scientifiques

Agronomie
Biochimie, Biologie, Biologie cellulaire
Chimie
Déchets
Ecologie des sols
Electronique
Environnement
Géochimie des eaux et des sols
Géographie physique
Géologie
Hydrogéologie
Médecine générale, Médecine de santé publique
Microbiologie
Physique
Patrimoine naturel historique, Préhistoire
Radiologie
Réseaux informatiques
Sols karstiques, Systèmes rayonnants
Toxicologie animale et environnementale
Vers de Terre

Pourquoi le CSNM ? Des conséquences occultées

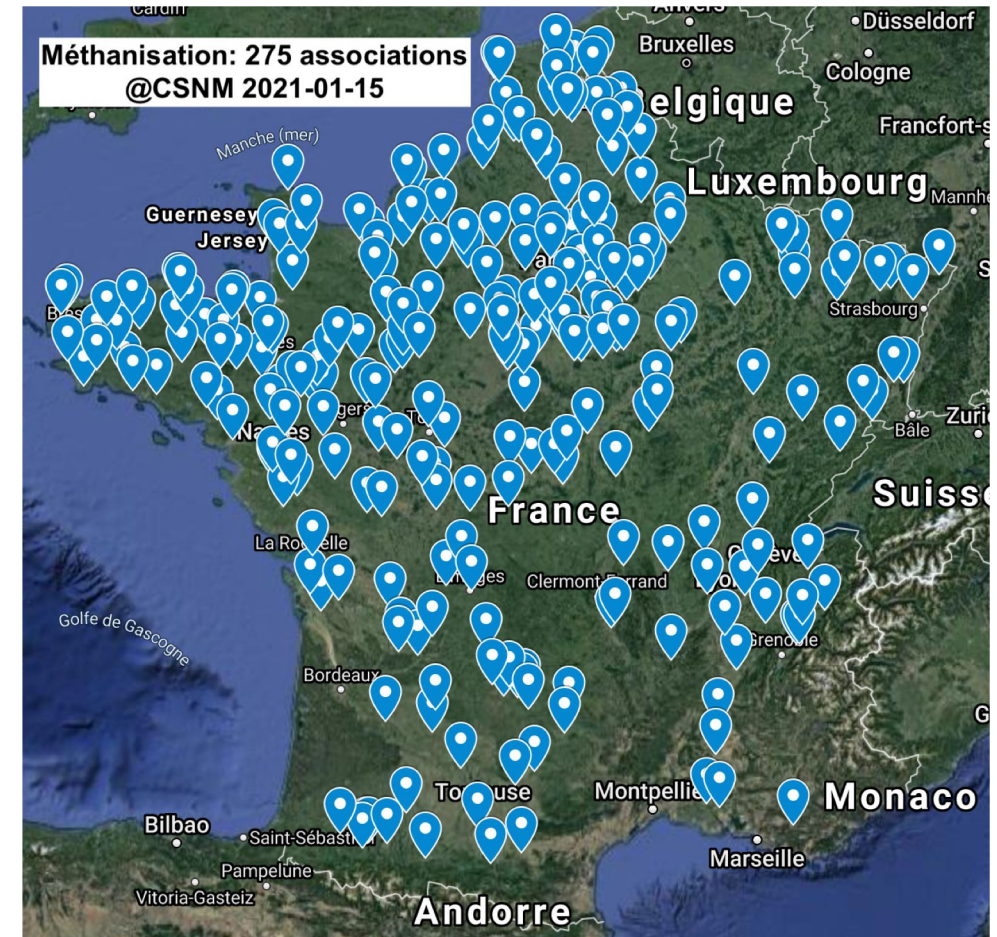
Conséquences (externalités ?) variées et négatives: www.cnvmch.fr

- nuisances (odeurs, sanitaires, transports, bruit)
- impacts sur et hors-sols et la biodiversité,
- impacts sur les nappes et les airs
- immobilier

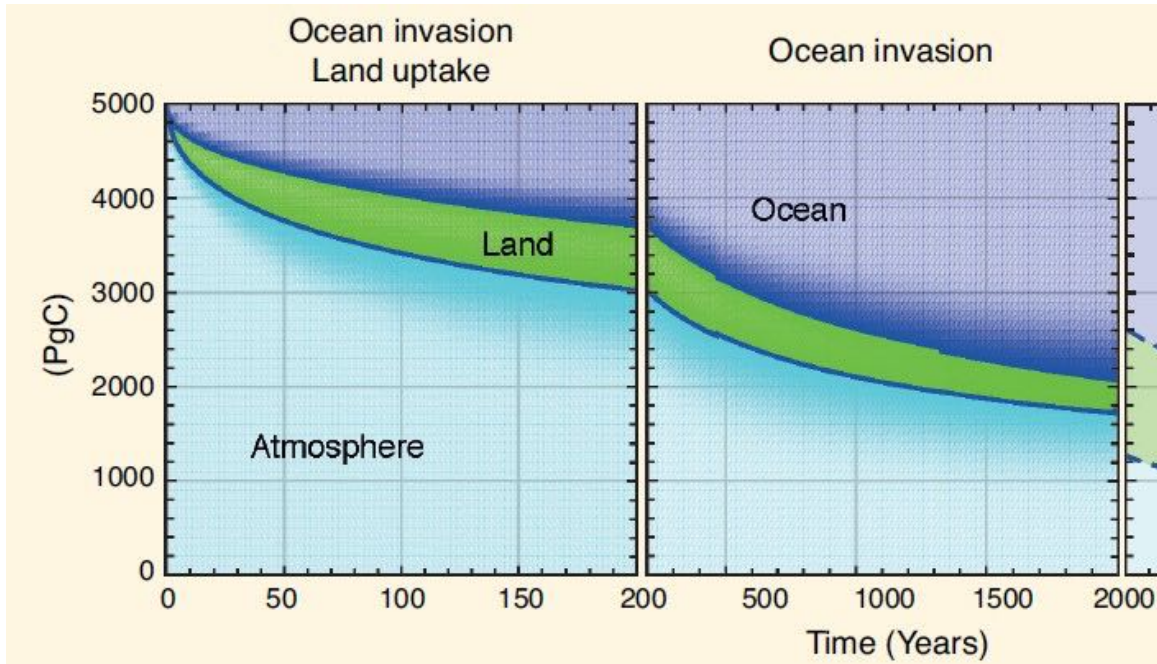
Riverains alertés tard, mécontents
en **résistance avertie** (NIMBY)

→ > 330 000 signatures de pétitions

→ Fiches pédagogiques du CSNM
pour saisir les conséquences des
feuilles de route ADEME et autres annonces

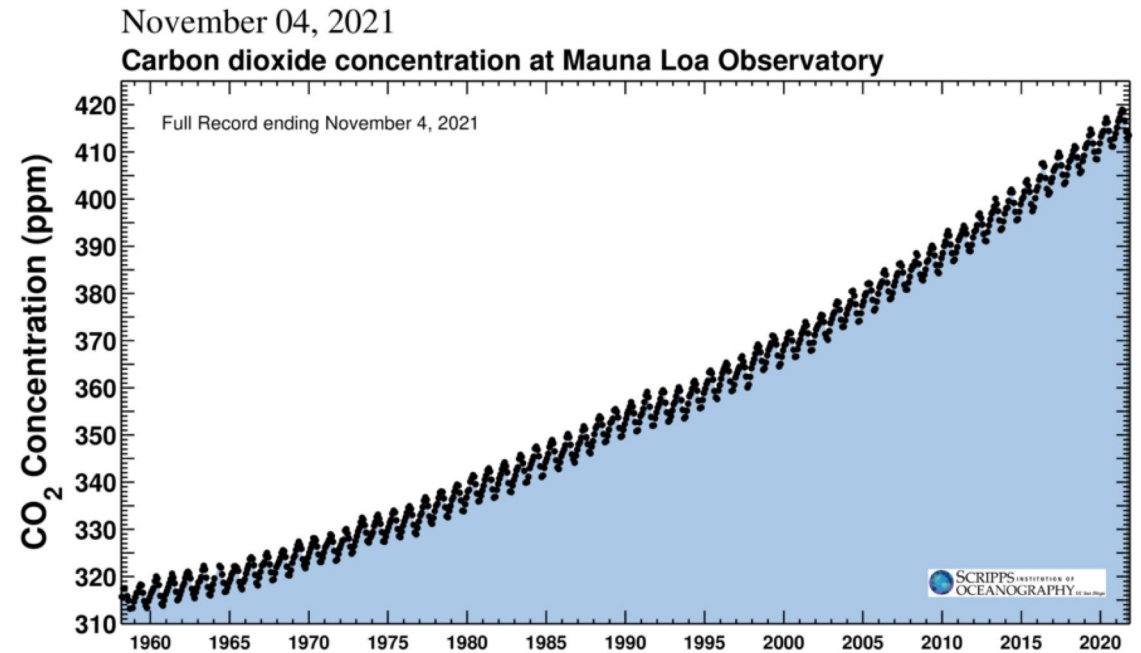


CO₂: GES



Rapports annuels du GIEC

Mesures de Keeling



Neutralité carbone ?

Biomasse -> CH₄ -> CO₂ -> plantes -> biomasse ...

EFFET de SERRE

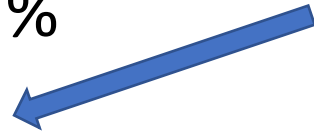
Atmosphère GES

44%

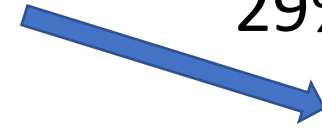


CO₂

27%



29%



Photosynthèse

Forêts
Prairies, montagnes
SAU (40%)
Dont Élevage (80%)

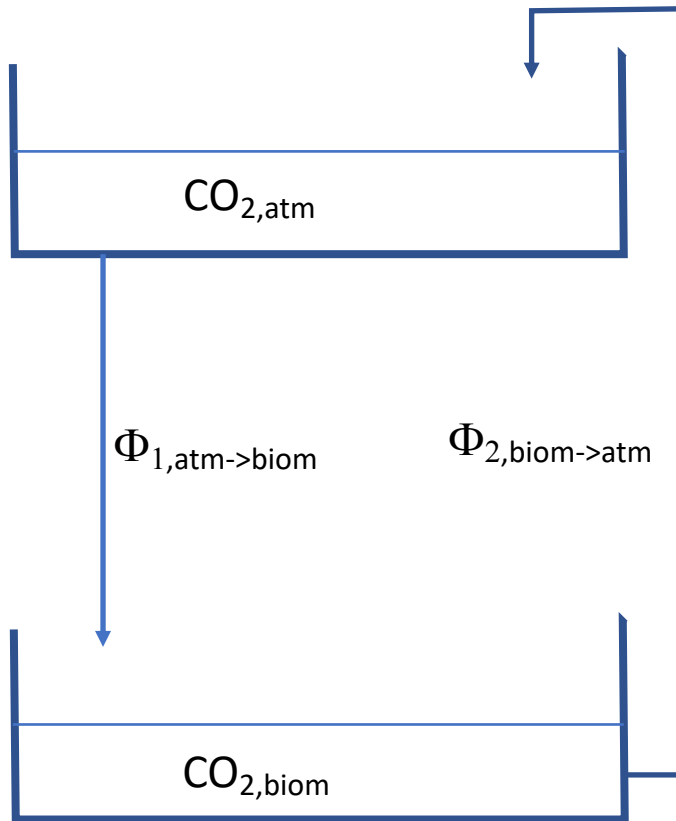
Océans

Acidification

Ecosystèmes terrestres

Pluies acides

Industries, méthanisation, respirations



Si à chaque instant il pousse autant d'eqCO2 biomasse que ce que l'on utilise d'énergie:

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

Hiver: rien ne pousse sous nos latitudes: $\Phi_1 = 0$; Φ_2 élevé

Printemps: Φ_1 croissant; Φ_2 décroissant plus légèrement

Été: Φ_1 légèrement croissant ou nul; Φ_2 au plus faible mais pas nul

Automne: Φ_1 décroissant vers zéro; Φ_2 de plus en plus fort

Bilan: la différence entre ces deux flux sur une année:

$$\Phi_1 - \Phi_2 < 0$$

on accumule dans l'atmosphère

$$dm_1/dt < dm_2/dt$$

Equation d'un système non conservateur

Combien évite-t-on de CO₂ ?

Bilan net mondial émissions : autour de 20 Gt eqCO_{2,atm} par an.

Chaque année, l'atmosphère retient 20 Gt de plus de CO_{2,atm}. Soit 20 000 000 000 de tonnes

6354 t eqCO₂/an/méthaniseur: 3-4 millions de méthaniseurs au monde pour éviter ces émissions.

148 million de km² de terres émergées: 47 km², ou un méthaniseur tous les 7 km

En prenant l'inverse de ce chiffre, 6354 / 20 000 000 000, **chaque méthaniseur contribue pour 0,000 032 % à la réduction de CO_{2,atm}**. Evidemment s'il fonctionne sans problème.

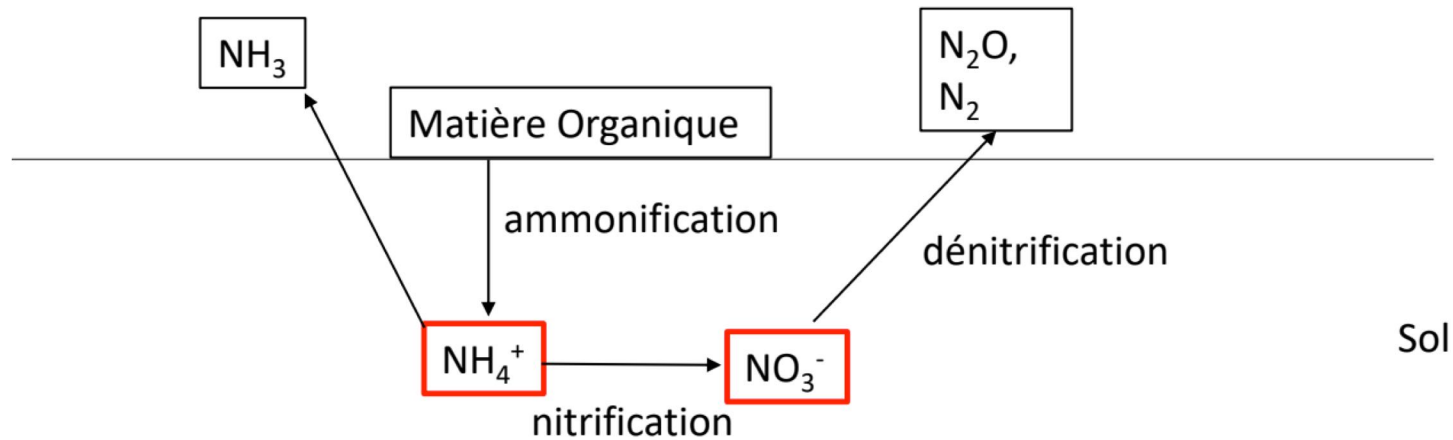
Et comme pour augmenter la température moyenne du globe de 0,63°C il faut 1000 Gt de CO₂ supplémentaire dans l'atmosphère en moyenne (GIEC), on voit que chaque méthaniseur permet d'induire une décroissance de température de :

$$0,63 \times 6354 / 1000 \cdot 10^9 = \mathbf{0,000\ 000\ 000\ 4\ ^\circ\text{C}}$$

Même le méthaniseur le plus gros en projet en France, celui de Corcoué-sur-Logne prévu pour 680 000 t/an d'intrants (qui affiche une réduction de 59 000 t/an de CO_{2,atm}) n'aurait qu'un impact de 0,000 000 04 °C sur la température moyenne, **si la neutralité carbone est assumée** ...

Assimilation de l'azote: nitrates ou ammonium ?

(hors fixation symbiotique de N_2)



- Dans les sols tempérés plus de NO_3^- que de NH_4^+
- Accumulation d'ammonium dans les sols où la nitrification est inhibée (sols acides, hypoxiques) ou par excès d'engrais
- Plantes cultivées tolèrent généralement moins bien l'ammonium que les plantes sauvages

Absorption de l'ammonium

Ammonium source d'azote mais toxique à de fortes concentrations :

Syndrome ammoniacal

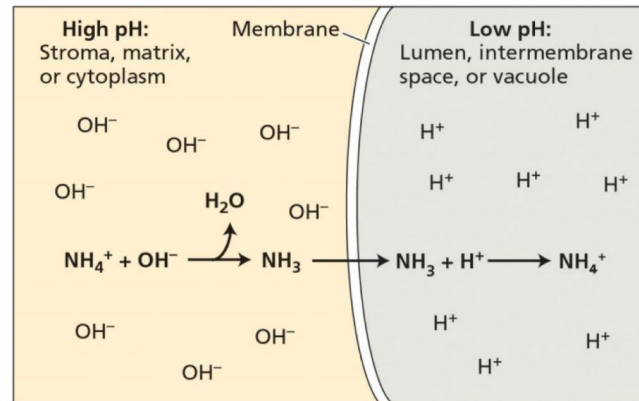
Croissance et rendements diminués, perturbations ioniques et du gradient de pH, chloroses, stress oxydatif

Augmente la photorespiration et la respiration

Perturbations hormonales, modifications de l'architecture racinaire

Toxicité de l'ammonium

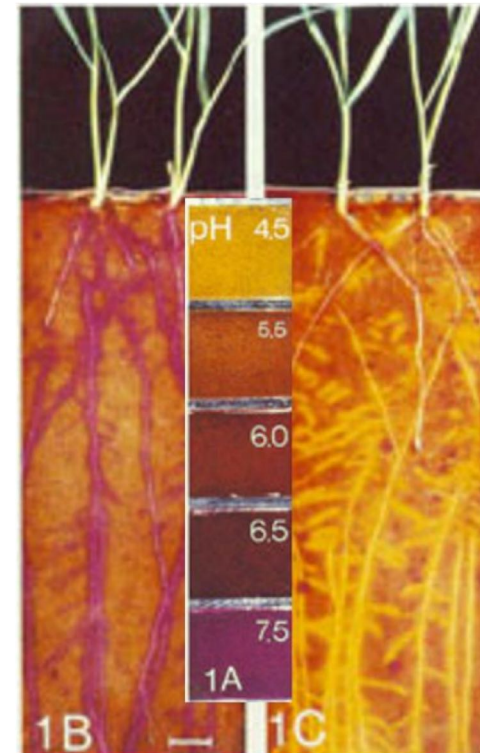
Suppression du gradient de pH



A pH alcalin ($pK \text{ NH}_4^+ / \text{NH}_3 = 9.25$):
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \Rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 \Rightarrow Consomme OH^- = baisse pH

pH acide : NH_3 réagit avec H^+
 pour former NH_4^+
 \Rightarrow consomme H^+ = montée pH

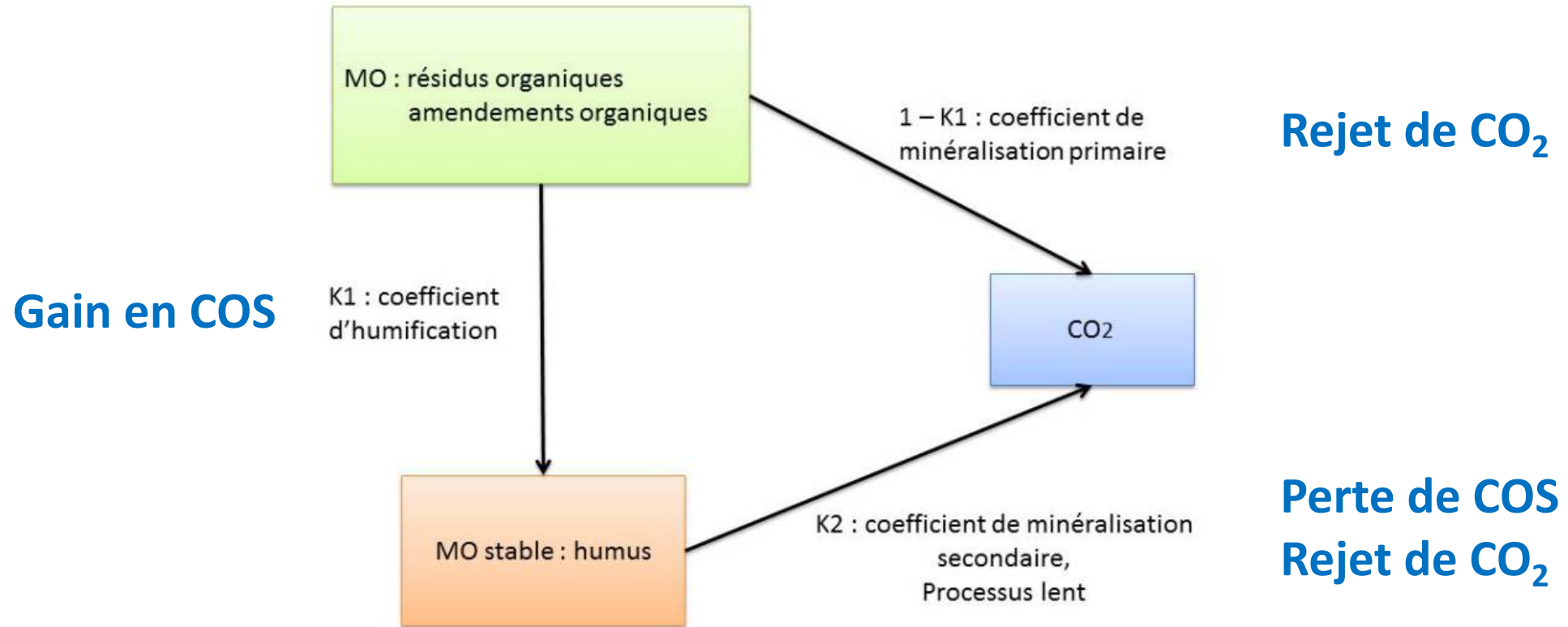
N = NO_3^- N = NH_4^+



Hessini *et al.* (2019), Plant physiol. Biochem.; Krapp (2015) Curr. Opin. Plant Biol.; Li *et al.* (2017) J. Exp Bot Liu & von Wiren (2017) J. Exp Bot; Noguero & Lacombe (2016) Frontiers Plant Sci.; Sarasketa *et al.* (2014) J. Exp Bot; Xuan *et al.* (2017) Curr. Opin. Plant Biol.; Zhang *et al.* (2018) Eur. J. soil. Science; Zhao & Shen (2018) Frontiers Plant Sci. ; Esteban *et al* (2016) Plant Science

La SAU Française sans méthanisation

Le modèle Hénin-Dupuis

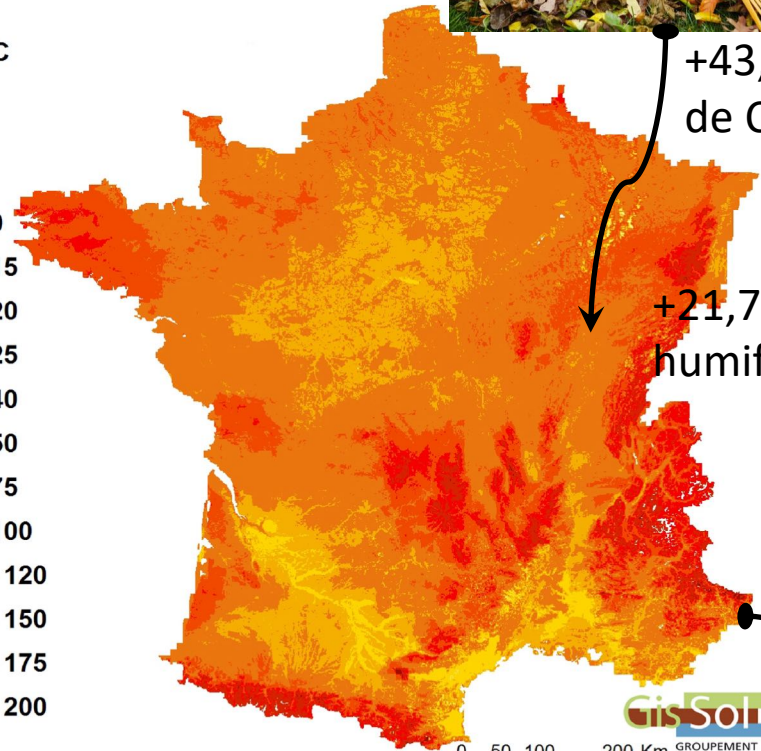
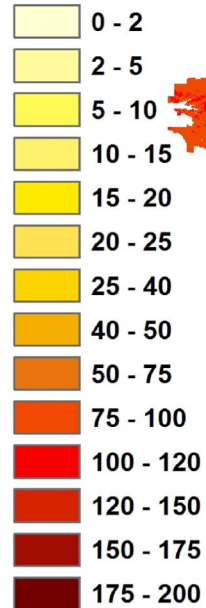


Un sol naturel gagne en humus: il séquestre CO₂

Bilan COS-CO₂ sans méthanisation

Estimation des stocks de carbone organique de 0 à 30 cm de profondeur

Stocks de C
Tonnes/ha



+43,5 Millions de tonnes de C apporté au sol par an

+21,75 Millions de tonnes de C humifié (K1) par an

-21,75 Millions de tonnes de C Minéralisé (K2) par an

79,75 Mt de CO₂ par an

A l'équilibre
Sans culture intensive
159,5 Mt/an de CO₂

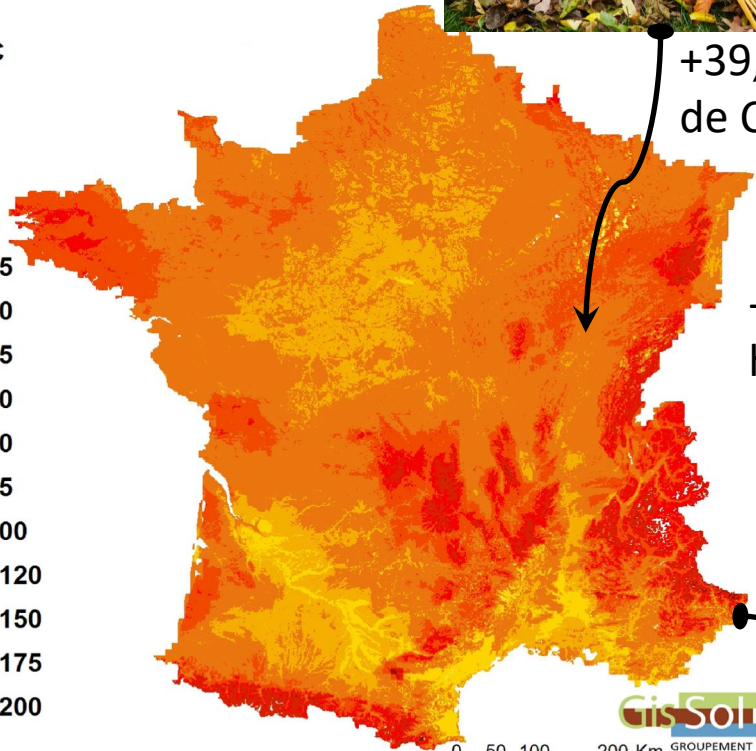
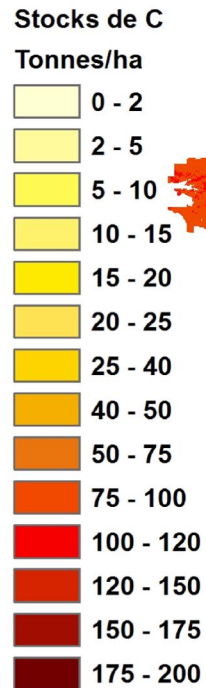
79,75 Mt de CO₂ par an

Source: Gis Sol, IGCS-RMQS, Inra 2017.

1450 Millions de tonnes de COS dans la SAU métropolitaine

Bilan COS-CO₂ avec méthanisation

Estimation des stocks de carbone organique de 0 à 30 cm de profondeur



+39,69 Mt/an
de C apporté au sol

+19,84 Mt/an de C
humifié (K1)

-21,75 Millions de tonnes de C
Minéralisé (K2) par an

3,81 Mt de C vers méthaniseurs par an
Pour 50 000 GWh
-> 13,97 Mt de CO₂

72,76 Mt/an de CO₂

A l'équilibre
Sans culture intensive
166,5 Mt/an de CO₂
+ 4% d'émission CO₂
- 0,13% de COS

Source: Gis Sol, IGCS-RMQS, Inra 2017.

1450 Millions de tonnes de COS dans la SAU métropolitaine

79,75 Mt de CO₂ par an

Quelques Grandeurs énergétiques

1 TWh = 1 000 GWh = 1 000 000 MWh = 1 000 000 000 kWh
Nous consommons en France plus de 2500 TWh chaque année !

PPE: **7% du Gaz Naturel sous forme de Biogaz** en 2028: 31,5 TWh annuels

Méthaniseur moyen: **10,4 GWh annuels**

Nombre de méthaniseurs: 31 500 GWh / 10 GWh ~ **3150 méthaniseurs !**

Pour: **25000 t x 3150 > 78 Millions de tonnes d'intrants !**

Quelques chiffres méthanisation

Méthaniseur moyen	23000 t/an d'intrants de méthanisation (en fonctionnement) 0,010 TWh nominal 25000 x 1388 = 32 Mt d'intrants 2460 ha d'épandages	
Energie	1388 x 0,010 = 13,9 TWh nominal 13,9/2500 = 0,56 % nominal de Eprim (1388 méthaniseurs)	
Réduction des déchets	90% des « déchets » restent à épandre : 28,8 Mt → 5,6 départements	3,5 Mha d'épandages (11% SAU) 7-8 TWh efficaces (0,6% du GN)
Cultures dédiées	CIVE > 635 000 t > 2 700 000 t maïs > 125 000 t > 246 000 t	
Transition énergétique	900 MW x 8760 h = 7,9 TWh 7,9 / 0,010 = 790 méthaniseurs/réacteur nucléaire	

Un rendement énergétique extrêmement faible

A la surface terrestre

1 kW/m² (Eclairement énergétique)

Ou encore :

10000 kW/ha = 10 MW/ha,

soit 10 x 8760 h = 87600 MWh/ha annuels = **87,6 GWh/ha** reçus annuellement

Que font les végétaux avec ça: ils poussent !

combien puis-je retirer d'énergie en méthanisant ? Disons avec 40 t/ha de MO

database CSNM: sur les injecteurs uniquement (les plus efficaces ?):

27000 t/an d'intrants → 19 GWh annuelle (nominale). Disons 20.

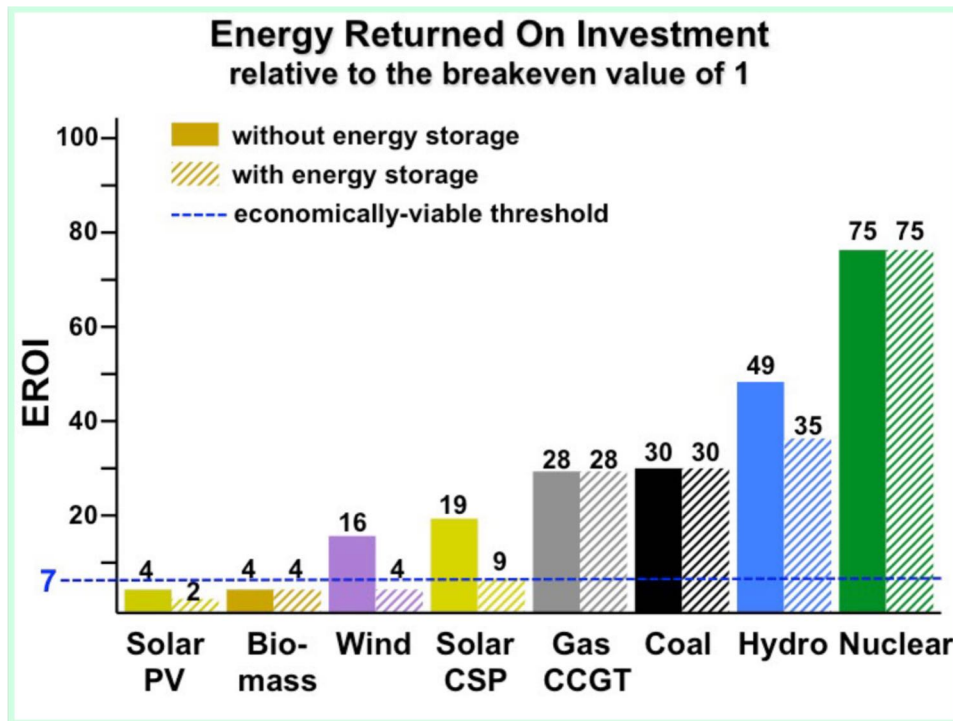
Il faut donc 27000/40 = 675 ha de cultures pour avoir 20 GWh chaque année, soit 20/675 = **0,03 GWh/ha**

Au final, le **rendement énergétique de méthanisation REM = 0,03/87,6 = 0,0003 = 0,03 %**

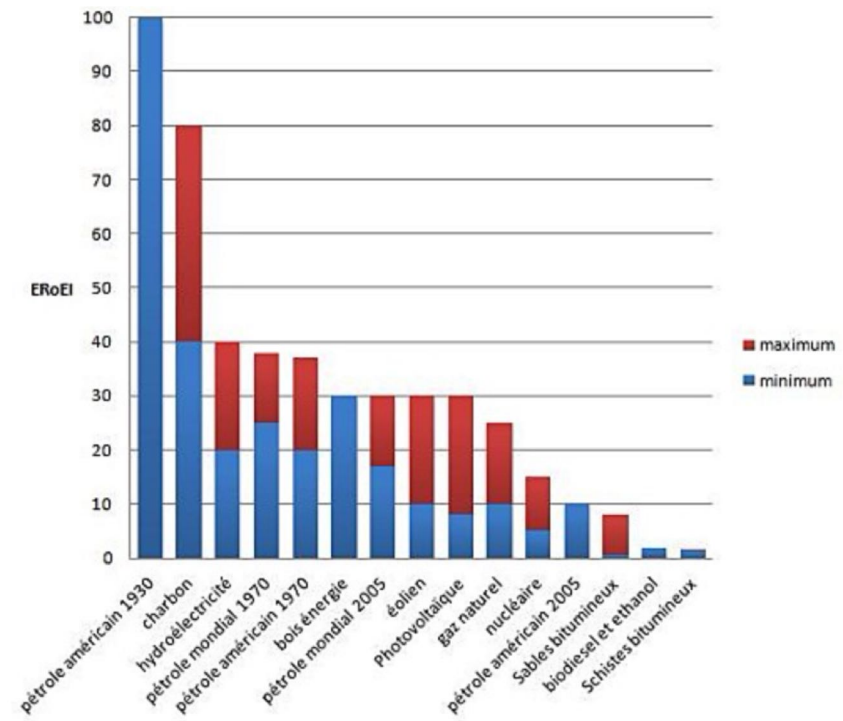
Même les panneaux photovoltaïques font 500 à 1000 fois mieux ...

Taux de Retour Energétique TRE (EROEI)

$$\text{TRE} = \frac{\text{Energie libérée (utile)}}{\text{Energie consommée pour cette libération}}$$



Weißbach et al., Energy, 2013, 52:210–221.



Objectif Sciences International

GES de la méthanisation

- Gaz Naturel (base carbone ADEME): 227 kg CO₂eq/MWh PCI

- Biométhane

Combustion 60% CH₄ + 40% CO₂ = 327 kg CO₂eq/MWh PCI

Construction-installation du site, Cultures, Chauffage, agitation, capteurs, Gestion auto, Purification, Pertes (fuites) de CH₄, Collecte + épandage des digestats, cultures dédiées

2-3 fois + importantes que les émissions de GES dues au GN ?!

Quel PRG pour CH₄ ? À 100 ans ? À 20 ans ? DIGES 2 ?

Quel N₂O émis ?

Jackson et al, *Environmental Research Letters* 2020; Meyer-Aurich, *Renewable Energy* 2012

https://www.isere.gouv.fr/content/download/37658/271663/file/4%20-%20Etude-dangers_SLE_v2_29012018.pdf

Jean-Pierre Jouany

Directeur de Recherches honoraire

INRA

Membre du GREFFE

Une concurrence déjà présente

2022-01-04: *Ouest-France*: Pourquoi la **filière équine** peine à trouver de la **paille**

2021-05-05 *Ouest-France*: Méthanisation: Craintes des jeunes agriculteurs, **hausse des prix du fourrage**

2021-04-05 *Réussir*: **J'ai arrêté les CIVE d'été épuisantes** pour les sols (GAEC Chiron)

2021-03-10 *La Dépêche-Le Petit Meunier*: Produits celluloseux _ **Concurrence entre nutrition animale et méthanisation** concernant les écarts de triage des céréales

2020-11-14 *Grands Troupeaux*: Le biogaz contre les éleveurs. « **Trop de fourrages finissent dans les méthaniseurs** »

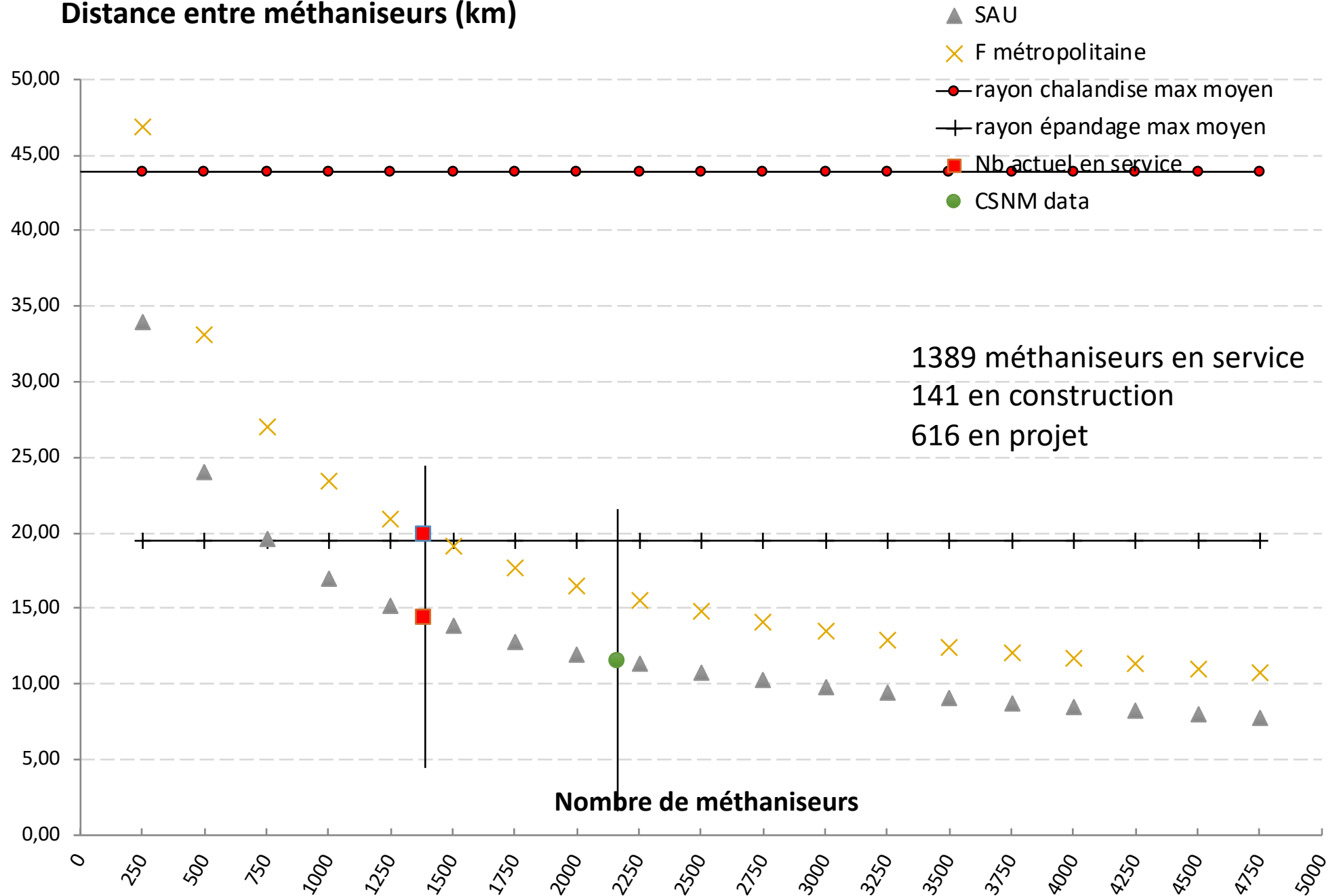
2020-09-29 *Le Parisien*: Méthanisation dans l'Oise :«**Ça fleurit dans tous les sens**, on a du mal à voir la cohérence »

2020-09-29 *L'Est Eclair Libération-Champagne* : **Les éleveurs de moutons s'inquiètent** de la concurrence des méthaniseurs dans l'Aube

2020-07-16 *France 3*: En Deux-Sèvres, **la pénurie de paille devient récurrente**

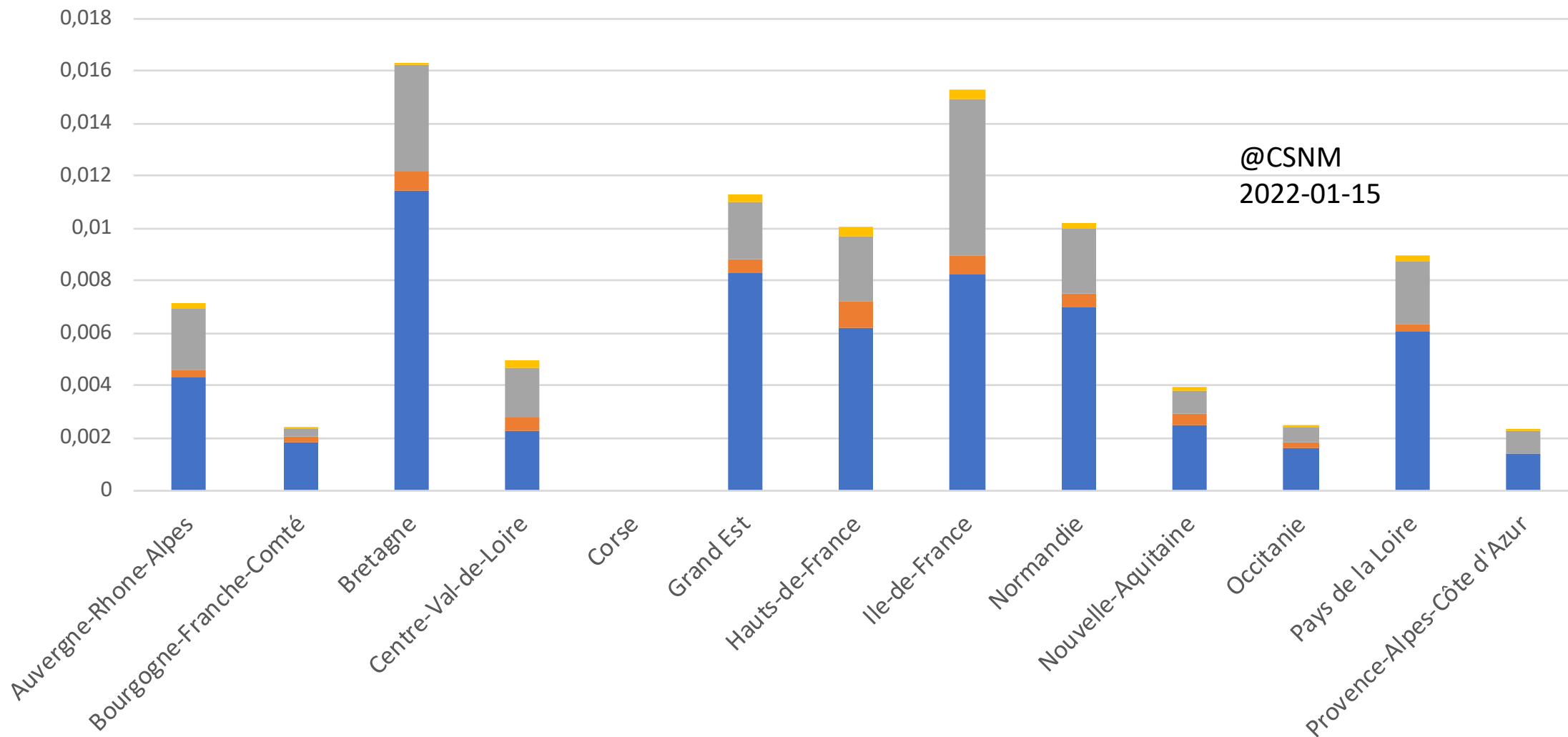
2019-06-14 *La Voix du Nord*: Arrageois-Ternois – la méthanisation agricole, une énergie agricole en plein essor. **Les méthaniseurs à la frontière viennent chercher leurs « déchets » en France**

Distance entre méthaniseurs (km)



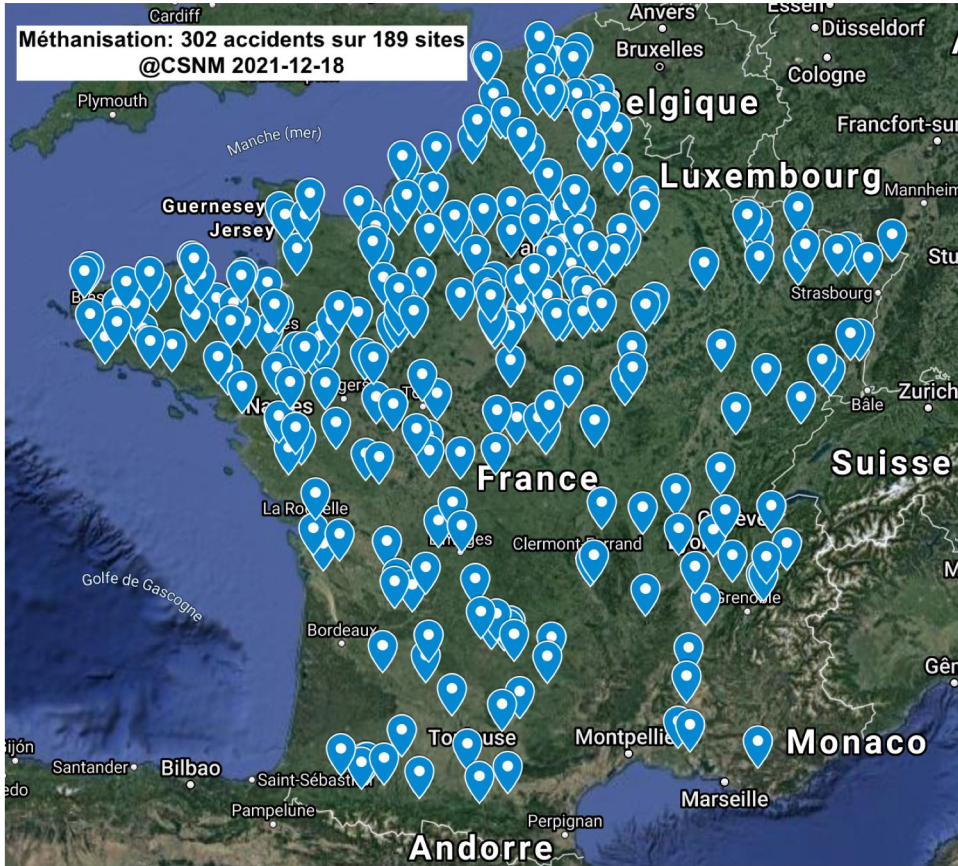
Nb de Méthaniseurs / km2 de SAU

■ En service ■ En construction ■ En projet ■ Indéfini

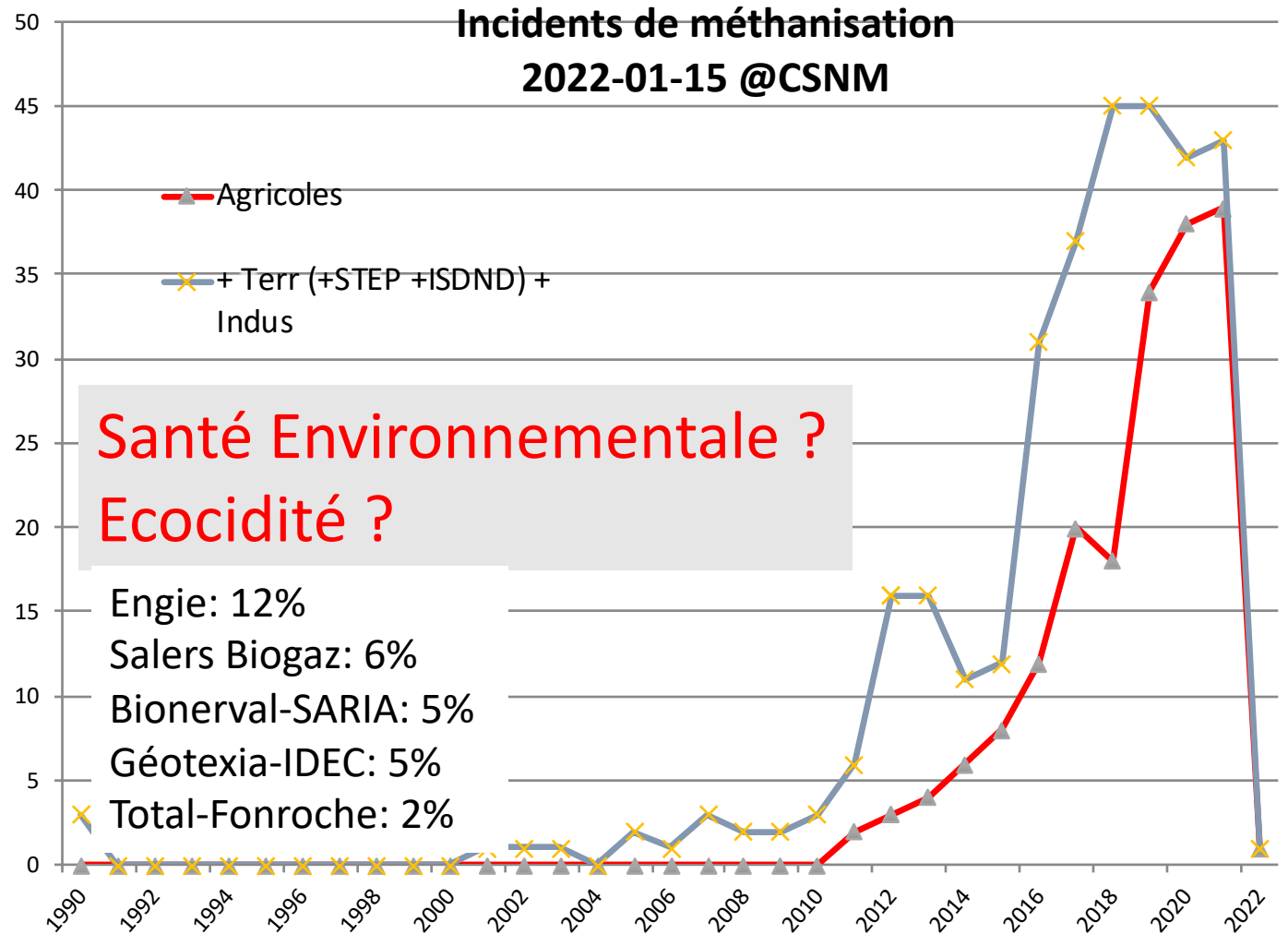


@CSNM
2022-01-15

Accidentologie - historique

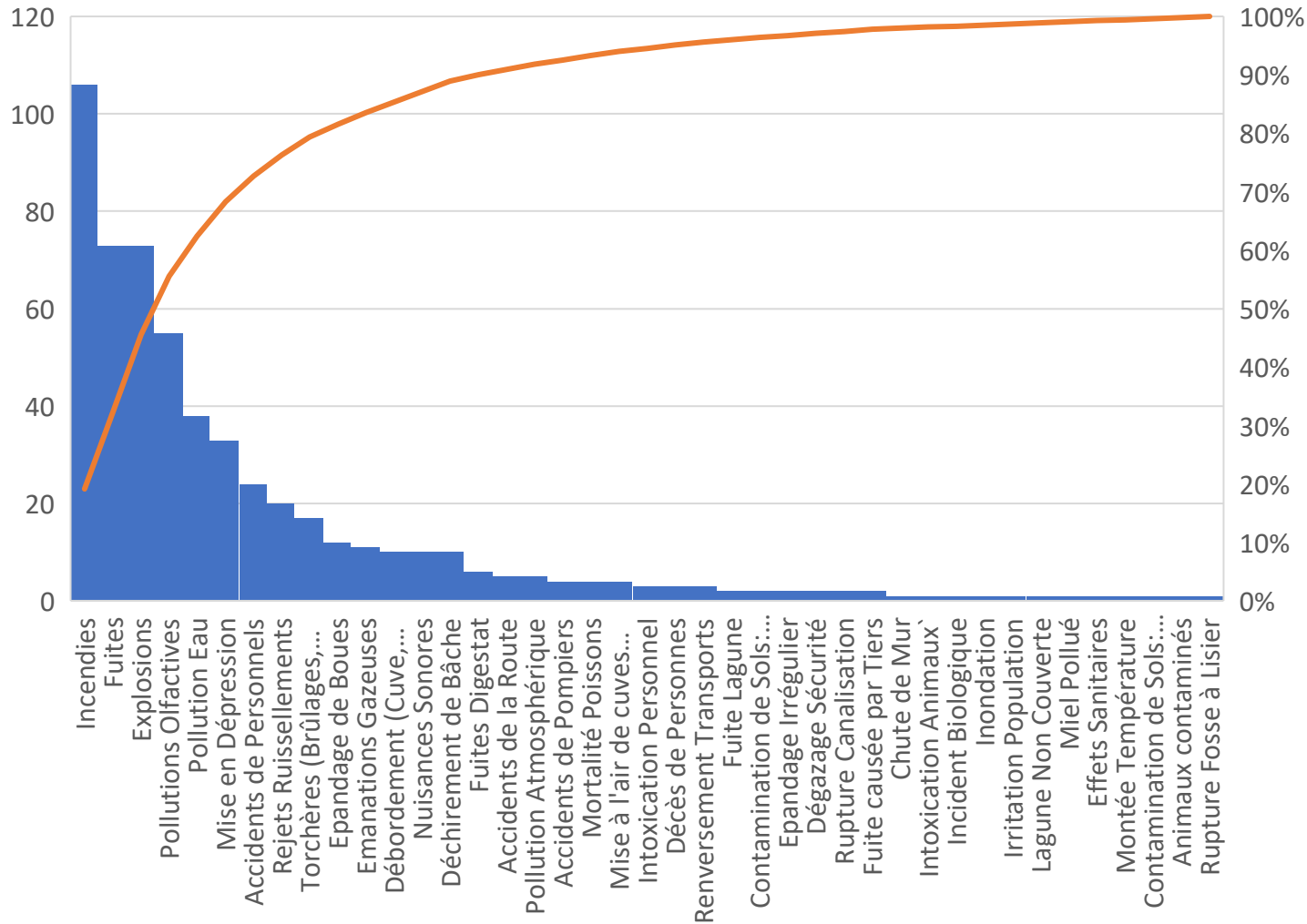


Jusqu'en 2013: 0,01 incident/méthaniseur/an
 Depuis 2015: 0,04 incidents/méthaniseur/an

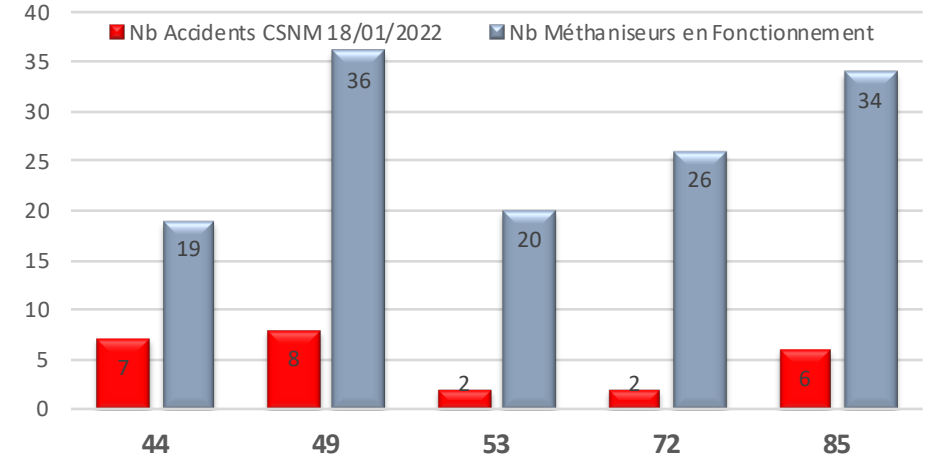


Distribution par Types d'Accidents @CSNM

■ 17/01/2022

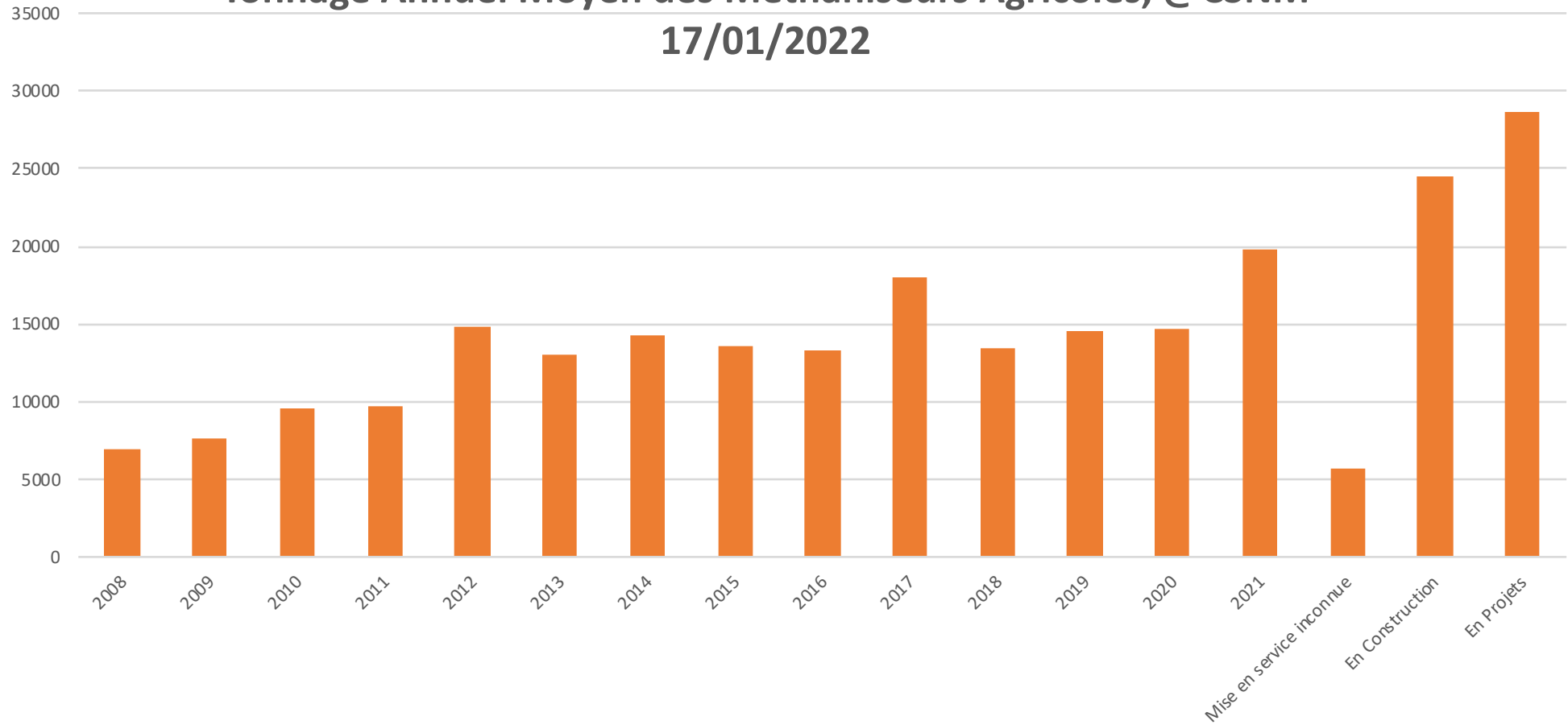


Pays-de-la-Loire



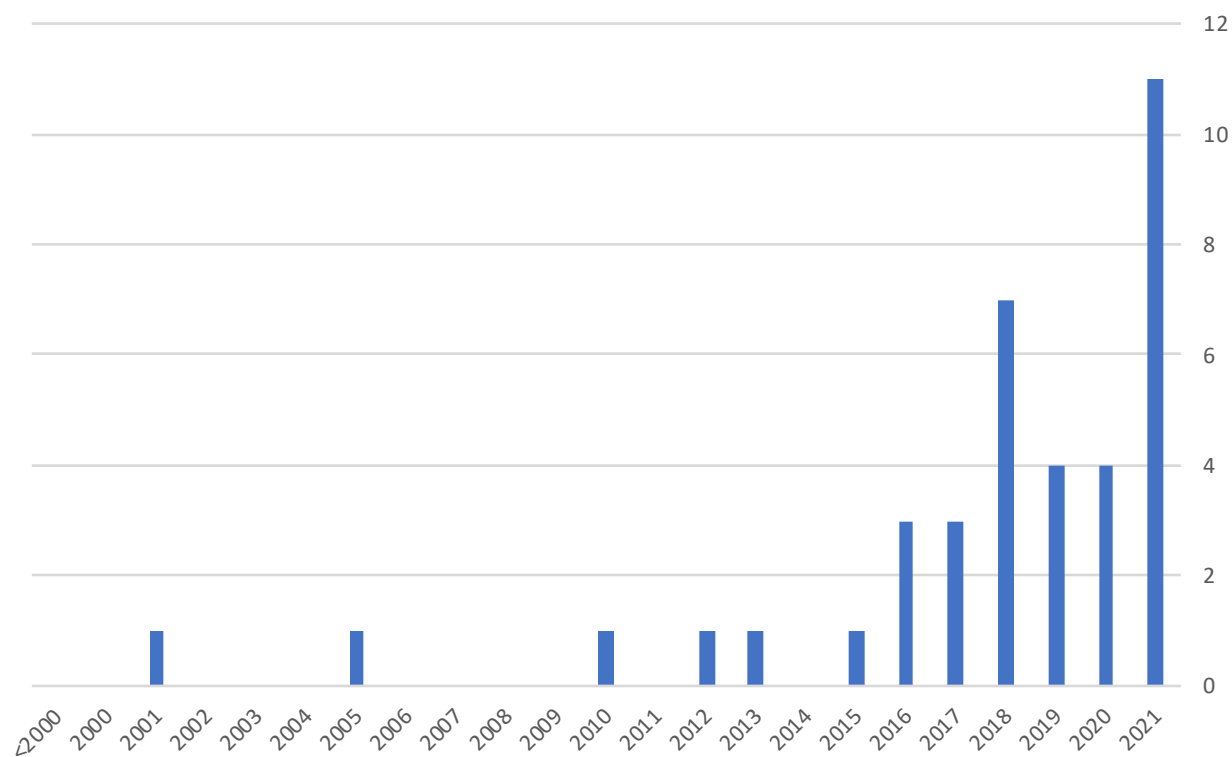
Une industrialisation manifeste

Tonnage Annuel Moyen des Méthaniseurs Agricoles, @CSNM
17/01/2022



Des cours d'eau et l'eau potable menacés

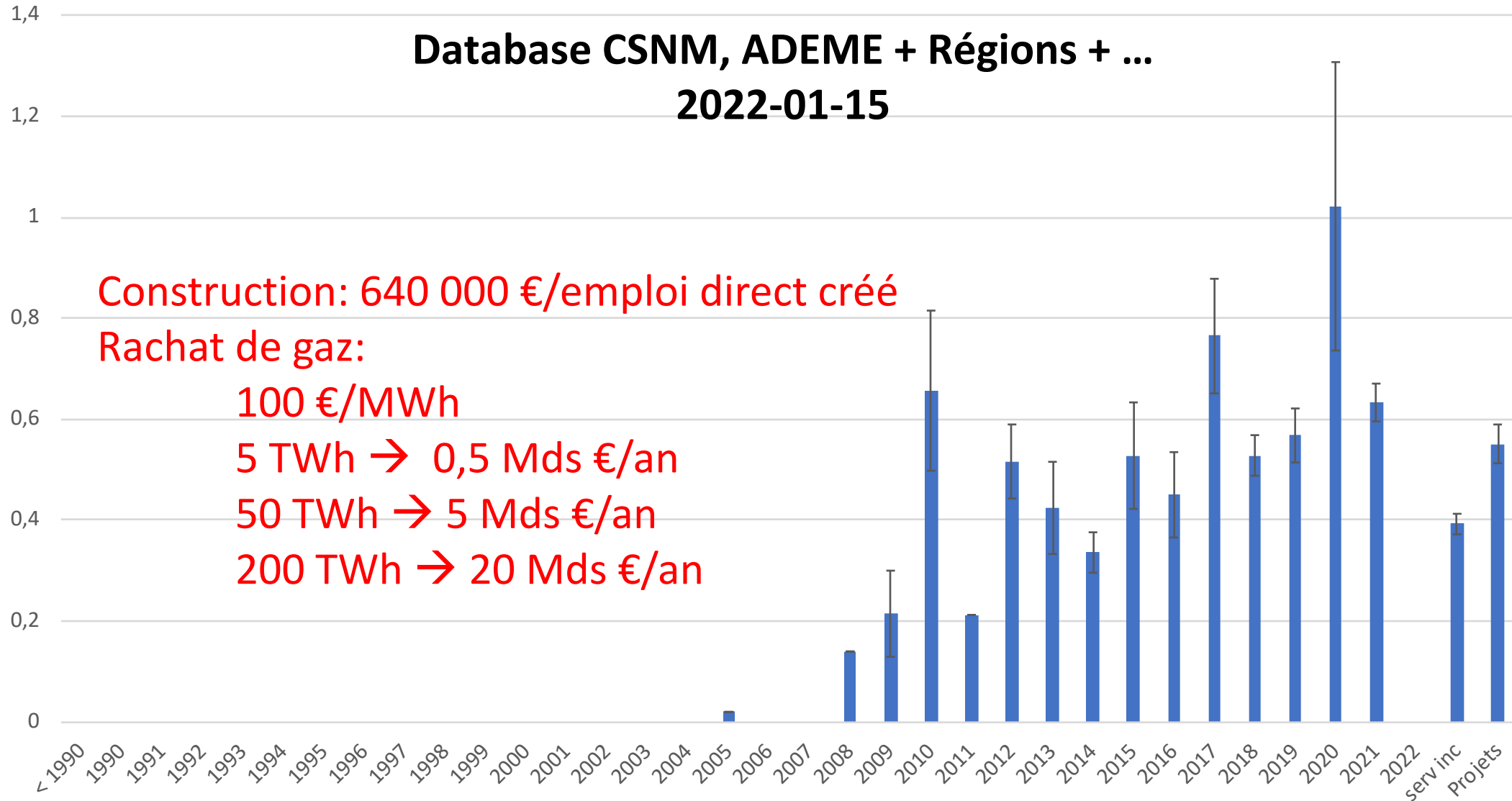
Méthanisation et Pollutions des Eaux en France (@CSNM 2022-01-15)



Plougar (2021-12), Combrand (2021-12), Rarécourt et Froidos (2021-11), Lusigny-sur-Barse (2021-11), Rougeux (2021-08), Loscouet-sur-Meu (2021-06), Tence (2021-04), La Mesnière (2021-03), Aire-sur-l'Adour (2021-03), Volckerinkove (2021-02), Andelnans, Vihiers, Méry-sur-Seine, Dampierre, Châteaulin, Sainte-Eulalie ...

Subvention moyenne par méthaniseur (en M€)

Database CSNM, ADEME + Régions + ...
2022-01-15



Impacts pour les agriculteurs avant tout !

Grouiez Pascal (2021). Une analyse de filière des dynamiques de revenus de la méthanisation agricole. *Notes et Etudes Socio Economiques* **49**, 41-61

Mbareche, Veillette, Dubuis, Bakhiyi, Marchand, Zayed, Lavoie, Bilodeau, Duchaine (2018). Fungal bioaerosols in biomethanization facilities. *Journal of the Air & Waste Management Association* **68** 1198

Stolecka, Rusin (2021). Potential hazards posed by biogas plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **135** 110225

NGF Nature Energy – 2017



In November 2017, Pioneer signed an agreement to acquire via privatisation the largest producer of biogas in Denmark, Nature Energy, which produces green gas that is injected directly to the European grid from farm and food waste. The company has 10 large scale operational plants (including the world's largest waste-derived biomethane plant, Korskro) and is expanding 4 and building 3 new plants. The company currently produces c. 100 million m³ of green gas per annum and expects to double this once all expansions and new plants are operational.

Nature Energy is the European leader in the emerging green gas to grid sector, and sits at the intersection of green energy production, the circular economy in waste management, and sustainable farming. Green gas injected into the



Investor consortium acquires Denmark's largest biogas producer



Bioenergy International

Markets & Finance

March 16, 2018

Denmark's largest producer of biogas, Nature Energy A/S has been acquired by an investor consortium comprised of European private equity energy investment specialists Pioneer Point Partners, global investment firm Davidson Kempner Capital Management (DKCM), and Denmark's third largest pension fund Sampension.

Nature Energy A/S, the largest producer of biogas in Denmark, and the leading producer of green gas to grid in Europe from farm and food waste, was acquired March 14 by a consortium comprised of European private equity energy investment specialists Pioneer Point Partners, global investment firm Davidson Kempner Capital Management and a leading Danish pension fund Sampension.

<https://bioenergyinternational.com/markets-finance/investor-consortium-acquires-denmarks-largest-biogas-producer>

Méthanisation oui ! Mais:

- Pour **déchets-vrais** uniquement
- **Energie utilisée en Circuits courts** et autoconsommation
- Intrants et extrants appropriés
- Avec **contrôles** réels, bien échantillonnés
- **Substitution** à une énergie plus carbonée
- Utilisation-conditionnement des extrants selon nature et conditions pédologiques
- Subordination des subventions au gain environnemental
- Ne pas comparer aux mauvaises pratiques !

Merci de votre attention !

Les Fiches Pédagogiques du CSNM: <https://www.cnvmch.fr>



<https://twitter.com/CSNM9>



www.linkedin.com/groups/8732104/



<https://www.facebook.com/groups/445158802683181/>



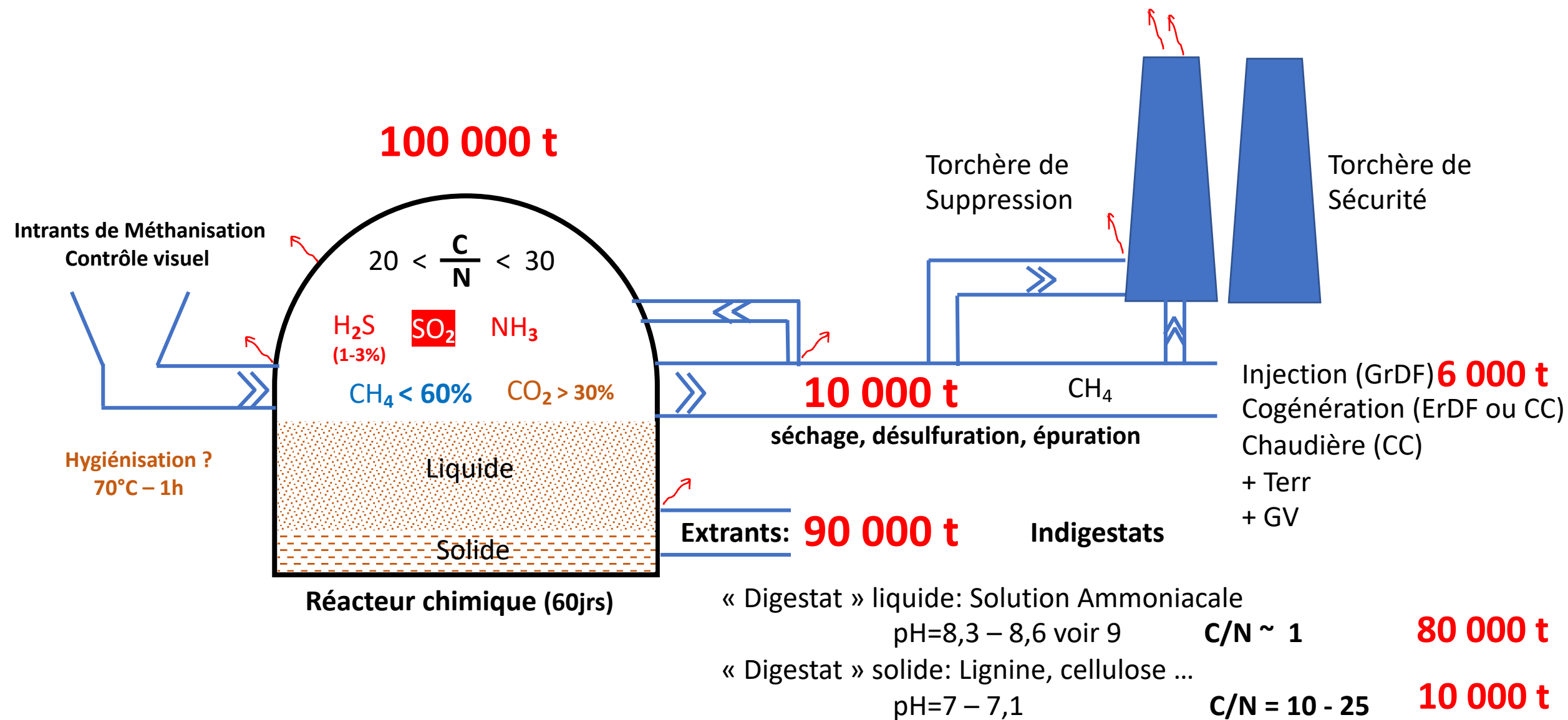
forum-cnvmch-csnm@googlegroups.com

Ventilation Pays-de-la-Loire

Pays de la Loire	en service					construction					projets					Indéterminés	
	Agri	Terr	STEP	ISDND	Indus	Agri	Terr	STEP	ISDND	Indus	Agri	Terr	STEP	ISDND	Indus	Somme département	
44-Loire-Atlantique	15	0	2	0	2	3	0	0	0	0	9	0	1	0	0	1	33
49	23	2	3	2	5	1	0	0	0	0	14	1	1	0	1	1	54
53	16	0	2	2	0	2	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	33
72-Sarthe	20	1	1	0	3	1	0	0	0	0	10	0	0	0	1	2	39
85	30	2	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	39
Total	104	5	8	5	11	7	0	0	0	0	47	1	2	0	2	6	198

> **50 M€** de subventions à la construction; Un méthaniseur tous les **12 km** à terme

Méthanisation en ultra bref !



Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (2012):

Germany should not focus on Bioenergy to reduce the consumption of fossil fuels and GHG emissions. This is the conclusion by the authors of this report after balancing all the arguments for and against the use of biomass as an energy source. Particularly, it should insist that the EU 2020 target of 10 per cent renewable content in road fuel energy is revisited. Rather, Germany should concentrate on other renewable energy sources such as solar heat, photovoltaics, and wind energy, whose area demand, GHG emissions, or other environmental impacts are lower than those of bioenergy. Energy conservation and energy efficiency improvements should have priority.

Promotion of bioenergy should be limited to those forms of bioenergy that: (a) do not reduce food availability or spur food-price increases due to competition for limited resources such as land or water; (b) do not have large adverse impacts on ecosystems and biodiversity; and (c) have a substantially (> 60 – 70 per cent) better GHG balance than the energy carriers they replace. The valuable range of services that ecosystems provide to the public also needs to be respected. All these items have to be considered when biomass or biomass products are imported for bioenergy purposes.

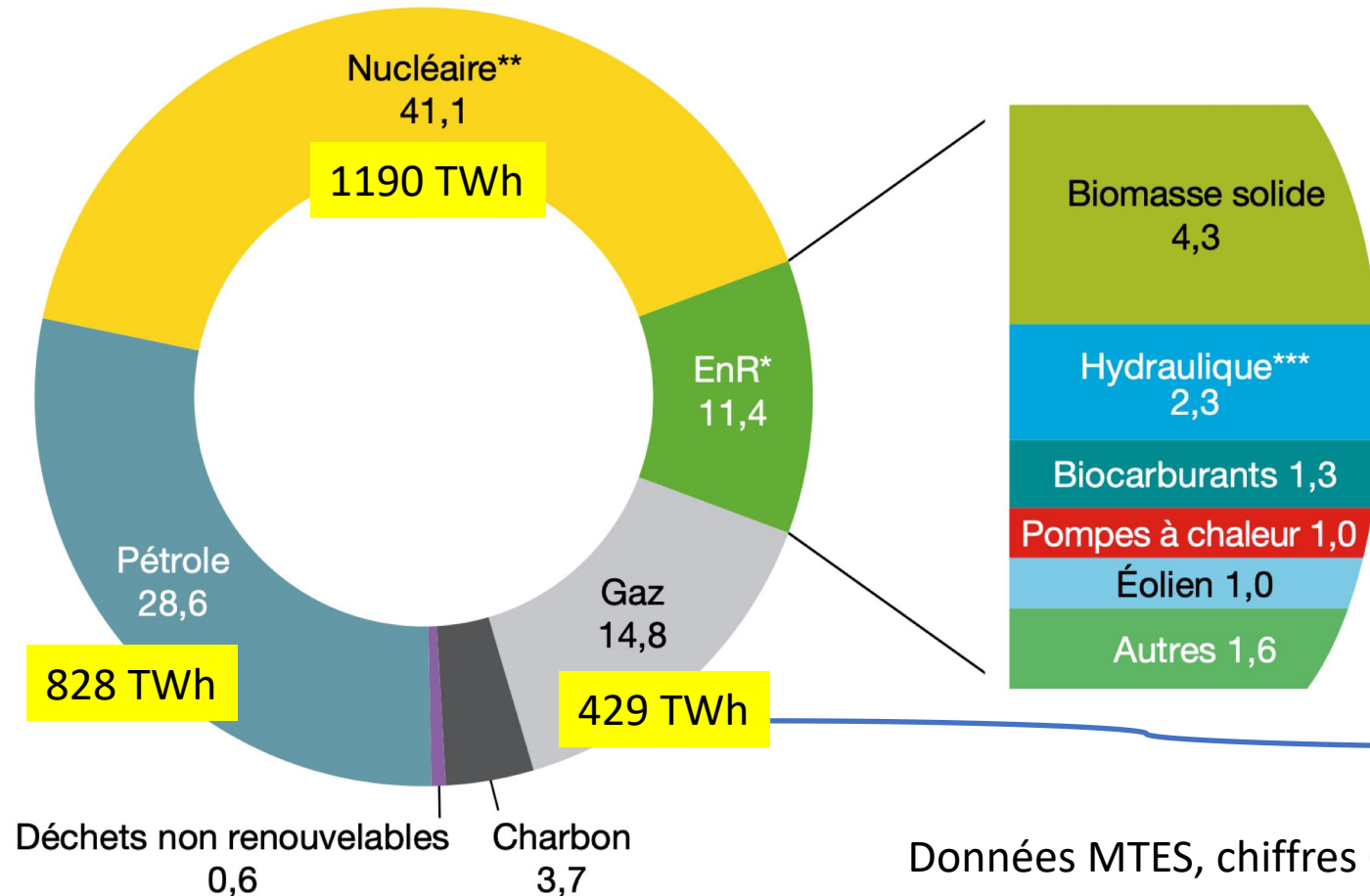
Almagro Sébastien	Maître de Conférences	Université de Reims
Astruc Jean-Guy	Docteur-Ingénieur retraité	BRGM
Aurousseau Pierre	Professeur des Universités	INRA Rennes, Agrocampus Ouest
Bakalowicz Michel	Directeur de Recherches	CNRS, retraité
Bourguignon Claude	Ingénieur Agronome	LAMS
Bourguignon Emmanuel	Ingénieur Agronome	LAMS
Bourguignon Lydia	Ingénieure Agronome	LAMS
Brenot Jean-Claude	Maître de Conférences, HDR	Université Paris-Sud, retraité
Chateigner Daniel	Professeur des Universités	Université de Caen Normandie
Chorlay Eric	Docteur en Médecine	Faculté de Lille
Courtois Pierre	Ingénieur-Physicien	Institut Laue-Langevin
Demars Pierre-Yves	Chargé de Recherches	CNRS, retraité
Fruchart Daniel	Directeur de Recherches Emérite	CNRS
Hamet Jean-François	Professeur des Universités	Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen
Kammerer Martine	Professeur des Universités	Ecole Vétérinaire de Nantes
Langlais Mathieu	Chargé de Recherches	CNRS, Laboratoire PACEA, Université de Bordeaux
Lasserre Jean-Louis	Ingénieur Chercheur	CEA, retraité
Lavelle Patrick	Académicien des Sciences , Professeur Emérite des Universités	Université Pierre et Marie Curie, Sorbonne Université, Paris
Le Lan Jean-Pierre	Professeur des Universités	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, Angers, retraité
Lorblanchet Michel	Directeur de Recherches	CNRS, retraité
Morales Magali	Maître de Conférences, HDR	Université de Caen Normandie
Murray Hugues	Professeur émérite des Universités	Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen
Raveau Bernard	Académicien des Sciences , Professeur des Universités	Université de Caen Normandie
Réveillac Liliane	Médecin Hospitalier	Hôpital de Cahors
Salomon Jean-Noël	Professeur des Universités	Université de Bordeaux, retraité
Serreau Raphaël	Directeur de Recherches	Laboratoire PsychoMADD, AP-HP Université Paris Saclay
Tarrisse André	Docteur Ingénieur	DDAF du Lot, retraité
Viers Jérôme	Professeur des Universités	Observatoire Midi-Pyrénées

Combien consomme-t-on en France ?

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN FRANCE

TOTAL : 249 Mtep en 2018

En % (données non corrigées des variations climatiques)



En 2019: 440 TWh de GN, 2-3 TWh de biogaz
En 2020: 479 TWh de GN, 5-6 TWh de biogaz et 26 TWh de biogaz en projet:

Le nombre de méthaniseurs ne comble même pas 20% de l'augmentation de consommation de gaz

34 000 méthaniseurs ?

Données MTES, chiffres Clefs de l'Energie 2019 et 2020

EROEI

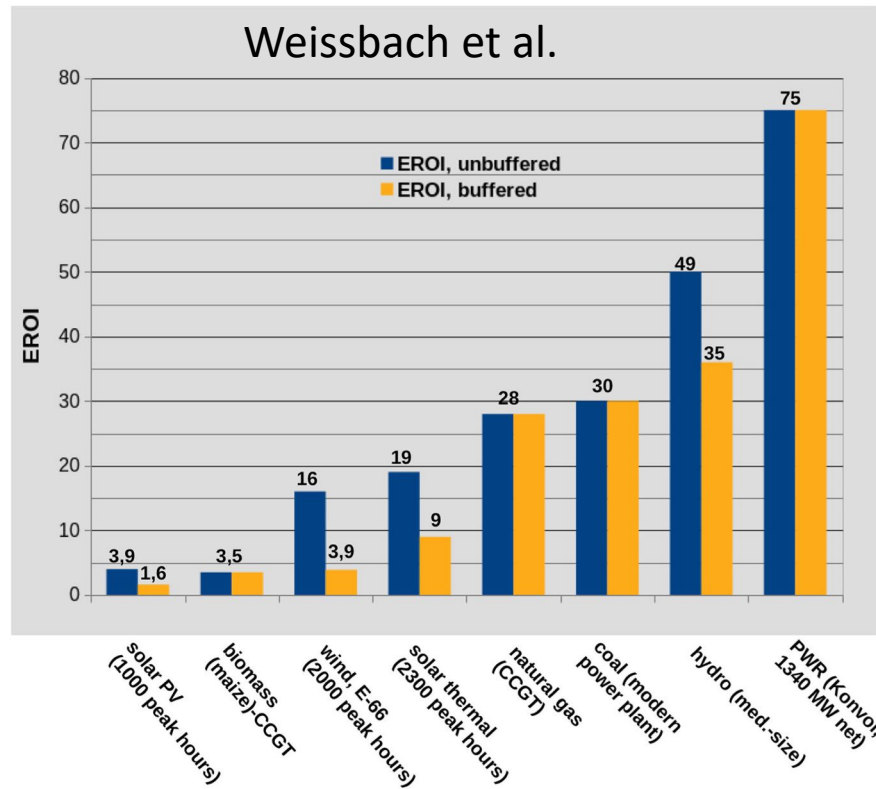


Table 6

Biodiesel Equateur

EROI for each scenario and raw material.

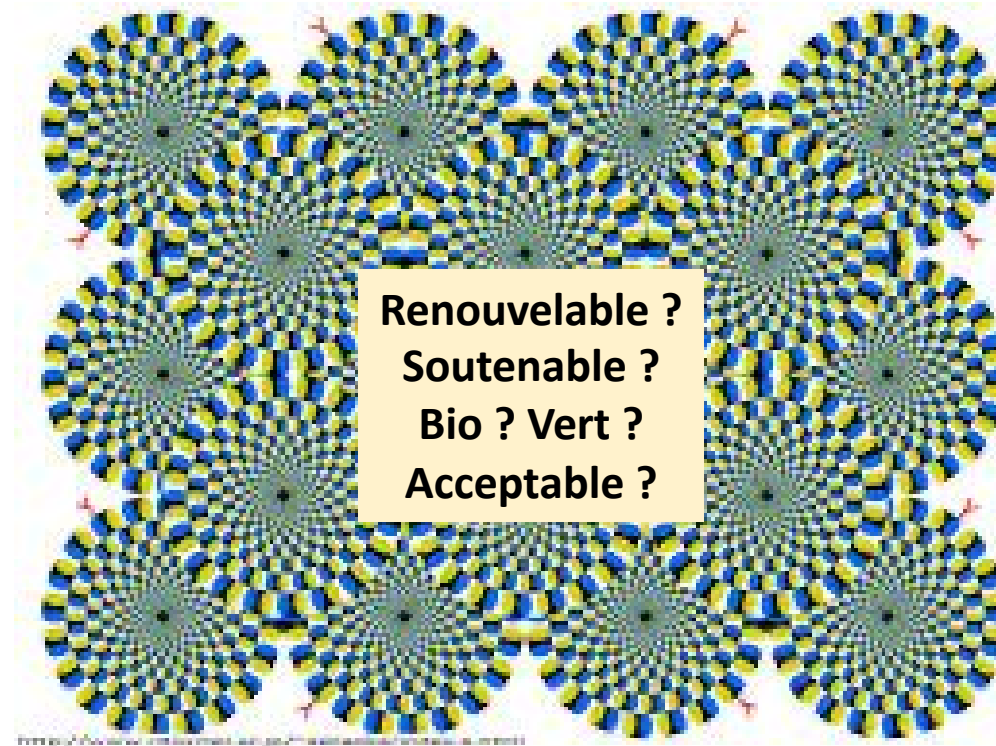
Scenario	Sugar Cane	Corn	Wood	African Palm	Pinion	Bovine	Porcine
<i>S1</i>	1.796	0.944	0.687	2.604	2.443	1.500	2.100
<i>S2</i>	1.796	0.986	0.748	2.787	2.576	1.769	2.415
<i>S3</i>	1.796	1.010	0.794	2.921	2.670	1.977	2.653
<i>S4</i>	1.796	1.040	0.845	3.052	2.743	2.187	2.891

Yazan (2018) *Applied Energy* 212 }
 Arodudu (2017) *Applied Energy* 198 } 1-4

Cycle du carbone

GES

Neutralité carbone



Renouvelable ?
Soutenable ?
Bio ? Vert ?
Acceptable ?

Consom biomasse
Retour à la terre

Surfaces monopolisées
COS
CIVES

Conditions Agriculteurs

Subventions
Concurrences

Pollutions, écocidité
Santé Environnementale

Epandages
Eaux, airs, sols

Energie délivrée
Transition

TRE-EROIE
ACV

Réflexion globale: Transition Energétique maintenant ?

Raréfaction des ressources
Raréfaction de l'énergie
Démographie croissante



Recul du Permafrost
Fontes calottes glaciaires

GES : +4-7°C en 2100

Réduction des surfaces
habitables et cultivables

Migrations de masse, famines,
conflits

Méthanisation

ou

Isolation + Pompes à chaleur ?

Energie: carbonée faible efficacité (biomasse) jusqu'en 2050 ou
décarbonée haute efficacité (nucléaire + Optimisation PV, Eolien, Métha) ?

Une riveraine le 20 avril 2021

Nous habitons St Romain de Surieu, en Isère.

Une unité de méthanisation a été construite à côté de chez nous (une cinquantaine de mètres en limite de propriété ; environ 70 mètres entre les cuves et notre maison).

Depuis la mise en route de l'installation, nos conditions de vie se sont considérablement dégradées. La nuisance principale est le bruit mais il y a également le trafic routier, les odeurs, les fuites de digestat, la mare asséchée.....

Les non-respect des prescriptions générales de ces installations sont nombreuses...

Nous doutons que le tonnage déclaré soit bien respecté.

Nos différentes démarches nous ont conduit à solliciter les services de l'Etat et à nous renseigner sur la méthanisation.

Nous avons écrit aux différents services de l'Etat, mais aussi au Préfet, au Sous Préfet, au Ministre de l'Intérieur et à la ministre de la Transition écologique (sans réponse des ministres).

Pour le moment, nos démarches n'ont pas permis de trouver de solution au problème.

Nous avons constaté le non respect du permis de construire (dimensions, emplacement, cuves semi-enterrées, problème de distance par rapport à notre habitation....)

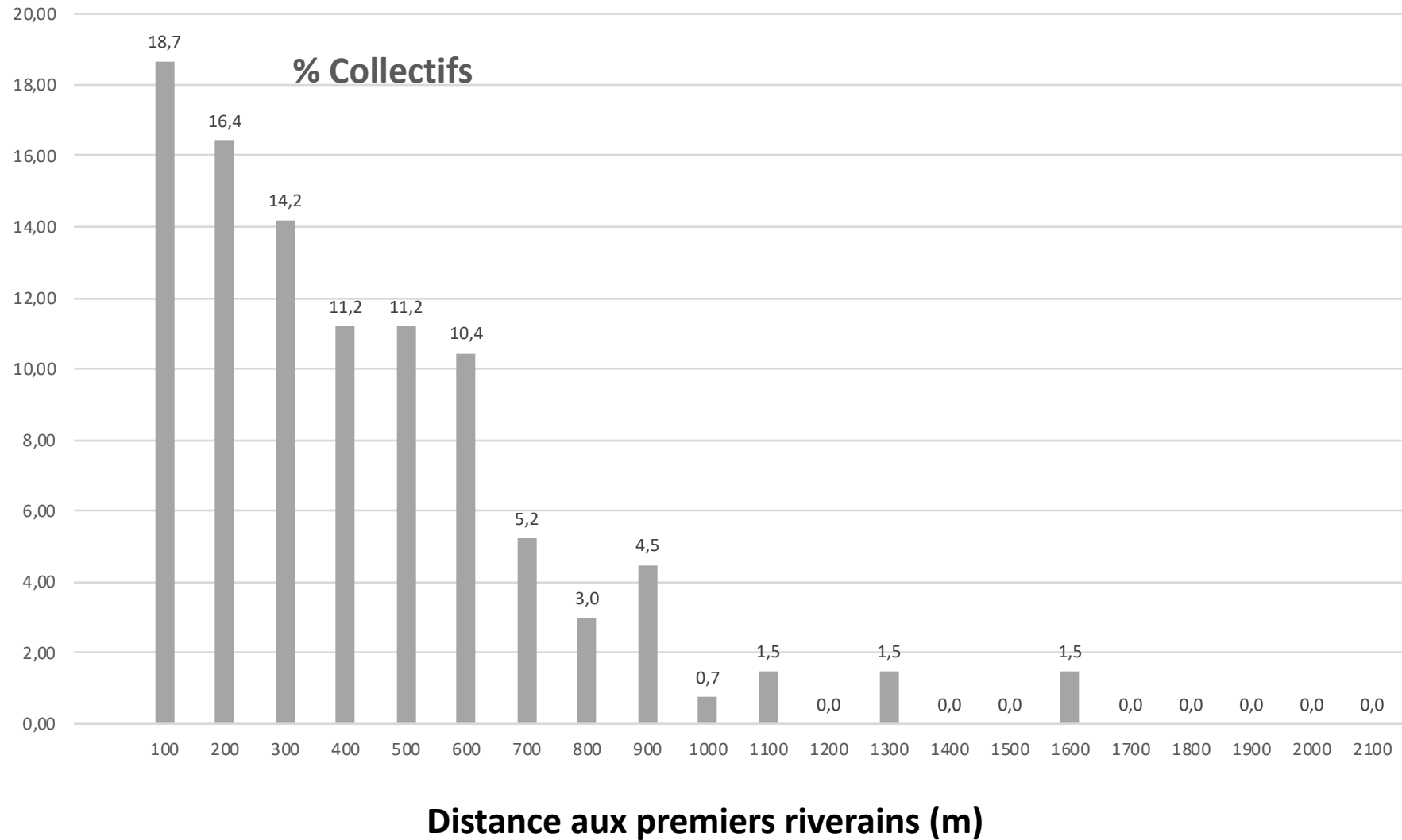
Un Collègue Danois (2021):

Everything is not great. The company is making a fortune producing biogas based on primarily slurry. **The business is only rentable due to public support** (the taxpayers). The company itself has confirmed that to me. In my research i found out, that Nature Energy's nine danish filials in 2018 got more than half a billion danish Kroner (**roughly 68 million Euro**) in **public support**. They will get the same public support every year until 2032. The parliament has observed that the rules are too lucrative and has changed the public support for newcomming biogas companies. I guess Nature Energy has the same strategy for their investments in France. **Their strategy is to grow big in all Europe**. Maybe they also can find ways to "milk" the EU for money?

One of the problems producing biogas is the smell. **There has been quite a lot af complaints from neighbours to the biogas plants**. Nature Energy say, that they have solved the problems. I don't know if they are right. But maybe they can solve it. In my hometown, Kolding the protests against the smell pressed the local council to change the decision to allow the company build a biogas plant.

Nature Energy is mostly owned by the **foreign equity fund, Gosford Capital Designated Activity Company based in Dublin**. Which is again owned by an **american** equity fund, **Davidson and Kemper** and an **english** equity fond, **Pioneer Point Partners**. Why do they have an address in low tax Ireland?

The danish Pension company "Sampension" owns 20%. They have 9 local filials in which they go together with local farmers, but Nature Energy has the deciding influence.



Des fondements erronés

Neutralité carbone



énergie carbonée, forts GES

Démontrons-nous l'inverse du GIEC ? Processus lents (Atmosphère + sol) ?

Energie

Méthanisation \rightarrow CH_4 (60%) + CO_2 (40%)

TRE (EROEI) ?

Transition énergétique

900 MW x 8760 h = 7,9 TWh

<métha> \rightarrow 0,012 TWh nominal

0,18% de Eprim (1196 méthaniseurs)

Environnement

GES méthanisation \rightarrow CH_4 (60%) + CO_2 (40%): 40% de + de GES / kWh transformé

GN \rightarrow CH_4 (> 90%) + alcanes (< 10%)

NH_4^+ moins bio-assimilable que NO_3^- :

engrais faible, amendement faible

PRG sur 20 ans $\text{PRG}(\text{CH}_4) = 86$?

$1/86 = 1,16\%$

fuites 2-10% sur site, 0,1-1% en ligne ...

Réduction des déchets

90% des « déchets » restent à épandre :

2,7 Mha d'épandages (9% SAU)

25 Mt \rightarrow 5 départements

5-6 TWh efficace (1% du GN)

Dérive: création de faux déchets via des « cultures dédiées »

CIVE > 309 000 t > 1 328 000 t

maïs > 58 000 t > 113 000 t

Pourquoi le CSNM ?

Consommation effrénée (ressources fossiles) → GES → Changement climatique

→ Politique de protection environnement et biodiversité → EnR (Eolien, solaire PV, méthanisation)

Méthanisation: « Domestique », Microméthanisation, à la ferme, agricole collective, industrielle, STEP ... et mix

Présentée comme « Vertueuse »:

- valorisation de déchets → méthane CH₄
- augmenter le revenu des agriculteurs
- économie d'engrais

Pour ces raisons: ce gaz est appelé biogaz, ou biométhane s'il est épuré, voire gaz « vert », pourtant rien n'est Biologique ni dans le processus ni dans les produits au sens « Agriculture Biologique »

Pourquoi le CSNM ? Des conséquences occultées

Conséquences variées et négatives

- nuisances (odeurs, sanitaires, transports)
- impacts sur et hors- sols et la biodiversité,
- impacts sur les nappes et les airs
- immobilier

Riverains alertés tard et mécontents

→ > 255 000 signatures de pétitions

→ > 221 associations et collectifs: CNVMetha

www.cnvmch.fr

→ 271 accidents sur 170 sites

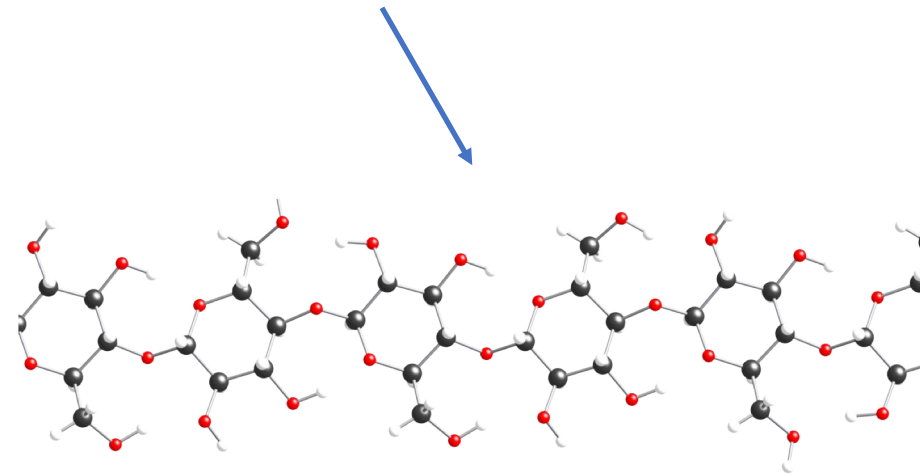
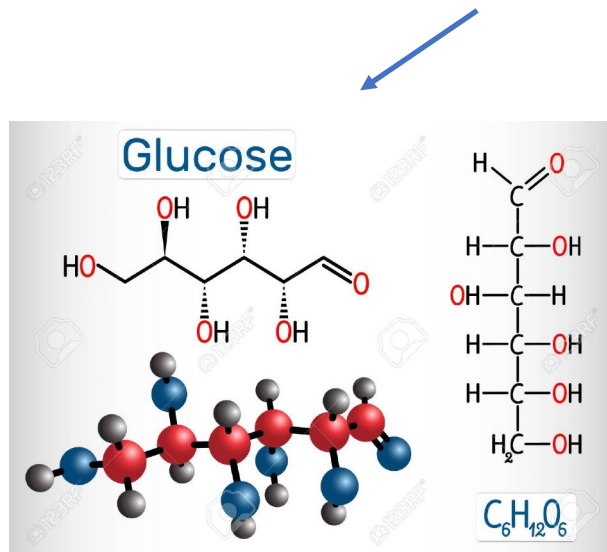
→ Fiches pédagogiques du CSNM pour saisir les conséquences des feuilles de route ADEME et autres annonces

Santé Environnementale ? Ecocidité ?

Matière Organique

CHONSP: Carbone Hydrogène Oxygène Azote Soufre Phosphore

Qui forment des « chaînes courtes » et des « chaînes longues »



Que décomposent:

Bactéries

et

Champignons

Pouvoir Méthanogène

Fiche 2 du CSNM

- Le pouvoir méthanogène est très variable d'un intrant de méthanisation à un autre. Il varie de quelques m^3/t pour les intrants les moins méthanogènes (lisiers par exemple), à quelques centaines de m^3/t (huiles, graisses) pour les plus méthanogènes.
- Pourquoi ces différences ?
Pour produire le méthane (CH_4), les intrants les plus méthanogènes doivent contenir beaucoup de carbone (C) et d'hydrogène (H), comme les huiles ou les graisses. **Le lisier en contient très peu.**

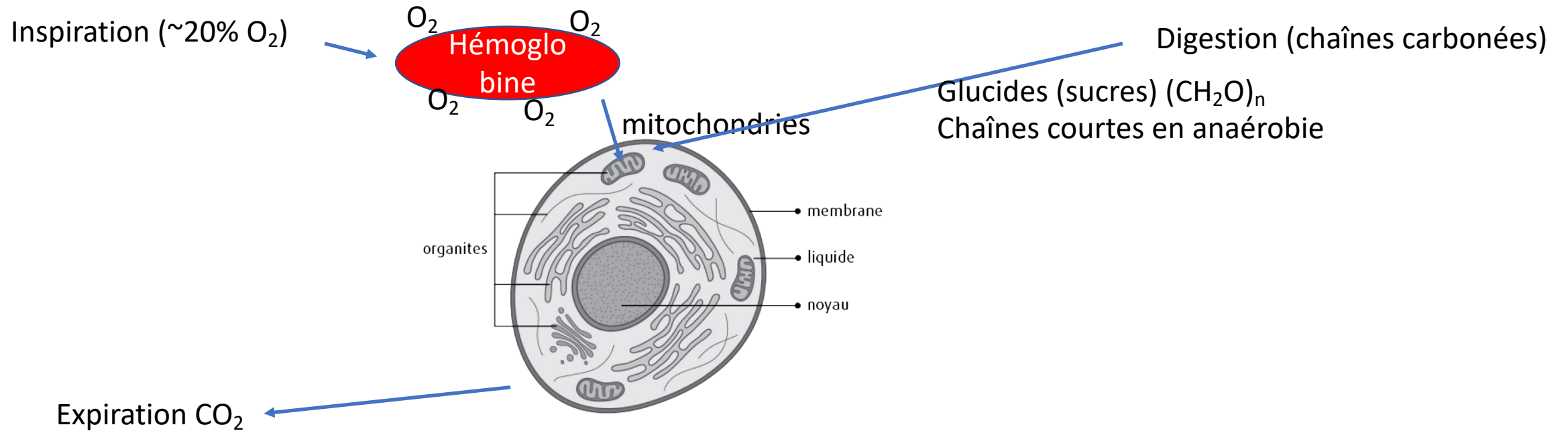
Pouvoirs méthanogènes

Lisier de porc	10 m^3/t	Maïs	90 (pâteux) – 330 (paille)
Huile alimentaire	784 m^3/t		

- Pourquoi certains intrants diminuent la méthanisation ?
Certains intrants contiennent beaucoup d'eau (H_2O) et donc peu de carbone en proportion. Ils peuvent aussi être riches en azote (N) et soufre (S). C'est le cas des lisiers.
Avec N, S et H, et en absence d'oxygène (anaérobie), les gaz NH_3 (ammoniac) et H_2S (sulfure d'hydrogène) sont produits. Ces **gaz dangereux**, ont un **effet dépressif sur les bactéries méthanisantes**, c'est à dire qu'ils les empêchent de produire du méthane.

Ce n'est pas « comme la panse d'une vache » !

Car la circulation sanguine opère



L'Hb transporte O₂ qui transforme les nutriments issus de la digestion en énergie directement utilisable par les cellules

Effets d'une méthanisation poussée à outrance ?

Fuites et GES ? 2-10% ! (Meyer-Aurich et al. *Renew. Energy* 2012)

Surface cultivée nécessaire ? 3-6 départements français pour la PPE 2028

Surface d'épandages ? 2323 ha/méthaniseur

Epandages et GES, particules fines, NOx ?

Epandages et augmentation des nitrates dans l'eau-rivières-mers

Perturbations du biotope du sol

- NH_4^+ moins bioassimilé que NO_3^-
- Faim en carbone des bactéries du sol: plus de CO_2 , moins de COS
- NH_4^+ et champignons du sol ?

Le carbone du sol sert de carburant ! Est-il lui aussi fossile ?

Quelles Conséquences Sociétales ?

Comment peut-on accepter que nos agriculteurs soient mieux rémunérés en produisant du gaz qu'en donnant à manger à la population ? C'est immoral !

Allemagne: augmentation du prix des terres
augmentation du prix des fourrages

Danemark, UK, USA ... problèmes dus à la méthanisation

Donc mise en compétition des agriculteurs-éleveurs entre eux à brève échéance

Mise en compétition avec les grosses multinationales du gaz ...

Sortie des digestats du cadre de déchets: arrêtés DigAgri2 et 3, puis CDC Dig

Quelle surface nécessaire ?

Fiche 5 du CSNM

1 département métropolitain moyen français: 6400 km²

Sur la base ADEME 2013: 50 TWh/an (10% du Gaz Naturel fossile)

3 à 6 départements Français !

Combien pour produire 100 % du Gaz Naturel fossile ?

C'est pas nouveau ! Les biocarburants c'était pareil ! **Avec un PCS plus élevé ...**

Quelle Surface d'épandage nécessaire ?

PPE: **7% du Gaz Naturel sous forme de Biogaz** en 2028: 31,5 TWh/an

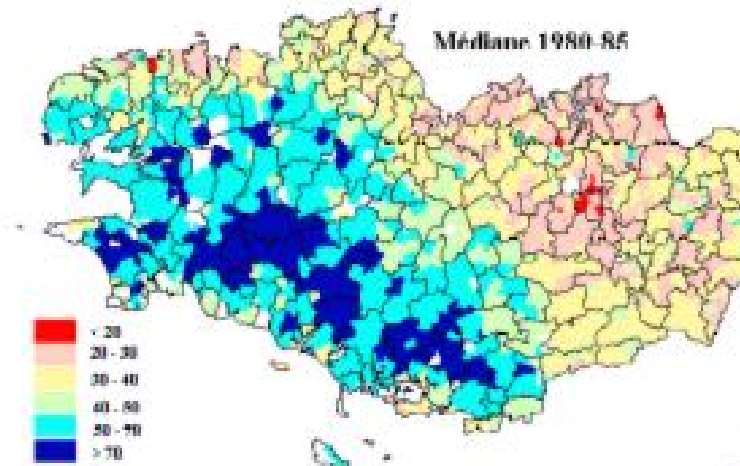
Surface moyenne d'épandage: **2323** ha / méthaniseur

Nb de méthaniseurs (proj + service):

Soit: $2500 \times 2323 / 29\,000\,000 = 20\%$ de la SAU !

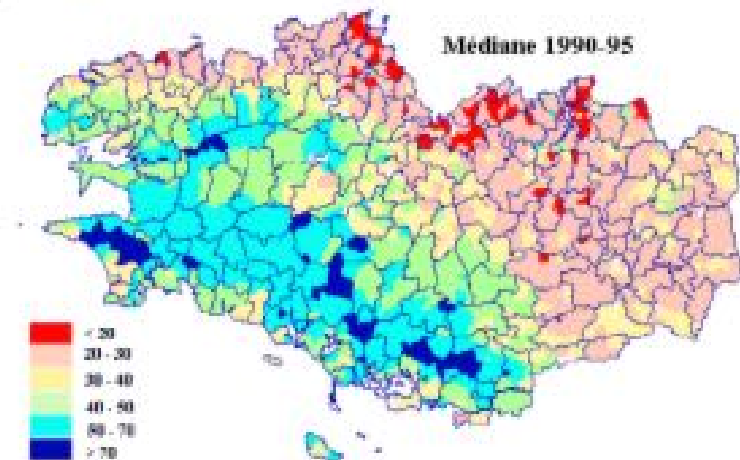
Pourquoi le COS a diminué ?

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale plusieurs mécanismes sont déjà intervenus qui ont contribué à diminuer le taux de COS et de matière organique des sols :



- le retournement des prairies
- l'approfondissement des labours
- la fertilisation minérale
- la substitution des fumiers par les lisiers

De manière générale l'intensification de l'agriculture



Au fait les CIVES ?

Jouent le rôle de CIPAN:

- elles prennent du N dans le sol pour pousser
- le N revient dans le sol via le DL, avec moins de C

Entrent en concurrence avec les cultures vivrières

Pour pousser un peu l'hiver, et beaucoup début printemps:

- il faut des engrais ... avec N ...

Pour pousser l'été, il faut de l'eau ! Et des engrais ...

C'est un CIPAN qui renforce la concentration en N, et baisse C ...
des Cultures Intensificatrices Vers un Epuisement des Sols

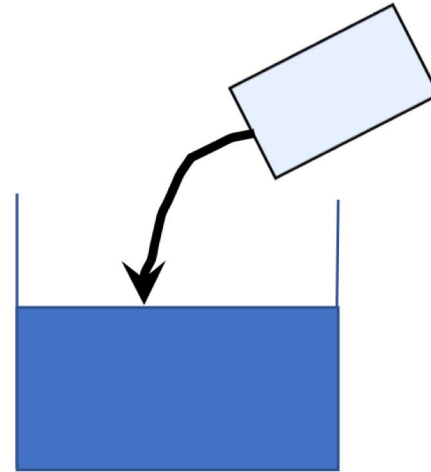
Plus de 100 000 ha de CIVES sont cultivées en France (> 780 000 t !)

Les bactéries ont faim dans le sol !

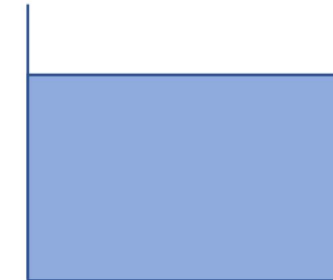
C/N < 7
Faim en carbone (C)

C/N > 7
Faim en azote (N)

SOL



Que se passe-t-il si j'ajoute un sirop dilué
Dans un sirop concentré ?



Sol à C/N = 7 + Digestat (C/N = 1,5) → sol à C/N < 7

Et trouvent donc ce qu'elles peuvent Du COS !

- 0,8% de COS

Méthanisation = procédé chimique, pas « Bio » ni « vert » !

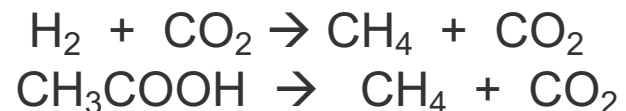
Fiche 4 du CSNM

Génie des Procédés Chimiques

Hydrolyse enzymatique et acidogénèse: les chaînes organiques complexes (**polymères:** protéines, lipides, polysaccharides) sont transformées en composés plus simples (**monomères:** acides gras, peptides, acides aminés, alcools, sucres)

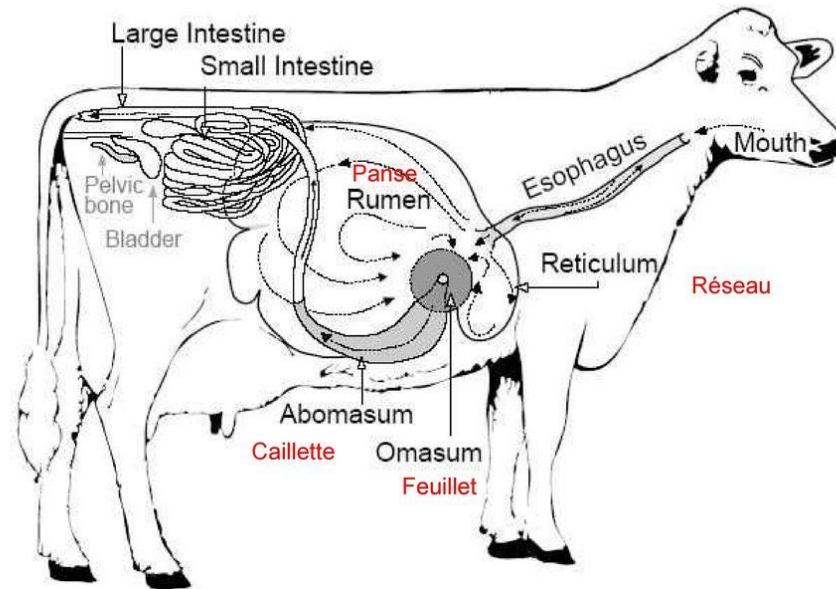
acétogénèse : les **monomères** sont convertis en acétates, acides organiques, alcools et (H₂+CO₂) par les bactéries fermentaires et acétogènes

méthanogénèse : les acétates et (H₂+CO₂) sont transformés en méthane et en gaz carbonique par les archées méthanogènes

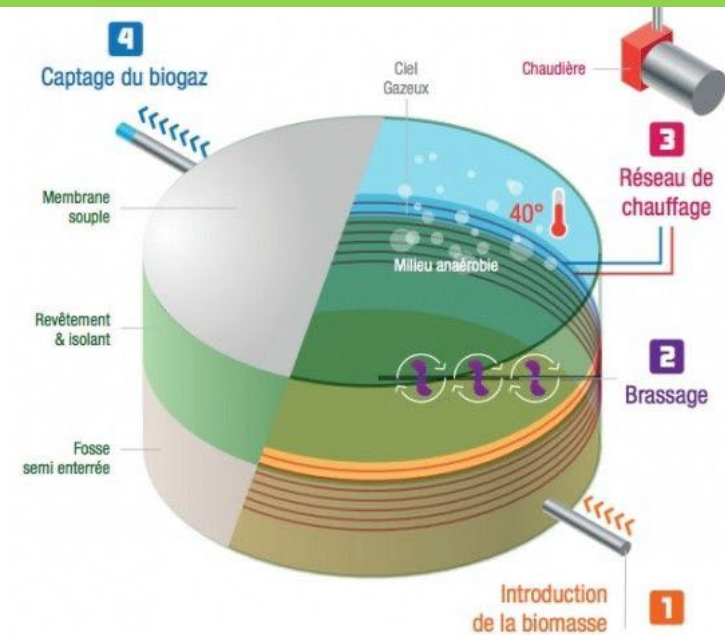


« comme la panse d'une vache » ?

Tube digestif du ruminant aérobie-anaérobie



Réacteur chimique à fermentation anaérobie



Intrants Végétaux uniquement
 Air (O_2 , N_2)

Sortants Effluents liquides -lisier, $(NH_2)_2CO$
 Effluents solides –fumier (Cellulose, hémic)
 Lait (glucose-galactose, CO_2 , N_2 , O_2 dissouts)
 Gaz (30% CH_4 , 70% CO_2)

Végétaux, effluents, boues STEP, abattoirs, cantines,
 huiles usées, IAA, pharmaceutiques ...

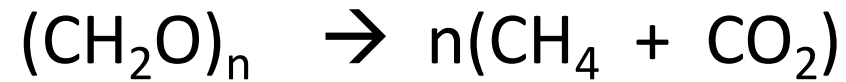
Digestat liquide (NH_4-OH): 80%
 Digestat solide (C, P, K, N): 10%
 Gaz (60% CH_4 , 30% CO_2 , NH_3 , H_2S): 10%

Bilan aérobie



L'énergie libérée profite à l'organisme (aux cellules)

Bilan anaérobie



L'énergie libérée sert à créer du gaz

Ce n'est pas « comme la panse d'une vache » !

Cultures:

- Résidus: Pailles, Betteraves, coupe, ...
- Culture Intermédiaire à Vocation Energétique (Ciboule, Tréfiles, ..., Sorgho, **Maïs !**) **pas de limite**
- Dédiées (**Maïs**, Colza, ...) **15% max en France**

=> Si compostage naturel (Ph Neutre, Carbone, μ -organismes, macro-organismes (vers, arthropodes, collemboles, insectes ...))

Déchets Organiques:

- Effluents d'élevages: Lisier, Fumier ...
- Biodéchets (résidus ménagers, Restauration, supermarchés, IAA, ...)
- Sous produits animaux (Déchets d'abattoirs, graisses, sang, ...)
- Boues de STEP industrielle ou territoriale

Epandage de digestats:

- Digestat brut ...
- Séparation de phase: Digestats liquide et solides
- Traitement par stripping

Gaz: (PRG sur 100 ans)

N_2O : Protoxyde d'azote (298)

SO_2 : Dioxyde de soufre

CO_2 : Dioxyde de carbone (1)

CH_4 : Méthane résiduel (32)

NO_x : Oxydes d'azote

H_2S : Sulfure d'hydrogène

Quelques Grandeurs

Quelles quantités de produits

Gaz (10%)	Extrants (90%)	
	Liquide (80%)	Solide (10%)
CH ₄ (6%) CO ₂ (4%) H ₂ S, NH ₃ , ... (1%)	NH ₄ (0,03) Ntotal (0,04) K ₂ O (0,02)	MO résiduelle P ₂ O ₅ (0,005) NH ₄ (0,001) Ntotal (0,004)

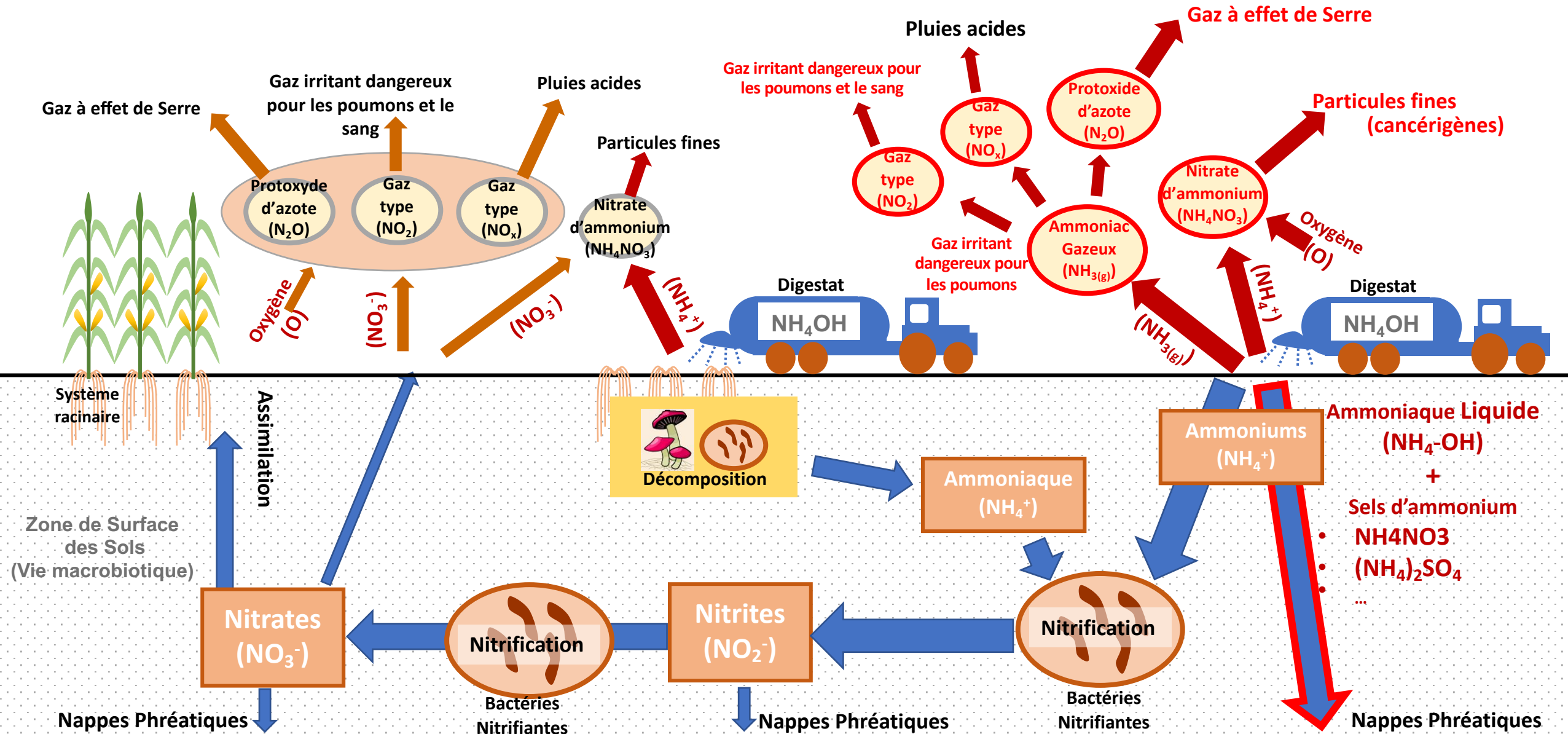
Donc en gros pour 10 000 t d'intrants :

600 t de CH₄
8 000 t de Dig. Liq.

300 t de CO₂
1 000 t de Dig. Sol.

Digestat à l'épandage

- Rappel: l'ammoniac dissout dans l'eau forme de l'ammoniaque: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{-OH}$ en équilibre soit aussi $(\text{NH}_4^+)(\text{OH}^-)$
- Ammoniac: NH_3 ; Ammoniac Gazeux: $\text{NH}_{3(\text{g})}$; Ions hydroxydes: (OH^-) ; Ions ammonium (NH_4^+) ; Ions nitrates (NO_3^-)



Hypothèse:

Couverture partielle des besoins en azote par l'azote des digestats. Avec un apport de 70 kg N par ha apportés sous forme de digestat avec un C/N de 2:

Soit un apport de 140 kg de C/ha seulement (carbone du digestat)

Pour minéraliser 70 kg de N/ha, les micro-organismes ont besoin d'un C/N de 7 au minimum:

Soit 490 kg de C/ha

Il va leur manquer $490 - 140 \text{ kg} = 350 \text{ kg de carbone par ha}$, qui va être prélevé sur la matière organique des sols

Au total :

Diminution de la restitution en carbone sur les sols : 130 kg de C/ha (accélération du cycle du carbone, pour 3,8 Mt de C de la SAU)

Faim en carbone : 350 kg de C/ha

Total : 480 kg de C/ha et par an de carbone par an,

Soit 830 kg de MO/ha en moins en un an

Sur un stock de $3500 \text{ t} * 0,025 = 87 \text{ t}$

En 10 ans : diminution de 8 t sur 87 t, soit 10% du taux de MO

Est-ce mesurable rapidement ?

La diminution du taux de carbone du sol ou du taux de MO des sols n'est pas identifiable expérimentalement avant plusieurs années.

Par exemple dans l'hypothèse de calcul présentée il n'est pas possible d'identifier une baisse de 415 kg par an (350 + 65) sur un stock de 87 tonnes/ha.

Il faut au moins 5 ou 10 ans pour que ce soit mesurable avec les incertitudes de mesures:

5 ans : 2 tonnes sur 87 tonnes

10 ans : 4,15 tonnes sur 87 tonnes

En conséquence on peut dire que les études menées sur de courtes périodes (quelques années) qui concluent que la méthanisation n'a pas d'impact sur la teneur en COS et MO des sols ne sont pas crédibles.

La baisse du taux de COS et MO des sols en cas d'épandage de digestat suit le même mécanisme qu'en cas d'épandage de lisiers (Urée $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$: C/N = 0,5) ou de fertilisation purement minérale (sans apport simultané de fumier par exemple).

Une augmentation de C/N même en méthanisant ?

Imaginons 10 000 t d'intrants de méthanisation récoltés sur 10 000 ha: soit 1 000 t de digestat solide avec C/N = 10.

Imaginons d'épandre ces 1 000 t sur 1000 ha:

- Si le sol est à C/N = 10, l'épandage de digestat solide ramène autant de C/N, par effet de concentration de surface.
- Si le sol est à C/N < 10, on peut même imaginer une augmentation due à l'épandage de digestat solide.

Mais:

- Qui accepterait de donner des intrants et ne recevoir que des digestats liquides (8 000 t) ?
- Les digestats solides ne possèdent plus de chaînes carbonées courtes, les bactéries auront faim quand même.
- Au niveau global (sur la surface initiale de chalandise), en moyenne le C/N a bien baissé (mais chez les voisins)

