

Sujet : [INTERNET] Observations du CSNM Consultation Publique Etablissement Biogaz de Gaillon (27)

De : Daniel Chateigner 20210513 < >

Date : 24/02/2022 17:49

Pour : <pref-projet-biogazdegailon@eure.gouv.fr>, " "

Monsieur le Préfet de l'Eure,

Veillez trouver ci-jointes les Observations que le CSNM désire porter à la Consultation Publique pour l'agrandissement du plan d'épandage du méthaniseur de l'Etablissement Biogaz de Gaillon.

Sincèrement

Daniel Chateigner

Coordonnateur CSNM

—Pièces jointes:—

Observations_CSNM_Consultation_Publique_2022 Biogaz de Gaillon.pdf

1,2 Mo

<https://twitter.com/CSNM9>

<https://cnvmch.fr>

csnmraison@gmail.com



Observations du CSNM

Vis-à-vis de l'extension du plan d'épandage de l'usine de méthanisation Biogaz de Gaillon

à Gaillon (27)

24 février 2022

L'Établissement Biogaz de Gaillon présente un projet d'extension du plan d'épandage d'usine de méthanisation sur les communes autour de Gaillon, usine correspondant à un tonnage d'intrants de méthanisation de 30000 t/an pour 25000 t/an de digestats épandus aujourd'hui.

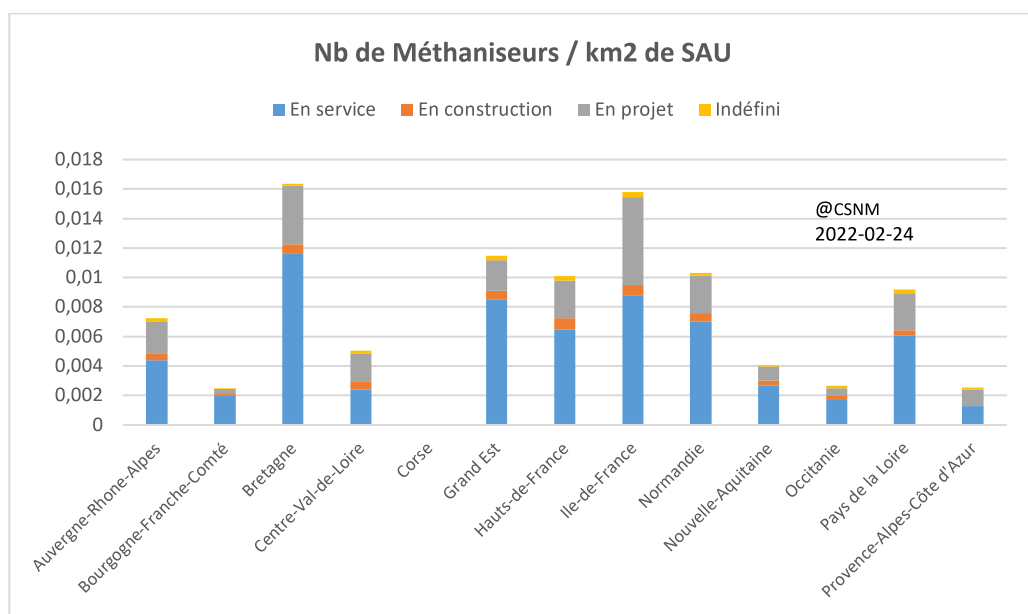
Cette usine ATEX en fonctionnement depuis 2014 représente un danger pour les exploitants de cette usine, ainsi que pour les riverains. Encore récemment, une étude scientifique (Stolecka *et al.* 2021) montre que sur site des doses létales sont atteintes, et à des distances concernant les proches riverains des conséquences non anodines pourraient être occasionnées, vues les dimensions concernées ici. Une autre étude (Mbareche *et al.* 2018) mesure les émanations aérosols sur et autour de sites de méthanisation. Nul doute que ce type d'émanations, malheureusement ressenties dans un nombre de cas croissant, créeront des problèmes sanitaires à plus ou moins long termes. La proximité des premiers riverains ne saurait être suffisante pour des émanations se propageant sur des distances bien plus grandes, et autour des parcelles épandues. L'Etat se rendra responsable de ce type d'effets, pourtant bien documentés par l'INRS. Plus la dimension du méthaniseur est grande, plus les nuisances et l'accidentologie sont fortes.

La région Normandie affiche une forte densité de méthaniseurs déjà en fonctionnement, au dessus de 0,007 méthaniseurs/km² de SAU (Figure 1a). Vu les projets en instance, elle sera dans le peloton de tête des Régions. Comme dans les autres régions à forte proportion de méthanisation et au niveau national (Figure 1b) déjà des concurrences à la surface et des déplacements déraisonnables pour la chalandise d'intrants et l'épandage de digestats y sont notées, qui ne feront qu'augmenter au fur et à mesure du développement de la méthanisation, en nombre de méthaniseurs comme en dimensionnement :

- 2022-02-02 *Sud Ouest*: Saint-Astier : visite politique dans une installation de méthanisation. «*Le digestat de Saint-Astier, par exemple, est envoyé à des céréaliers de l'est de la France. En échange, les exploitants astériens reçoivent de la paille* »
- 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

Dans le département 27, la distance moyenne actuelle entre méthaniseurs en fonctionnement sur la surface agricole utile est de 14 km. Cette distance sera de 11 km à peine si tous les projets actuels arrivent à terme. Une telle distance est déjà inférieure aux distances de chalandises et d’épandages de digestats moyennes (Figure 1b), et par conséquent incompatible avec une filière soutenable pour les agriculteurs, qui verront la concurrence à la surface se renforcer et se rajouter aux concurrences multiples auxquelles ils sont déjà confrontés. Rappelons que selon une récente étude du Laboratoire Ladyss-CNRS, les revenus des agriculteurs méthaniseurs sont plus qu’incertains à terme, et particulièrement pour les usines de méthanisation de gros tonnages, collectives agricoles, territoriales et industrielles (Grouiez 2021).



a)

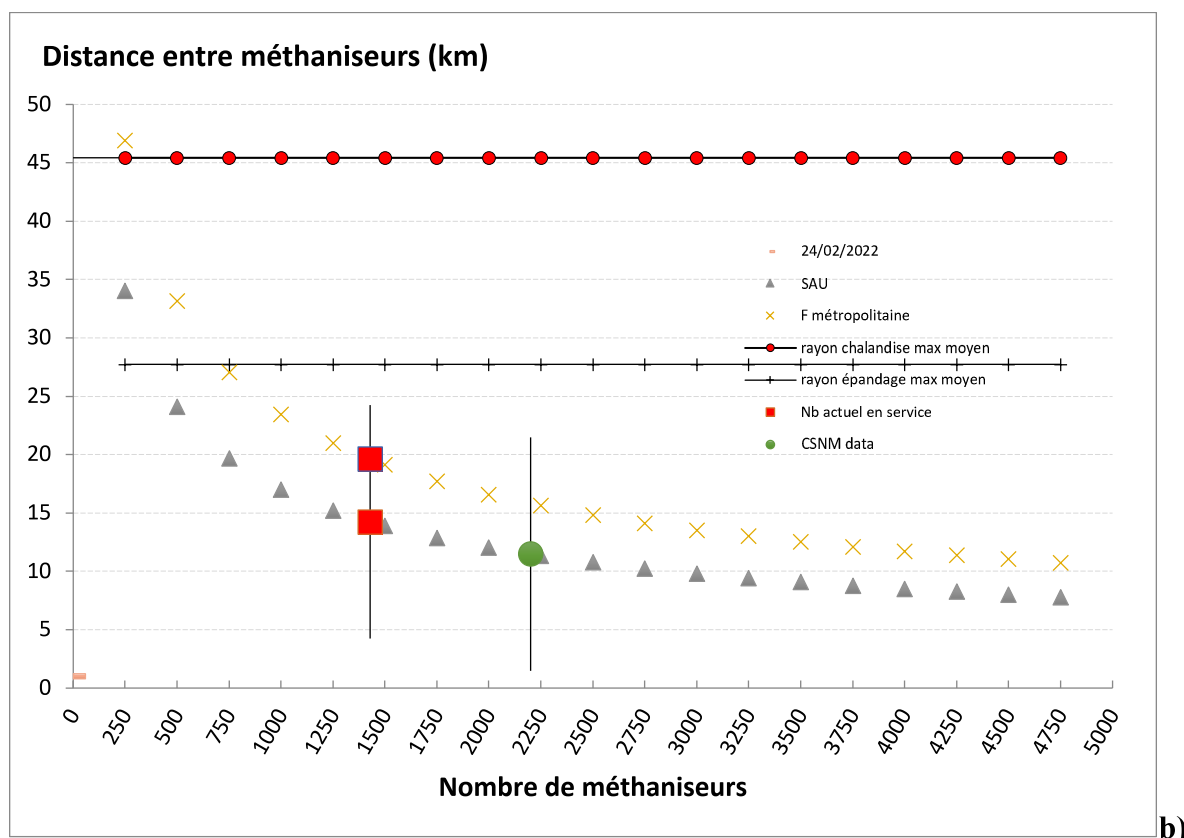


Figure 1

Le CSNM tient à porter à votre connaissance les faits suivants, qui réfutent le caractère bénéfique et vertueux de la méthanisation non raisonnable, et par conséquent de l'usine de méthanisation concernée ici:

1- La méthanisation raisonnable est celle qui conserve la Santé Environnementale (donc celle des humains aussi) sur le long terme. Elle n'a pas d'incidence sur notre environnement, la biodiversité et nous-même. Il résulte de cette approche que :

111-- seuls les déchets vrais doivent être méthanisés (en particulier, la culture de biomasse dédiée, intermédiaire ou pas, n'est pas un déchet vrai) puisque cette énergie est carbonée. Le Grenelle de l'Environnement (mars 2009) a comme axe majeur la prévention de la création de déchets.

112-- l'utilisation de l'énergie qui en découle doit :

a) être opérée en circuit le plus court possible. L'injection en circuit électrique ou gazier ne peut pas être considérée comme la vocation première de la méthanisation. En particulier, l'injection en circuit gazier ne correspond pas au minimum d'émission de CO₂ (Caposciutti *et al.* 2020), même en acceptant l'idée fautive de neutralité carbone de la méthanisation.

b) correspondre à une diminution de consommation des ressources fossiles (ce qui n'est pas le cas puisque leur consommation augmente en France).

113-- les digestats de méthanisation ne possédant pas les caractéristiques de la biomasse naturellement décomposée et assimilée par les sols, ils ne peuvent être utilisés de façon massive, et doivent être particulièrement contrôlés. Les ruissellements chargés en Phosphore sont encore mal étudiés (Horta *et al.* 2021).

114-- la surveillance à tous les niveaux du processus de méthanisation doit être réalisée en toute indépendance, comme pour toute usine correctement gérée. L'accidentologie croissante due à la méthanisation (Figure 2a), scientifiquement documentée (Moreno *et al.* 2015), montre que cette surveillance n'est plus acceptable. Le taux d'accidentologie (nombre d'accident par méthaniseur et par an) ne cesse d'augmenter depuis l'augmentation des subventions (Figure 2b). De ce fait, le régime en autocontrôle pour lequel l'exploitant est juge et partie, ne peut être acceptable. Le financement des contrôles indépendants doit être intégré au plan d'exploitation.

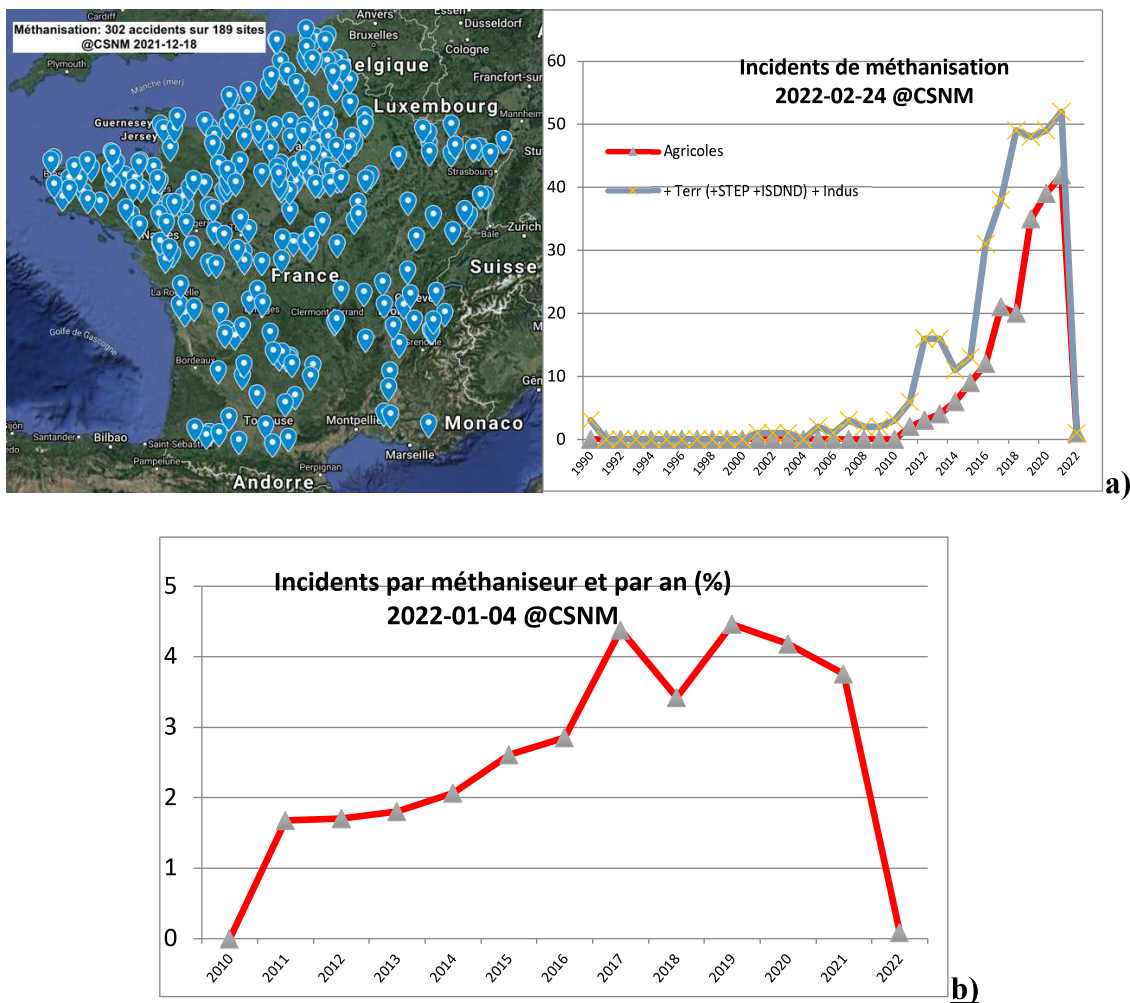


Figure 2

Est-il besoin de rappeler les principales nuisances occasionnées autour des sites de méthanisation en France (Figure 3a)? La Région Normandie est particulièrement accidentogène en ce qui concerne la méthanisation (Figure 3b).

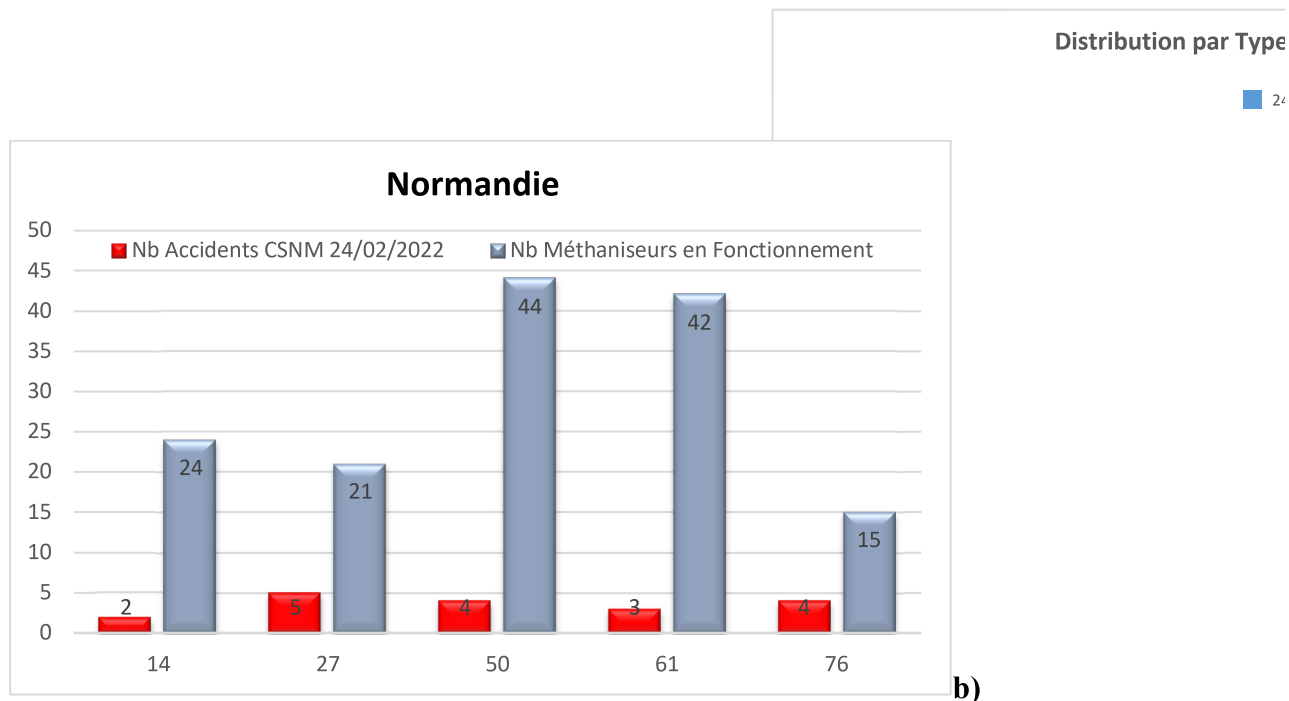


Figure 3

Le CSNM, avec l'INRS, considère les gaz émis comme dangereux, sur le court comme sur le long terme. Or il est prouvé que de nombreux gaz toxiques sont émis tout le long de la chaîne de production. Par exemple, NH_3 est émis principalement à partir des zones de stockages d'intrants et de digestats (Bell *et al.* 2016).

L'Etat se rendra responsable des effets sanitaires créés sur la population, s'il accepte la construction de cette usine.

115 -- Comme toute activité industrielle, la prise en compte du démantèlement des usines après usage doit être assumée par la structure industrielle.

116-- Les incidences sur la santé environnementale (englobant la santé humaine, les dégâts environnementaux, la biodiversité ...) simultanées et postérieures à l'exploitation doivent être compensées et assumées par la structure industrielle.

2- L'hypothèse de "neutralité carbone" de la méthanisation est considérée comme valide a priori dans tous les calculs des organismes et entreprises voulant démontrer l'effet bénéfique de la méthanisation. Cette hypothèse, utilisée en fait pour valider une « neutralité GES », est fautive à moins de remettre en question les travaux du GIEC, dont le dernier rapport est pour le moins alarmant en ce qui concerne CH₄ et CO₂. Mme Valérie Masson-Delmotte, co-présidente du groupe 1 du GIEC, est très claire sur ce constat (<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AJtXTMixtziFm8c&cid=0FB6E53A7F4B61E7&id=FB6E53A7F4B61E7%2128062&parId=FB6E53A7F4B61E7%2126770&o=OneUp>).

L'exemple du bois est à ce titre très évocateur (Techniques de l'Ingénieur 2012) et la méthanisation ne déroge pas à ce constat, comme toute utilisation massive de biomasse à des fins énergétiques. C'est aussi le constat de l'Académie des Sciences Allemande Leopoldina (2012). Même le mix énergétique très carboné de l'Allemagne d'il y a dix ans ne permettait pas de trancher en faveur de la méthanisation d'un point de vue GES (Meyer-Aurich *et al.* 2012). Même en ne considérant pas la combustion de CH₄ dans l'analyse du cycle de vie, de faibles fuites font que la méthanisation augmente les GES (Grubert 2020).

3- La balance environnementale de la méthanisation en terme d'émission de gaz divers, à effet de serre tels que CO₂, CH₄ et N₂O (GES) ou à effets sanitaires tels que NH₃, H₂S, NO_x, CO, COV ..., ne peut pas être positive pour de multiples raisons.

3I- Concernant les émissions de GES, le CSNM et le GREFFE l'ont calculé, les émissions de GES sont plus importantes qu'avec l'utilisation du gaz naturel. Il faut prendre en compte :

i) les fuites sur sites et en lignes, avec les PRG corrects des gaz CH₄ et N₂O sur la durée de vie des méthaniseurs qui n'est jamais mentionnée (nous mesurons 9,4 ans à cessation d'activité, soit un PRG(CH₄) d'au moins 86) ! Les fuites sur sites représentent des émissions GES considérables (Bakkaloglu *et al.* 2021, Baldé *et al.* 2016, Delre *et al.* 2017, Flesch *et al.* 2011, Fredenslund *et al.* 2018, Groth *et al.* 2015, Holmgren *et al.* 2015, Hrad *et al.* 2015, Jensen *et al.* 2017, Kvist *et al.* 2019, Reinelt *et al.* 2017, Reinelt *et al.* 2020, Samuelsson *et al.* 2018, Scheutz *et al.* 2019, Yoshida *et al.* 2014).

ii) les émissions aux épandages, avérées à tel point que des programmes de recherche tentent de les inhiber par des traitements auxiliaires (Kesenheimer *et al.* 2021) ou d'extraire NH₃ du digestat (Riaño *et al.* 2021, Rivera *et al.* 2022), le tout au détriment de l'efficacité globale du procédé. Selon les sols et les conditions hydriques, le fumier épandu émet moins de CO₂ qu'un digestat solide (Piccoli *et al.* 2022), et un fertilisant classique minéral montre des émissions de N₂O plus faibles qu'un digestat solide (Petrova *et al.* 2021).

iii) la faim en carbone des sols

iv) les étapes de cultures énergétiques.

32- Concernant les émissions de gaz à effets sanitaires (créant particules fines, composés organiques volatiles, cancérigènes ...) :

De nombreuses études scientifiques existent sur les émissions de ce type de gaz, à des distances variables du site de production et des sites d'épandages. La revue de Paolini *et al.* (2018) montre combien il est nécessaire de couvrir les zones de stockages d'intrants et de digestats, même si cette close n'a pas été incluse lors de la révision des décrets AMPG 2781, alors que le CSNM et le CNVMch le demandaient.

4- Le bénéfice carbone pour les sols et leur équilibre grâce à la méthanisation est une affirmation qui ne peut être que fautive puisque le carbone y est en circuit extrêmement court à cause de la méthanisation. En termes de COS et bilans humiques les digestats solides et liquides ne montrent que peu de différence par rapport à des sols non fertilisés par digestats sur deux années (Slepetiene *et al.* 2022). Alors qu'un compost permet de mobiliser plus de 90% de son carbone organique pour les sols, les digestats n'offrent que 50 à 80% (Reuland *et al.* 2022). Il est démontré que le digestat d'effluents bovins ne peut pas être considéré comme un amendement (Vitti *et al.* 2021) et que la diversité microbienne du digestat est environ deux fois plus faible que celle du digestat composté (Mang *et al.* 2022). Les fumiers entraînent à court terme (un à deux ans) un amendement plus important que les digestats liquides et solides jusqu'à 10 cm de sol arable (Piccoli *et al.* 2022).

5- Il n'est pas juste de présenter les digestats comme de meilleurs engrais, sauf à considérer que l'agrochimie des engrais a menti aux agriculteurs depuis des dizaines d'années en leur vendant des ammonitrates et non pas des ions ammonium directement. D'ailleurs les études scientifiques utilisent souvent comme référence celle des engrais « traditionnels » et ne montrent pas de différence remarquable (Zilio *et al.* 2022), voire plutôt en faveur de l'utilisation des ammonitrates avec moins d'azote résiduelle dans le sol (Petraityte *et al.* 2022).

6- L'impact de l'utilisation de CIVEs et autres cultures dédiées à la méthanisation sur les ressources en eau, la biodiversité et l'environnement n'est pas évalué. Or les pollutions aquatiques dues à la méthanisation ne cessent d'augmenter à cause des fuites diverses et des épandages (Figure 4).

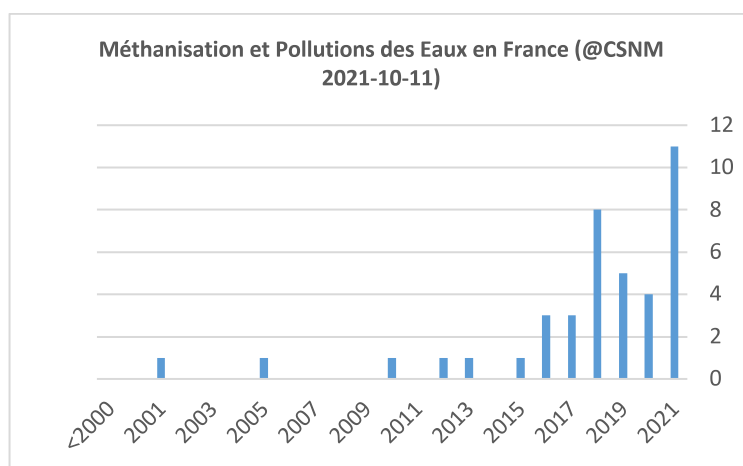


Figure 4

7- Il n'y a aucune garantie formalisée de non-accaparement des terres au détriment des cultures vivrières, ni de non-intensification de méthanisation (donc de cultures dédiées et d'élevages), ni de non-incorporation d'intrants moins contrôlés dans le futur.

8- Aucun fond n'est prévu pour assumer les externalités négatives futures dues à la méthanisation (dégradations du système routier, pollutions, effets sanitaires, dégradation des sols agricoles ...), ni pour le démantèlement.

Aucun fond n'est également prévu pour la dévaluation de l'immobilier pour les riverains, alors même que cette dévaluation est quantifiée typiquement entre 20 à 40% (Figure 5). L'installation d'un méthaniseur est reconnu comme un facteur d'impossibilité de revente de bien immobilier.

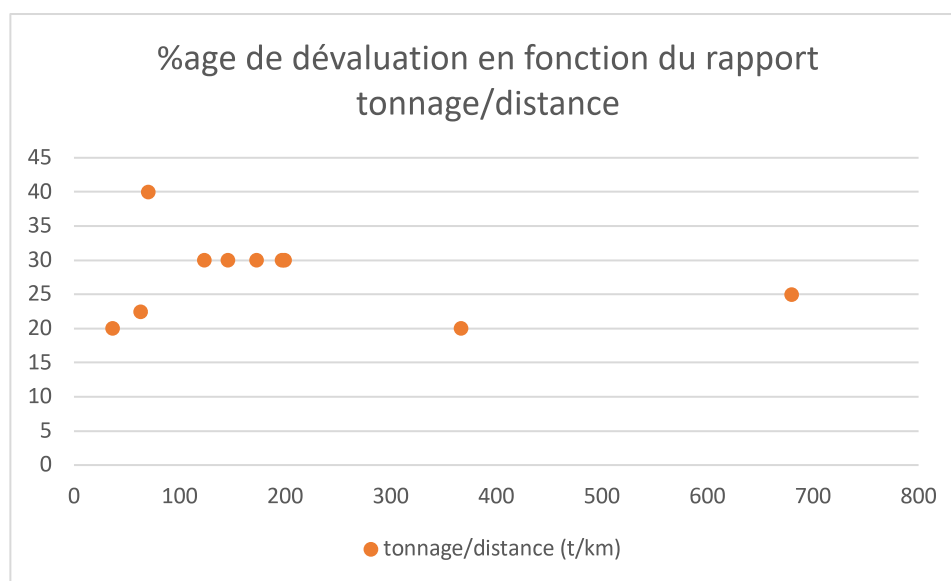


Figure 5

9- La méthanisation en injection garantit-elle l'innocuité des gaz injectés chez l'habitant, dès lors que GrDF et/ou GRTgaz annoncent uniquement 4 contrôles du gaz injecté la première année, puis 2 contrôles par an ? Ce contrôle devrait être publié en continu avec la caractérisation des gaz et éléments chimiques présents hors CH₄.

10- L'analyse du cycle de vie total du méthaniseur n'est pas détaillé. Son bilan énergétique n'est donc pas vérifiable. Or, le CSNM et le GREFFE l'ont calculé, le rendement énergétique de la méthanisation est plusieurs ordres de grandeur inférieur à celui du photovoltaïque, et le TRE de la méthanisation est très faible, proche de 1 ou inférieur.

11- Les conséquences sur la biodiversité ne peuvent qu'être négatives puisque le déséquilibre introduit, à hauteur de la demande en énergie, engendre des perturbations physico-chimiques des sols. Citons par exemple les effets sur la décroissance des populations de vers de terre (Rollett *et al.* 2021), surtout au stade juvénile, sur au moins 10 espèces de ces macro-organismes essentiels aux sols. Ou encore l'effet nocif des digestats d'effluents bovins sur les champignons du sol, organismes essentiels à leur équilibre (Vitti *et al.* 2021). D'autre part la biodiversité microbienne du digestat est plus faible que celle du même digestat composté (Mang *et al.* 2022).

12- L'Appellation de structure agricole pour un méthaniseur tel que celui de L'établissement Biogaz du Gaillon est trompeuse. D'une part nous constatons que la moyenne du tonnage d'intrants augmente au cours des années (Figure 6), signature d'une méthanisation déjà fortement industrialisée. D'autre part, ce méthaniseur comporte un tonnage annuel bien supérieur à la moyenne des méthaniseurs agricoles, même en 2021.

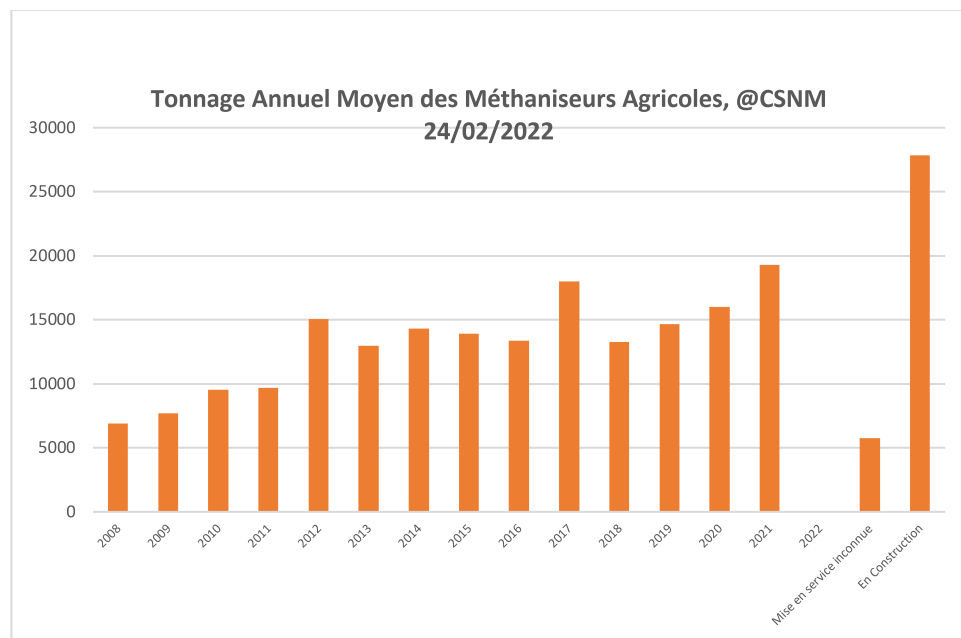


Figure 6

13- Il n'y a aucune garantie à court terme que cette filière ne s'emballe pas vers des technologies complètement irresponsables vis-à-vis de l'environnement, ne laissant plus aucun carbone retourner aux sols, avec des taux de retour énergétiques très inférieurs à 1, le tout sur fond de greenwashing. Dans cette voie, la pyrogazéification et la méthanation sont déjà annoncées.

Mais au sein même de la filière méthanisation, certaines équipes de recherche travaillent déjà à prétraiter ou retraiter les digestats (liquides et solides) pour extraire plus de méthane et/ou d'agrocaburant de la biomasse (Carmona-Cabello *et al.* 2022, Ezieke *et al.* 2022, Gougoulas *et al.* 2021, Guan *et al.* 2021, He *et al.* 2022, He *et al.* 2022a, Kovalev *et al.* 2021, Luo *et al.* 2022, Thapa *et al.* 2021, Wang X. *et al.* 2022, Wang S. *et al.* 2022, Wei *et al.* 2021, Xie *et al.* 2022). D'autres utilisent les fibres contenues dans les digestats solides comme renforts de matériaux composites (Gebhardt *et al.* 2021). Certaines équipes utilisent la pyrolyse, procédé extrêmement énergivore, pour fabriquer du biochar à partir de maïs, de copeaux de bois ... (Latini *et al.* 2021, Lee *et al.* 2021, Song *et al.* 2021, Wang N. *et al.* 2022). Ou encore, des traitements à la chaux sont utilisés sur les cultures stockées en attente de méthanisation, pour augmenter la production de biogaz (Van Vlierberghe *et al.* 2022) !

On constate également que les digestats solides et liquides ne retournent pas nécessairement comme amendement et fertilisant sur les sols desquels ils ont été retirés, ils vont éventuellement servir des cultures intensifiées en milieu inadapté naturellement (Al-Mallahi *et al.* 2022, Bignami *et al.* 2022), devenir sources de nutriments pour exploitations ultérieures (Chong *et al.* 2022, Kumar *et al.* 2022), ou même sont envisagés en incinération ! (Dziedzic *et al.* 2021).

Devant la trop grande production, inhérente au procédé, de digestats liquides, il faut même trouver des moyens pour traiter ces derniers en utilisant une source auxiliaire de carbone organique (Chuda *et al.* 2021) ou pour tenter d'en abattre la toxicité (Celletti *et al.* 2021).

De telles pratiques ne feront que baisser le TRE et le retour au sol du carbone, et pèseront lourd dans l'infertilisation des sols, donc dans notre souveraineté alimentaire.

14- Lorsqu'il s'agit d'évaluer les effets des applications des digestats, les émissions, les infiltrations ou les efficacités énergétiques, les comparaisons sont très souvent réalisées par rapport aux systèmes et pratiques les moins vertueux. Il conviendrait de viser les meilleures pratiques pour tirer les avantages de la filière en la tirant vers le haut. Par exemple, l'application de digestat est comparée à l'application de boues de STEP, d'urée ou de fertilisant minéral industriel, mais pas au retour au sol naturel ou raisonnable de biomasse (Dubis *et al.* 2022, Velechovsky *et al.* 2021, Zilio *et al.* 2022). La réduction d'émission de méthane par méthanisation est comparée aux émissions de cuves de lisiers ouvertes (Holly *et al.* 2017).

L'effet d'un digestat de boues de stations d'épuration entraîne une fertilisation plus importante (mais moins de carbone organique au sol) que le même digestat composté, mais la comparaison par rapport à une fertilisation par ammonitrate n'est pas présente (Uzinger *et al.* 2021).

Les recommandations indiquées par Samoraj *et al.* (2022), pointent clairement la nécessité de traiter les digestats pour qu'ils n'affectent pas les sols arables. On peut dès lors se demander pourquoi ne pas utiliser directement la biomasse comme matière fertile et d'amendement, plutôt que de retourner au sol des résidus indigestes sans traitement spécifique.

15- Les subventions allouées à la méthanisation (Figure 7) sont hors de toute raison en comparaison du peu d'énergie recueillie par ce procédé.

- Plus de 790 M€ ont été distribués en France pour la construction des méthaniseurs, soit 685 000 € par méthaniseur, a minima.

- Vu les taux de rachat du gaz et de l'électricité fournis par méthanisation, il faudra injecter des sommes colossales et non soutenables, plusieurs dizaines de milliards d'€ chaque année.

- Comme le méthaniseur moyen en France délivre à peu près 10 GWh d'énergie chaque année, et crée seulement 1,2 emplois direct, nous laissons aux élus responsables la possibilité d'apprécier l'absence de sens de ces subventions.

- Nous sommes de plus dans l'incapacité de déceler si des subventions versées (études préalables, faisabilités, cabinets, ...) ont été récupérées en cas d'abandon de projet avant service rendu.

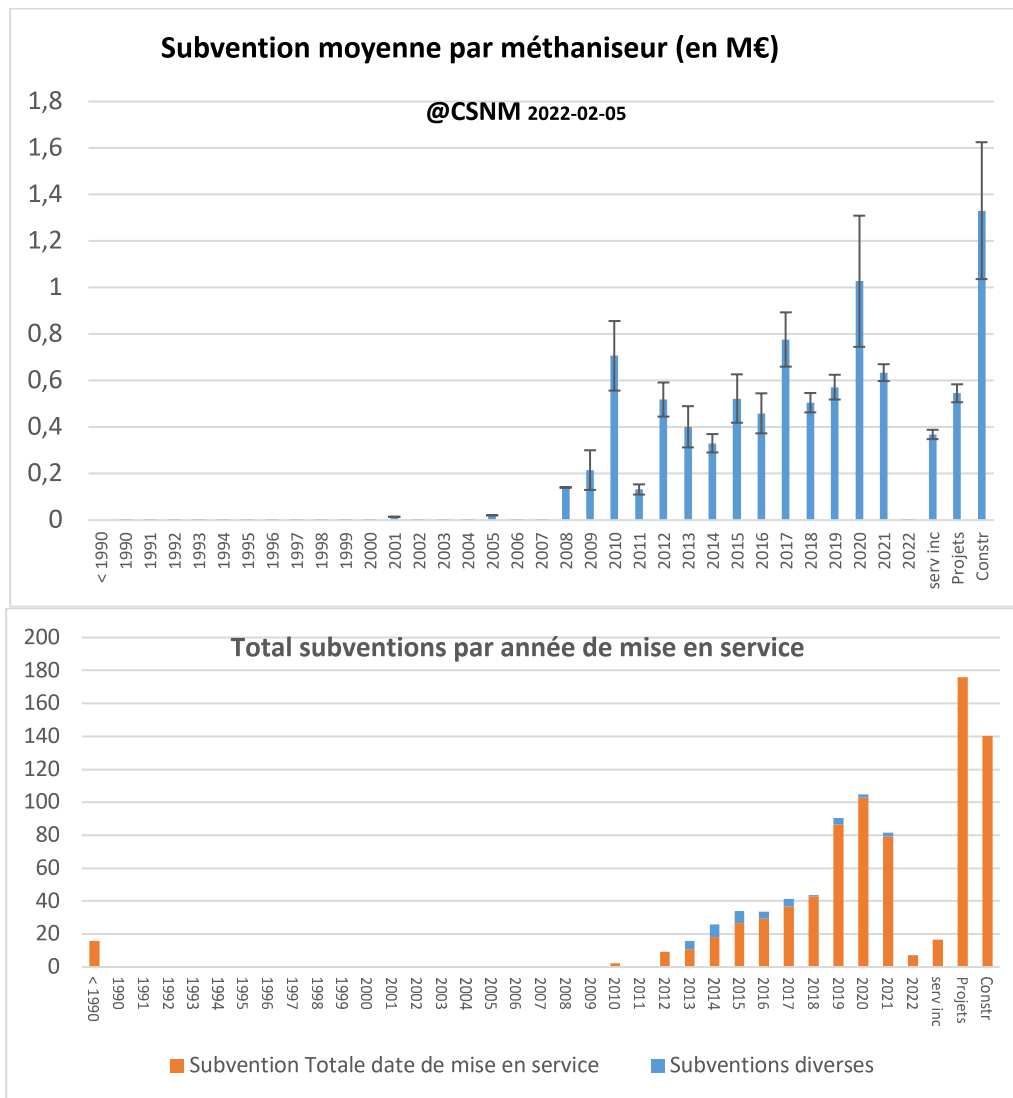


Figure 7

La construction et les projets de méthaniseurs de la Région Normandie ont obtenu 88 M€ de subventions publiques à minima. Ce chiffre est largement sous-estimé car il est très difficile d’obtenir les chiffres exhaustifs (pourtant en principe obligatoirement en libre accès dès lors qu’un subventionnement Européen est obtenu). Rajoutons à cela les subventions au rachat de l’électricité et du gaz.

Vu la faible production d’énergie des 146 méthaniseurs de la Région en service, il eut été beaucoup plus raisonnable d’affecter de telles subventions aux isolations des passoires thermiques privées et publiques, éminemment plus soutenables sur le long terme, et à envisager des approvisionnements énergétiques plus pérennes que la méthanisation.

Tous ces faits sont partagés par nombre d’organisations scientifiques et scientifiques individuels, nationaux et internationaux (Académie des Sciences Allemande Léopoldina, Union of Concerned Scientists, GREFFE ...). A l’heure où l’Allemagne se désengage de la méthanisation, il serait inopportun que la France s’y enlise.

Nous nous tenons à votre disposition pour éclaircir tous ces points.

Sincèrement,

Pour le CSNM
D. Chateigner
Coordonnateur CSNM

Références

- Al-Mallahi J., Ishii K. (2022). Attempts to alleviate inhibitory factors of anaerobic digestate for enhanced microalgae cultivation and nutrients removal: A review. *Journal of Environmental Management* **304** 114266
- Bakkaloglu S., Lowry D., Fisher R.E., France J.L., Brunner D., Chen H., Nisbet E.G. (2021). Quantification of methane emissions from UK biogas plants. *Waste Management* **124** 82-93
- Baldé H., VanderZaag A.C., Burt S.D., Wagner-Riddle C., Crolla A., Desjardins R.L., MacDonald D.J. (2016). Methane emissions from digestate at an agricultural biogas plant. *Bioresource Technology* **216** 914-922
- Bell M.W., Tang Y.S., Dragosits U., Flechard C.R., Ward P., Braban C.F. (2016). Ammonia emissions from an anaerobic digestion plant estimated using atmospheric measurements and dispersion modelling. *Waste Management* **56** 113-124
- Bignami C., Melegari F., Zaccardelli M., Pane C., Ronga D. (2022). Composted Solid Digestate and Vineyard Winter Prunings Partially Replace Peat in Growing Substrates for Micropropagated Highbush Blueberry in the Nursery. *Agronomy* **12** 00337
- Caposciutti G., Baccioli A., Ferrari L., Desideri U. (2020). Biogas from Anaerobic Digestion: Power Generation or Biomethane Production? *Energies* **13** 743
- Carmona-Cabello M., Sáez-Bastante J., Barbanera M., Cotana F., Pinzi S., Dorado P. (2022). Optimization of ultrasound-assisted liquefaction of solid digestate to produce bio-oil: Energy study and characterization. *Fuel* **313** 123020
- Celletti S., Lanz M., Bergamo A., Benedetti V., Basso D., Baratieri M., Cesco S., Mimmo T. (2021). Evaluating the Aqueous Phase From Hydrothermal Carbonization of Cow Manure Digestate as Possible Fertilizer Solution for Plant Growth. *Frontiers in Plant Science* **12** 687434
- Chong, C.C., Cheng Y.W., Ishak S., Lam M.K., Lim J.W., Tan I.S., Show P.L., Lee K.T. (2022). Anaerobic digestate as a low-cost nutrient source for sustainable microalgae cultivation: A way forward through waste valorization approach. *Science of the Total Environment* **803** 150070
- Chuda A., Ziemiński K. (2021). Challenges in Treatment of Digestate Liquid Fraction from Biogas Plant. Performance of Nitrogen Removal and Microbial Activity in Activated Sludge Process. *Energies* **14** 7321
- Delre A., Mønster J., Scheutz C. (2017). Greenhouse gas emission quantification from wastewater treatment plants, using a tracer gas dispersion method. *Science of The Total Environment* **605-606** 258-268
- Dubis Bogdan, Szatkowski Artur, Jankowski Krzysztof Józef (2022). Sewage sludge, digestate, and mineral fertilizer application affects the yield and energy balance of Amur silvergrass. *Industrial Crops and Products* **175**, 114235
- Dziedzic K., Łapczyńska-Kordon B., Jurczyk M., Arczewska M., Wróbel M., Jewiarz M., Mudryk K., Pająk T. (2021). Solid Digestate—Physicochemical and Thermal Study. *Energies* **14** 7224
- Ezieke A.H., Serrano A., Clarke W., Villa-Gomez D.K. (2022). Bottom ash from smouldered digestate and coconut coir as an alkalinity supplement for the anaerobic digestion of fruit waste. *Chemosphere* 134049
- Flesch T.K., Desjardins R.L., Worth D. (2011). Fugitive methane emissions from an agricultural biodigester. *Biomass and Bioenergy* **35** 3927-3935
- Fredenslund A.M., Hinge J., Holmgren M.A., Rasmussen S.G., Scheutz C. (2018). On-site and ground-based remote sensing measurements of methane emissions from four biogas plants: A comparison study. *Bioresource Technology* **270** 88-95
- Gebhardt Marion, Milwich Markus, Gresser Götz T., Lemmer Andreas (2021). Impact of Long-Term Weathering on the Properties of a Digestate-Based Biocomposite. *Materials Circular Economy* **3**, 25 (7 pages)
- Gougoulis N., Papapolymerou G., Mpesios A., Kasiteropoulou D., Metsoviti M.N., Gregoriou M. E. (2021). Effect of macronutrients and of anaerobic digestate on the heterotrophic cultivation of *Chlorella vulgaris* grown with glycerol. *Environmental Science and Pollution Research*

- Groth, A.; Maurer, C.; Reiser, M. & Kranert, M. (2015). Determination of methane emission rates on a biogas plant using data from laser absorption spectrometry. *Bioresource Technology* **178** 359-361
- Grouiez Pascal (2021). Une analyse de filière des dynamiques de revenus de la méthanisation agricole. *Notes et Etudes Socio Economiques* **49**, 41-61
- Grubert, E. (2020). At scale, renewable natural gas systems could be climate intensive: the influence of methane feedstock and leakage rates. *Environmental Research Letters* **15** 084041
- Guan Ruolin, Yuan Hairong, Zhang Liang, Zuo Xiaoyu, Li Xiujin (2021). Combined pretreatment using {CaO} and liquid fraction of digestate of rice straw: Anaerobic digestion performance and electron transfer. *Chinese Journal of Chemical Engineering* **36**, 223-232
- He Mingjing, Zhu Xiefei, Dutta Shanta, Khanal Samir Kumar, Lee Keat Teong, Masek Ondrej, Tsang Daniel C.W. (2022). Catalytic co-hydrothermal carbonization of food waste digestate and yard waste for energy application and nutrient recovery. *Bioresource Technology* **344**, 126395
- He L., Lin Z., Zhu K., Wang Y., He X., Zhou J. (2022). Mesophilic condition favors simultaneous partial nitrification and denitrification (SPND) and anammox for carbon and nitrogen removal from anaerobic digestate food waste effluent. *Science of the Total Environment* **816** 151498
- Holly Michael A., Larson Rebecca A., Powell J. Mark, Ruark Matthew D., Aguirre-Villegas Horacio (2017). Greenhouse gas and ammonia emissions from digested and separated dairy manure during storage and after land application. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **239**, 410-419
- Holmgren M.A., Hansen M.N., Reinelt T., Westerkamp T., Jorgensen L., Scheutz C., Delre A. (2015). Measurements of methane emissions from biogas production - Data collection and comparison of measurement methods. *Technical Report Energiforsk* **158**
- Horta Carmo, Carneiro João Paulo (2021). Phosphorus Losses to Surface Runoff Waters After Application of Digestate to a Soil Over Fertilised with Phosphorus. *Water, Air, & Soil Pollution* **232**, 439-450
- Hrad M., Piringner M., Huber-Humer M. (2015). Determining methane emissions from biogas plants – Operational and meteorological aspects. *Bioresource Technology* **191** 234-243
- Jensen M.B. Møller J., Mønster J., Scheutz C. (2017). Quantification of greenhouse gas emissions from a biological waste treatment facility. *Waste Management* **67** 375-384
- Kesenheimer K., Augustin J., Hegewald H., Köbke S., Dittert K., Rübiger T., Quinones T.S., Prochnow A., Hartung J., Fuß R., Stichnothe H., Flessa H., Ruser R. (2021). Nitrification inhibitors reduce N₂O emissions induced by application of biogas digestate to oilseed rape. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **120** 99-108
- Kovalev A. A., Kovalev D. A., Nozhevnikova A. N., Zhuravleva E. A., Katraeva I. V., Grigoriev V.S., Littit Yu. V. (2021). Effect of low digestate recirculation ratio on biofuel and bioenergy recovery in a two-stage anaerobic digestion process. *International Journal of Hydrogen Energy* **46(80)**, 39688-39699
- Kumar S., Posmanik R., Spataro S., Ujor V.C. (2022). Repurposing anaerobic digestate for economical biomanufacturing and water recovery. *Applied Microbiology and Biotechnology*
- Kvist T., Aryal N. (2019). Methane loss from commercially operating biogas upgrading plants. *Waste Management* **87** 295-300
- Latini A., Fiorani F., Galeffi P., Cantale C., Bevivino A., Jablonowski N.D. (2021). Phenotyping of Different Italian Durum Wheat Varieties in Early Growth Stage With the Addition of Pure or Digestate-Activated Biochars. *Frontiers in Plant Science* **12**, 782072
- Lee M.-S., Urgun-Demirtas M., Shen Y., Zumpf C., Anderson E. K., Rayburn A. L., Lee D. (2021). Effect of digestate and digestate supplemented with biochar on switchgrass growth and chemical composition. *Biomass and Bioenergy* **144**, 105928
- Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften (2012). Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen
- Luo Longzao, Li Miao, Luo Shuang, Awasthi Mukesh Kumar, Lin Xiaoi, Liao Xing, Peng Changsheng, Yan Binghua (2022). Enhanced removal of humic acid from piggy digestate by combined microalgae and electric field. *Bioresource Technology*, 126668
- Mang S.M., Trotta V., Scopa A., Camele I. (2022). Metagenomic Analysis of Bacterial Community Structure and Dynamics of a Digestate and a More Stabilized Digestate-Derived Compost from Agricultural Waste. *Processes* **10** 379
- Mbareche, Veillette, Dubuis, Bakhiyi, Marchand, Zayed, Lavoie, Bilodeau, Duchaine (2018). Fungal bioaerosols in biomethanization facilities. *Journal of the Air & Waste Management Association* **68** 1198
- Meyer-Aurich A., Schattauer A., Hellebrand H.J., Klaus H., Plöchl M., Berg W. (2012). Impact of uncertainties on greenhouse gas mitigation potential of biogas production from agricultural resources. *Renewable Energy* **37** 277-284
- Moreno V.C., Cozzani V. (2015). Major accident hazard in bioenergy production. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **35** 135-144
- Paolini V., Petracchini F., Segreto M., Tomassetti L., Naja N., Cecinato A. (2018). Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* **53** 899-906

- Petraityte D., Arlauskienė A., Ceseviciene J. (2022). Use of Digestate as an Alternative to Mineral Fertilizer: Effects on Soil Mineral Nitrogen and Winter Wheat Nitrogen Accumulation in Clay Loam. *Agronomy* **12** 402
- Piccoli I., Francioso O., Camarotto C., Vedove G.D., Lazzaro B., Giandon P., Morari F. (2022). Assessment of the Short-Term Impact of Anaerobic Digestate on Soil C Stock and CO₂ Emissions in Shallow Water Table Conditions. *Agronomy* **12** 504
- Reinelt T., Delre A., Westerkamp T., Holmgren M.A., Liebetrau J., Scheutz C. (2017). Comparative use of different emission measurement approaches to determine methane emissions from a biogas plant. *Waste Management* **68** 173-185
- Reinelt T., Liebetrau J. (2020). Monitoring and Mitigation of Methane Emissions from Pressure Relief Valves of a Biogas Plant. *Chemical Engineering & Technology* **43** 7-18
- Reuland G., Sigurnjak I., Dekker H., Sleutel S., Meers E. (2022). Assessment of the Carbon and Nitrogen Mineralisation of Digestates Elaborated from Distinct Feedstock Profiles. *Agronomy* **12** 456
- Riaño B., Molinuevo-Salces B., Vanotti M.B., Garcia-González M.C. (2021). Ammonia Recovery from Digestate Using Gas-Permeable Membranes: A Pilot-Scale Study. *Environments* **8** 133
- Rivera F., Muñoz R., Prádanos P., Hernández A., Palacio L. (2022). A Systematic Study of Ammonia Recovery from Anaerobic Digestate Using Membrane-Based Separation. *Membranes* **12** 19
- Rollett A.J., Bhogal A., Nicholson J.S.F.A., Taylor M.J., Williams J.R. (2021). The effect of field application of food-based anaerobic digestate on earthworm populations. *Soil Use and Management*, **37**, 648-657
- Samoraj M., Mironiuk M., Izydorczyk G., Witek-Krowiak A., Szopa D., Moustakas K., Chojnacka K. (2022). The challenges and perspectives for anaerobic digestion of animal waste and fertilizer application of the digestate. *Chemosphere* **295** 133799
- Samuelsson, J.; Delre, A.; Tumlin, S.; Hadi, S.; Offerle, B. & Scheutz, C. (2018). Optical technologies applied alongside on-site and remote approaches for climate gas emission quantification at a wastewater treatment plant. *Water Research* **131** 299-309
- Scheutz C., Fredenslund A.M. (2019). Total methane emission rates and losses from 23 biogas plants. *Waste Management* **97** 38-46
- Slepetiene A., Kochiieru M., Jurgutis L., Mankeviciene A., Skersiene A., Belova O. (2022). The Effect of Anaerobic Digestate on the Soil Organic Carbon and Humified Carbon Fractions in Different Land-Use Systems in Lithuania. *Land* **11** 133
- Song S., Lim J.W., Lee J.T.E., Cheong J.C., Hoy S.H., Hu Q., Tan J.K.N., Chiam Z., Arora S., Lum T.Q.H., Lim E.Y., Wang C.-H., Tan H.T.W., Tong Y.W. (2021). Food-waste anaerobic digestate as a fertilizer: The agronomic properties of untreated digestate and biochar-filtered digestate residue. *Waste Management* **136** 143-152
- Stolecka Katarzyna, Rusin Andrzej (2021). Potential hazards posed by biogas plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **135** 110225
- Techniques de l'Ingénieur (2012). La biomasse pourrait menacer les objectifs de réduction de CO₂ de l'UE. 17 avril 2012 <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/la-biomasse-pourrait-menacer-les-objectifs-de-reduction-de-co2-de-lue-6828/>
- Thapa Ajay, Park Jun-Gyu, Yang Hyeon-Myeong, Jun Hang-Bae (2021). In-situ biogas upgrading in an anaerobic trickling filter bed reactor. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **9(6)**, 106780
- Uzinger N., Szécsy O., Szucs-Vásárhelyi N., Padra I., Sándor D.B., Lončarić Z., Draskovits E., Rékási M. (2021). Short-Term Decomposition and Nutrient-Supplying Ability of Sewage Sludge Digestate, Digestate Compost, and Vermicompost on Acidic Sandy and Calcareous Loamy Soils. *Agronomy* **11** 2249
- Velechovský J., Malík M., Kaplan L., Tlustoš P. (2021). Application of Individual Digestate Forms for the Improvement of Hemp Production. *Agriculture* **11** 1137
- Vitti A., Elshafie H.S., Logozzo G., Marzario S., Scopa A., Camele I., Nuzzaci M. (2021). Physico-Chemical Characterization and Biological Activities of a Digestate and a More Stabilized Digestate-Derived Compost from Agro-Waste. *Plants* **10** 386
- Vlierberghe C. V., Escudié R., Bernet N., Santa-Catalina G., Frederic S., Carrere H. (2022). Conditions for efficient alkaline storage of cover crops for biomethane production. *Bioresource Technology* **348** 126722
- Wang, X., Chang V.W.-C., Li Z., Song Y., Li C., Wang Y. (2022). Co-pyrolysis of sewage sludge and food waste digestate to synergistically improve biochar characteristics and heavy metals immobilization. *Waste Management* **141** 231-239
- Wang N., Chen Q., Zhang C., Dong Z., Xu Q. (2022). Improvement in the physicochemical characteristics of biochar derived from solid digestate of food waste with different moisture contents. *Science of the Total Environment* **819** 153100
- Wang S., Wen Y., Shi Z., Niedzwiecki L., Baranowski M., Czerep M., Mu W., Kruczek H.P., Jönsson P.G., Yang W. (2022). Effect of hydrothermal carbonization pretreatment on the pyrolysis behavior of the digestate of agricultural waste: A view on kinetics and thermodynamics. *Chemical Engineering Journal* **431** 133881

- Wei Yufang, Lan Yanyan, Li Xiujin, Gao Minghan, Yuan Shuai, Yuan Hairong (2021). Effect of wheat straw pretreated with liquid fraction of digestate from different substrates on anaerobic digestion performance and microbial community characteristics. *Science of The Total Environment*, 151764
- Xie X., Peng C., Song X., Peng N., Gai C. (2022). Pyrolysis kinetics of the hydrothermal carbons derived from microwave-assisted hydrothermal carbonization of food waste digestate. *Energy* 123269
- Yoshida H., Mønster J., Scheutz C. (2014). Plant-integrated measurement of greenhouse gas emissions from a municipal wastewater treatment plant. *Water Research* **61** 108-118
- Zilio Massimo, Pigoli Ambrogio, Rizzi Bruno, Herrera Axel, Tambone Fulvia, Geromel Gabriele, Meers Erik, Schoumans Oscar, Giordano Andrea, Adani Fabrizio (2022). Using highly stabilized digestate and digestate-derived ammonium sulphate to replace synthetic fertilizers: The effects on soil, environment, and crop production. *Science of The Total Environment*, 152919

Membres du Collectif Scientifique National Méthanisation raisonnée

Almagro Sébastien	Maître de Conférences	Université de Reims	Biochimie, Biologie cellulaire
Astruc Jean-Guy	Docteur-Ingénieur	BRGM, retraité	Géologie, Hydrogéologie
Aurousseau Pierre	Professeur des Universités	INRA Rennes, Agrocampus Ouest	Agronomie, Environnement
Bakalowicz Michel	Directeur de Recherches	CNRS, retraité	Hydrogéologie, spécialiste des sols karstiques
Bourguignon Claude	Ingénieur Agronome	LAMS	Microbiologie
Bourguignon Emmanuel	Ingénieur Agronome	LAMS	Microbiologie
Bourguignon Lydia	Ingénieure Agronome	LAMS	Microbiologie
Brenot Jean-Claude	Maître de Conférences, HDR	Université Paris-Sud, retraité	Physique, Electronique
Chateigner Daniel	Professeur des Universités	Université de Caen Normandie	Physique
Chorlay Eric	Docteur en Médecine	Faculté de Lille	Médecine Générale
Courtois Pierre	Ingénieur-Physicien	Institut Laue-Langevin	Physique
Demars Pierre-Yves	Chargé de Recherches	CNRS, retraité	Préhistoire
Fruchart Daniel	Directeur de Recherches Emérite	CNRS	Physique-Chimie
Hamet Jean-François	Professeur des Universités	Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen	Chimie
Kammerer Martine	Professeur des Universités	Ecole Vétérinaire de Nantes	Toxicologie animale et environnementale
Langlais Mathieu	Chargé de Recherches	CNRS, Laboratoire PACEA, Université de Bordeaux	Préhistoire
Lasserre Jean-Louis	Ingénieur Chercheur	CEA, retraité	Electronique et Systèmes Rayonnants
Lavelle Patrick	Académicien des Sciences , Professeur Emérite des Universités	Pierre et Marie Curie Paris VI, Sorbonne Université	Ecologie des Sols, Sciences de l'Environnement

Le Lan Jean-Pierre	Professeur des Universités	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, Angers, retraité	Electronique, réseaux informatiques, Environnement, prévention des déchets
Lorblanchet Michel	Directeur de Recherches	CNRS, retraité	Préhistoire, spécialiste des grottes ornées
Morales Magali	Maître de Conférences, HDR	Université de Caen Normandie	Physique
Murray Hugues	Professeur émérite des Universités	Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen	Physique
Raveau Bernard	Académicien des Sciences , Professeur des Universités	Université de Caen Normandie	Chimie
Réveillac Liliane	Médecin Hospitalier	Hôpital de Cahors	Radiologie
Salomon Jean-Noël	Professeur des Université	Université de Bordeaux, retraité	Géographie Physique
Serreau Raphaël	Directeur de Recherches	Laboratoire PsychoMADD, AP-HP Université Paris Saclay	Médecin de Santé Publique, praticien hospitalier
Tarrisse André	Docteur Ingénieur	DDAF du Lot, retraité	Hydrogéologie
Viers Jérôme	Professeur des Universités	Observatoire Midi-Pyrénées	Géochimie des Eaux et des Sols