

<https://twitter.com/CSNM9>

<https://cnvmch.fr>

csnmraison@gmail.com



Observations du CSNM

Vis-à-vis du projet de construction d'usine de méthanisation SAS Naturalgie

à Grandvelle-et-le-Perrenot (70)

29 mars 2022

L'Etablissement SAS Naturalgie présente un projet de construction d'usine de méthanisation sur la commune de Grandvelle-et-le-Perrenot, usine correspondant à un tonnage d'intrants de méthanisation de 37000 t/an pour environ 28000 t/an de digestats épandus.

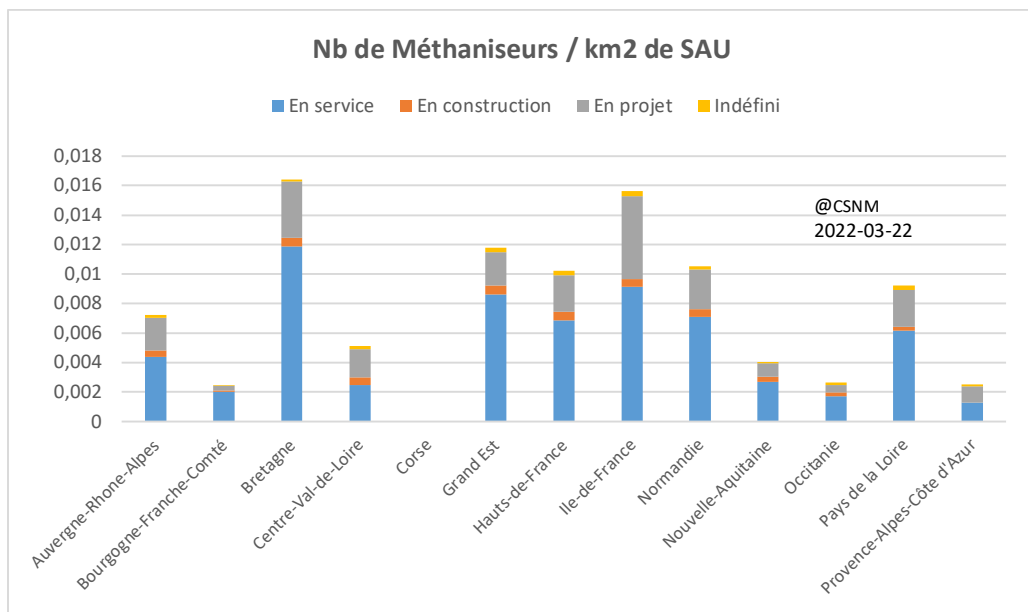
Cette usine ATEX représente un danger pour ses exploitants ainsi que pour les riverains. Encore récemment, une étude scientifique (Stolecka *et al.* 2021) montre que sur site des doses létales sont atteintes, et à des distances concernant les proches riverains des conséquences non anodines pourraient être occasionnées, vu les dimensions concernées ici. D'autres études mesurent les émanations aérosols sur et autour de sites de méthanisation (Mbareche *et al.* 2018, Merico *et al.* 2020, Zhang *et al.* 2019), ou détectent des pollutions des sols après épandages (Bian *et al.* 2015) à des niveaux de risques élevés. Nul doute que ce type de dispersions polluantes, 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 Bourgogne-Franche-Comté affiche une densité de méthaniseurs déjà en fonctionnement de 0,002 méthaniseurs/km² de SAU (Figure 1a). Vu les projets en instance, comme dans les autres régions et au niveau national (Figure 1b) des concurrences à la surface et des déplacements déraisonnables pour la chalandise d'intrants et l'épandage de digestats fleuriront, qui ne feront qu'augmenter au fur et à mesure du développement de la méthanisation, en nombre de méthaniseurs comme en dimensionnement :

- 2022-02-21 *La Montagne* : Dans le bocage du sud du Berry, en mutation : « *On gagne plus en faisant du gaz que de la viande* »
- 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 70, la distance moyenne actuelle entre méthaniseurs en fonctionnement sur la surface agricole utile est de 12 km. Cette distance sera de 9 km à peine si tous les projets actuels arrivent à terme. Une telle distance est déjà inférieure aux distances de chalands 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)

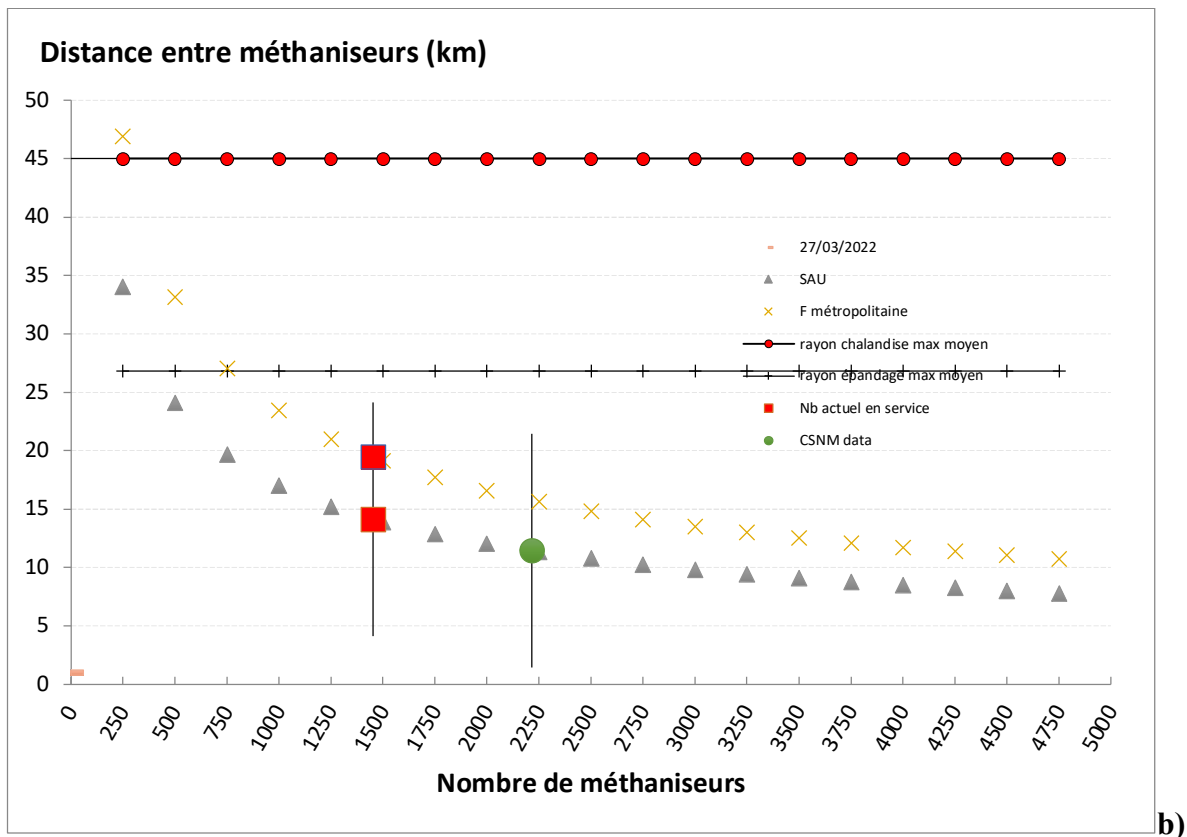


Figure 1

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- Déchets-vrais et circuits courts

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 les points suivants.

11-- Déchets vrais uniquement

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.

12-- Circuits courts uniquement

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.

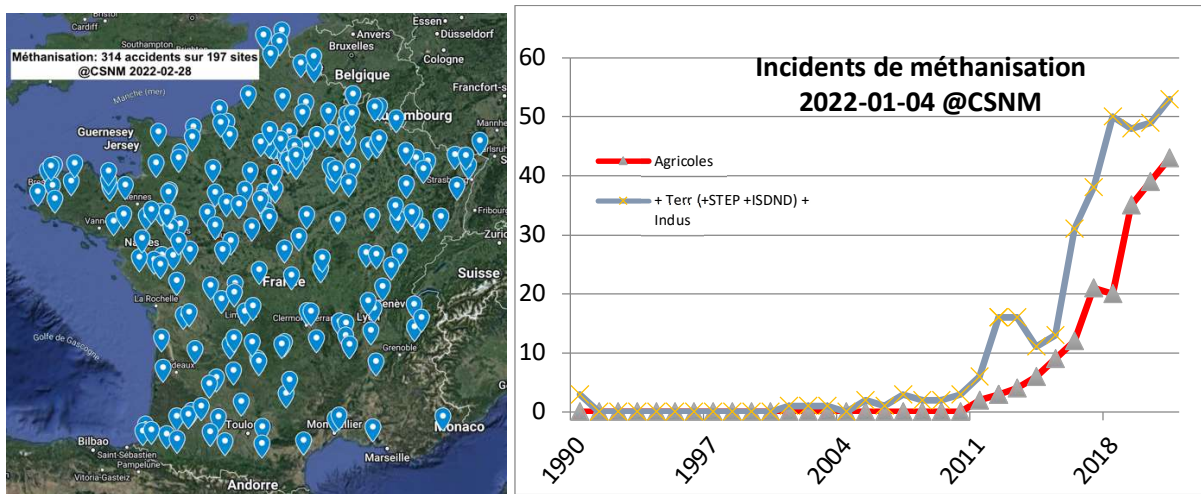
b) correspondre à une diminution de consommation des ressources fossiles (ce qui n'est pas le cas puisque leur consommation augmente en France).

13-- Digestats modérés

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).

14-- Surveillance et contrôles

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.



a)

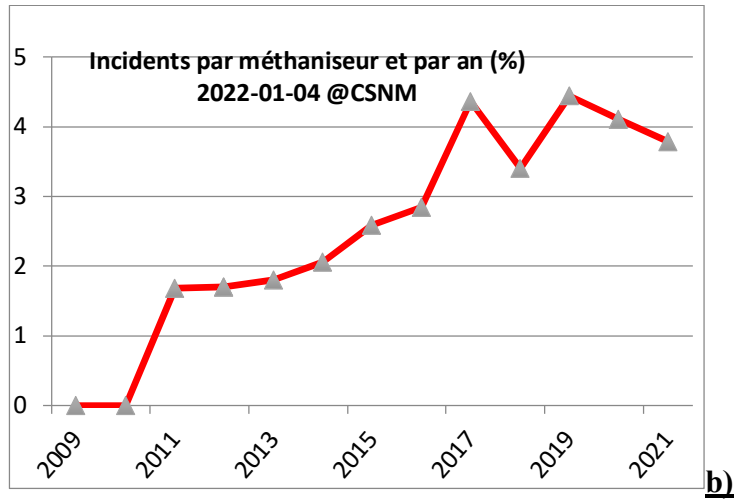


Figure 2

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

a)

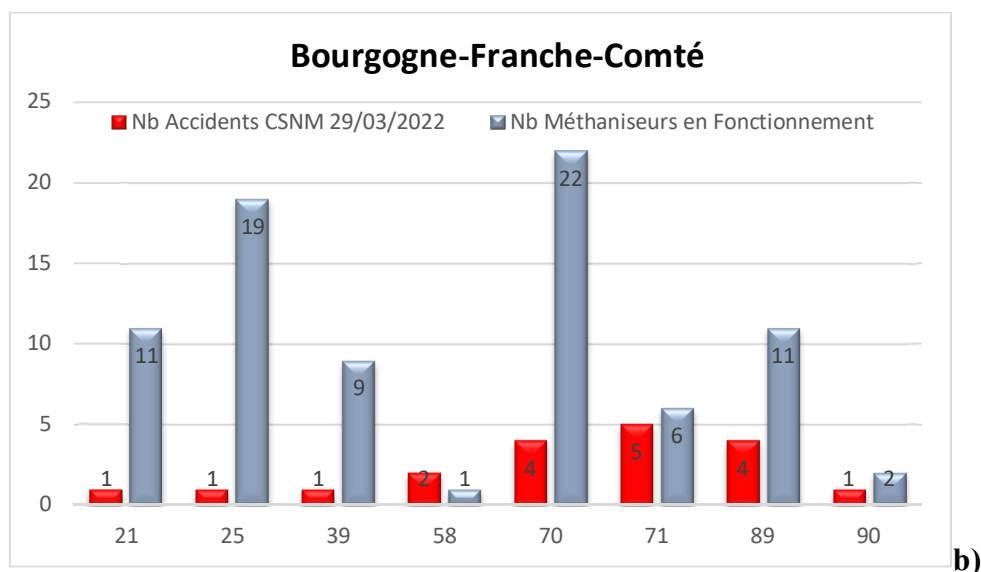


Figure 3

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, NH₃ 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.

15 -- Démantèlement

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

16—Incidences sur la Santé Environnementale

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. Notons des toxicités élevées des substances listées ci-après:

a) Contaminants et Composés Organiques Volatiles

Les digestats liquides et solides contiennent des contaminants organiques et des composés organiques volatiles à risques environnementaux dont les teneurs et compositions varient avec les intrants (Ali *et al.* 2019, O'Connor *et al.* 2022, Zhang *et al.* 2019) : pesticides, PCBs, PAHs, PFAS. Parmi ces derniers, on retrouve à des concentrations bien supérieures à des traces, carcinogènes, perturbateurs endocriniens, immuno-supresseurs, perturbateurs de reproduction, neurotoxiques, mutagènes, tératogènes, perturbateurs thyroïdiens, dérégulateurs insulinaires : Anthracène, Benzène, Benzènes aromatiques, Bromopropylate, Chlorpyrifos, DDT, Endosulfan, Ethion, Fluoranthène, Phenanthrène, Pyrène, Tétradifon, Toluène, Terpènes, Vinclozoline, ...

b) Destruction de la mycosphère

L'épandage de digestats liquides sur des sols de feuillus (peupliers) entraîne un abattement de la population de certains champignons (ectomycorrhizes) de la rhizosphère du sol, accroît le risque pathogène (Yu *et al.* 2022), et représentent des toxicités et un risque environnemental élevés (Tigini *et al.* 2016).

c) Métaux lourds

La concentration en métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) des digestats remet en question la soutenabilité du procédé (Le Pera *et al.* 2022, Nkoa 2014, O'Connor *et al.* 2022, Pivato *et al.* 2016, Tshikalange *et al.* 2022), les sols épandus pouvant dépasser les seuils admissibles (Bian *et al.* 2015) à force d'accumulations successives. Certains digestats pourtant agricoles présentent également du chrome hexavalent hors norme ! (Pivato *et al.* 2016).

d) Persistance de pathogènes dangereux

L'utilisation de digestats non pasteurisés dans certains types de sols ne conduit pas à un abattement plus prononcé de pathogènes sévères (*Salmonella senftenberg*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium sporogenes*) plus que l'utilisation d'effluents simples (Russell *et al.* 2022).

e) Micro- et Macro-plastiques

La présence de macro-plastiques dans les champs épandus de certains digestats est manifeste dès lors qu'il est impossible de vérifier les tonnages d'intrants avec suffisamment de précision, et que les plastiques ne sont pas décomposés par méthanisation. Il résulte du procédé, également, des micro-plastiques invisibles à l'œil nu (O'Connor *et al.* 2022).

2- Neutralité carbone

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 Science Allemande Leopoldina (2012). Même les mix énergétiques très carbonés de l'Allemagne d'il y a dix ans et de l'Italie ne permettent pas de trancher en faveur de la méthanisation d'un point de vue GES (Fusi *et al.* 2016, Meyer-Aurich *et al.* 2012).

La « neutralité carbone » est prise comme prétexte pour ne pas comptabiliser la combustion de CH₄ (qui donne CO₂) dans le bilan GES. Mais on comprend bien que si cette

combustion a lieu en continu, alors CO₂ est en permanence dans l'atmosphère où il force les radiations terrestres. **La « Neutralité carbone » n'est pas la « neutralité climatique »**. Il faut comptabiliser la combustion du méthane.

Cependant, même en ne considérant pas la combustion de CH₄ dans l'analyse du cycle de vie, les résultats sont très contrastés (Le Pera *et al.* 2022). Aussi, de faibles fuites font que la méthanisation augmente les GES considérablement (Grubert 2020).

3- Balance environnementale, Emissions de GES et Gaz à effets sanitaires

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

31-Gaz à Effet de Serre (GES)

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 :

a) 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, Burrow 2019, Daniel-Gromke *et al.* 2015 ; Delre *et al.* 2017, Flesch *et al.* 2011, Fredenslund *et al.* 2018, Fusi *et al.* 2016, Groth *et al.* 2015, Holmgren *et al.* 2015, Hrad *et al.* 2015, Jensen *et al.* 2017, Kvist *et al.* 2019, Liebetrau *et al.* 2013, Merico *et al.* 2020, Reinelt *et al.* 2016, Reinelt *et al.* 2017, Reinelt *et al.* 2020, Samuelsson *et al.* 2018, Scheutz *et al.* 2019, Yoshida *et al.* 2014).

85% des méthaniseurs fuient (Burrow 2019), avec une moyenne de 3,5% du total produit. Ce qui pour la France représente aujourd'hui une émission équivalente à 5 Mt de CO₂ chaque année.

Générer ces fuites de méthane, c'est comme ramener autant de méthane fossile à l'air libre !

b) les émissions aux épandages. Ces émissions sont souvent oubliées (Cuéllar *et al.* 2018, par exemple), et sont pourtant 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).

c) la faim en carbone des sols et les effets de changement d'affectation des terres, directs et indirects (DLUC et ILUC resp.). Lorsque les effets directs seuls sont pris en compte, il devient clair que la méthanisation des cultures énergétiques, même les plus méthanogènes, émet plus de GES que les simples coupes de prairies naturelles (Meyer-Aurich *et al.* 2016). On peut

facilement imaginer ce qu'il advient en prenant en compte les effets indirects, la balance GES devient vite négative (Tamburini *et al.* 2020). D'autre part, les digestats sont plus minéralisés (donc émettent plus de CO₂) que les sols naturels (Häfner *et al.* 2022).

d) les étapes de cultures énergétiques en incluant tous les trajets et stockages. On remarque par exemple que certaines cultures traversent les frontières pour alimenter les méthaniseurs (Tamburini *et al.* 2020).

Générer des cultures à méthaniser, c'est générer du méthane supplémentaire dans l'atmosphère (stockages, fuites) qui n'existait pas auparavant, comme avec du méthane fossile !

32-Gaz à Effet Sanitaires

Concernant les émissions de gaz à effets sanitaires (NH₃ créant particules fines, COV, 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. Il est absolument nécessaire de couvrir les zones de stockages d'intrants et de digestats (Paolini *et al.* 2018, Whelan *et al.* 2010). Les lagunes de digestat non couvertes émettent de l'ammoniac (NH₃), précurseur de particules fines, à raison de plus de 5 g/m²/semaine.

Cette close de couverture n'a pas été incluse lors de la révision des décrets AMPG 2781, alors que le CSNM et le CNVMch le demandaient.

Pas moins de 49 COV différents sont détectés dans les émanations de digestats (Zhang *et al.* 2019). Les émissions sur sites montrent la présence de COV dangereux tels que terpènes, cétones, toluène, siloxanes ... (Gomez *et al.* 2016, O'Connor *et al.* 2022).

4- Carbone Organique des Sols, amendement

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).

Les risques environnementaux et la toxicité des digestats pour les sols sont élevés (Bian *et al.* 2015, Nkoa 2014, Tigini *et al.* 2016).

5- Effet fertilisant des digestats

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 (Tshikalange *et al.* 2022, 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- Pollutions aquatiques

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). Le déversement de digestat dans les eaux douces modifie le pH, la conductivité électrique, la concentration en ions ammonium, le potentiel redox et surtout la communauté microbienne des eaux (Studer *et al.* 2017) pendant quelques jours même avec des digestats issus de méthanisation de cultures.

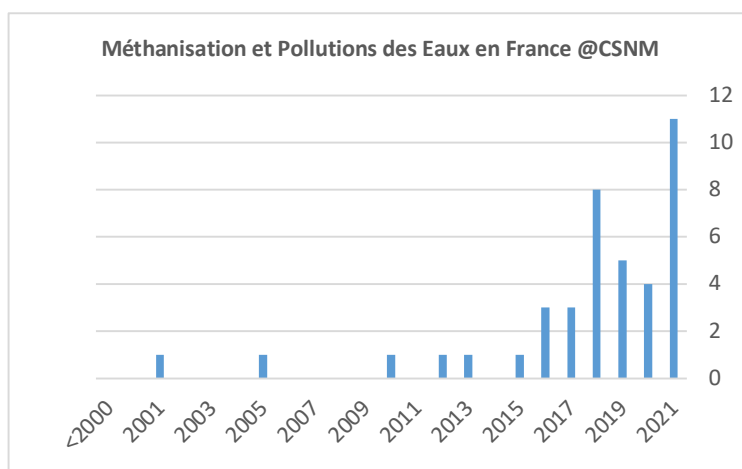


Figure 4

7- Accaparement des terres

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- Externalités négatives, remédiation, dépréciation immobilière

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.

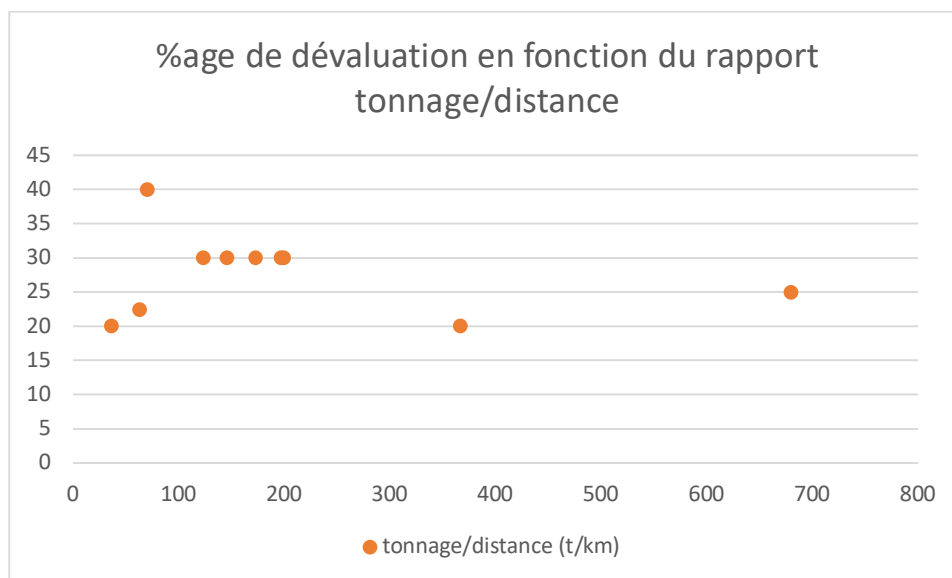


Figure 5

9- Innocuité des gaz injectés

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- Cycle de vie, Taux de Retour Energétique

L'analyse du cycle de vie total du méthaniseur n'est pas détaillée. 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- Biodiversité - Ecocidité

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.

- Vers de terre

L'effet des épandages de digestats sur la décroissance des populations de vers de terre et la répartition entre espèces est avéré (Koblenz *et al.* 2015, Rollett *et al.* 2021). Cette décroissance atteint 30% par rapport à l'épandage de lisier de porcs, surtout au stade juvénile, sur au moins 10 espèces de ces macro-organismes essentiels aux sols. La toxicité est rapide, et supérieure à celle d'épandages d'effluents (Moinard *et al.* 2021).

Notons une mortalité importante de *Eisenia fetida*, pourtant connu pour être une espèce résistante, au dessus de 30% d'incorporation de digestat, et une suppression de la reproduction de cette espèce dès 15% (Pivato *et al.* 2016).

Même les digestats solides après compostage ne semblent pas appréciés de certaines espèces (Ross *et al.* 2017).

- Champignons du sol

L'effet nocif des digestats d'effluents bovins sur les champignons du sol, organismes essentiels à leur équilibre, est mesuré (Vitti *et al.* 2021). L'abattement de certains champignons (ectomycorrhyzes) dans des sols de forêts de peupliers épandus de digestats liquides est nettement marqué (Yu *et al.* 2022).

- Biodiversité microbienne

La biodiversité microbienne du digestat est plus faible que celle du même digestat composté (Mang *et al.* 2022).

- Invertébrés

Un stress physiologique important dû au digestat sur certains mollusques de rivières est visible pour des concentrations en ions ammonium aussi faibles que 10^{-8} mol/L (Mbah *et al.* 2021).

12- Méthanisation « agricole » ?

L'Appellation de structure agricole pour un méthaniseur tel que celui de la SAS Naturalgie 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 même si elle est dénommée « agricole ». D'autre part, ce méthaniseur comporte un tonnage annuel bien supérieur à la moyenne des méthaniseurs agricoles, même en 2022.

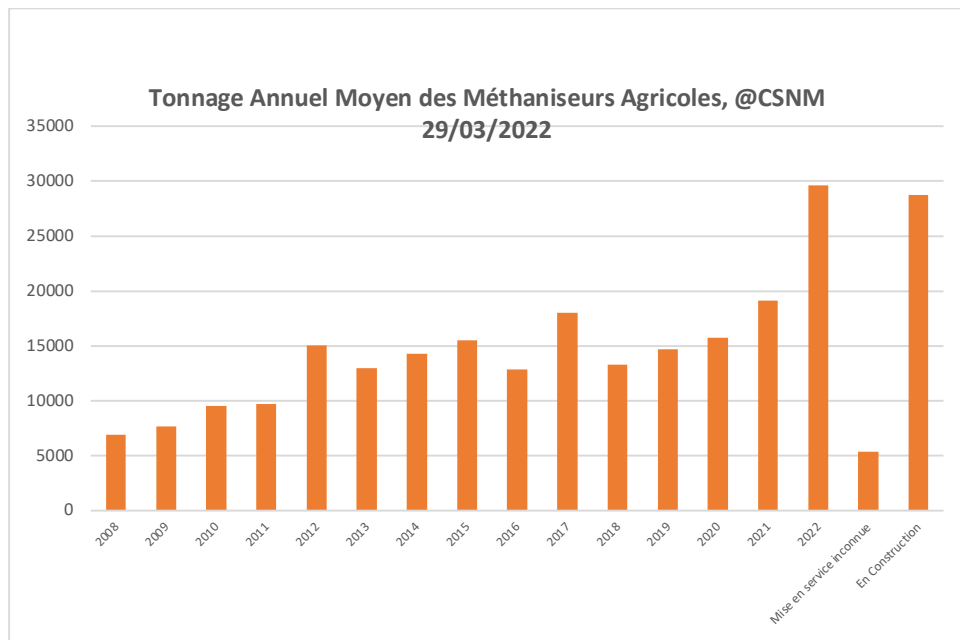


Figure 6

13- Dérives prévisibles et en cours

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'agrocarburant de la biomasse (Brémond *et al.* 2022, 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)
- utiliser les fibres contenues dans les digestats solides comme renforts de matériaux composites (Gebhardt *et al.* 2021)
- combiner le digestat avec du biochar obtenu par pyrolyse de maïs, de copeaux de bois ..., procédé extrêmement énergivore (Latini *et al.* 2021, Lee *et al.* 2021, Song *et al.* 2021, Wang N. *et al.* 2022)
- combiner des résidus de sucres et de digestats pour former des protéines monocellulaires (Bertasini *et al.* 2022)
- extraire le phosphore sous formes d'autres engrais (Bach *et al.* 2022)
- traiter à la chaux 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 (Bertasini *et al.* 2022, Chong *et al.* 2022, Kumar *et al.* 2022), nourrir des larves d'insectes (Fu *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 devient nécessaire de trouver des moyens pour traiter ces derniers en utilisant une source auxiliaire de carbone organique (Chuda *et al.* 2021), en baissant chimiquement la quantité d'azote (Baldi *et al.* 2018) 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- Validation par comparaisons avec les moins bonnes approches

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 exemples :

- 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 entraine 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).

- L'effet de l'épandage sur les vers de terre est comparé aux fertilisants minéraux et aux épandages de lisiers, mais pas à l'incorporation de compost (Moinard *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- Subventionnement

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 806 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.

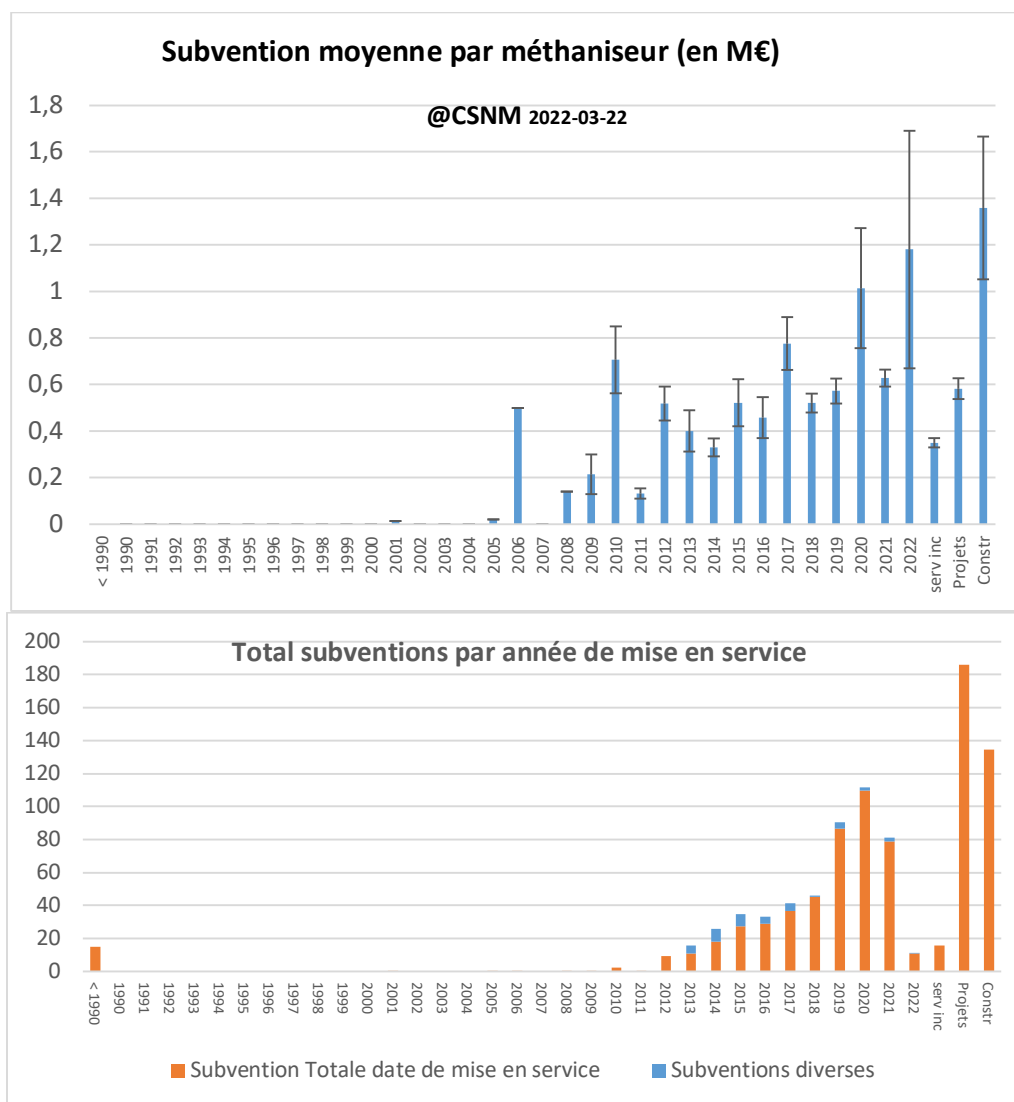


Figure 7

La construction et les projets de méthaniseurs de la Région ont obtenu 47 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 52 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.

Ce type d'affectations de subventions aurait le même effet sur les imports de gaz russe, avec moins d'effets négatifs sur la souveraineté alimentaire et la santé environnementale. Aller à l'opposé, développement des usines de méthanisation intensives et perfusions de subventions pour ce développement, aura les mêmes conséquences négatives que celles observées et quantifiées en Allemagne : accaparement des terres pour la production énergétique, baisse de la production alimentaire, augmentations du coût de la nourriture et des terres, dégradation des sols, augmentation de l'usage de pesticides (Lajdova *et al.* 2016).

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
- Ali A.M., Nesse A.S., Eich-Greatorex S., Sogn T.A., Aanrud S.G., Bunæs J.A.A., Lyche J.L., Kallenborn R. (2019). Organic contaminants of emerging concern in Norwegian digestates from biogas production. *Environmental Science: Processes & Impacts* **21** 1498-1508
- Bach I.-M., Essich L., Bauerle A., Müller T. (2022). Efficiency of Phosphorus Fertilizers Derived from Recycled Biogas Digestate as Applied to Maize and Ryegrass in Soils with Different pH. *Agriculture* **12** 325
- 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
- Baldi M., Collivignarelli M., Abbà A., Benigna I. (2018). The Valorization of Ammonia in Manure Digestate by Means of Alternative Stripping Reactors. *Sustainability* **10** 3073
- 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
- Bertasini D., Binati R.L., Bolzonella D., Battista F. (2022). Single Cell Proteins production from food processing effluents and digestate. *Chemosphere* **296** 134076
- Bian, B.; suo Wu, H. & jun Zhou, L. (2015). Contamination and risk assessment of heavy metals in soils irrigated with biogas slurry: a case study of Taihu basin. *Environmental Monitoring and Assessment* **187** 155
- 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
- Brémond U., Bertrandias A., Hamelin J., Milferstedt K., Bru-Adan V., Steyer J.-P., Bernet N., Carrere H. (2022). Screening and Application of Ligninolytic Microbial Consortia to Enhance Aerobic Degradation of Solid Digestate. *Microorganisms* **10** 277
- Burrow A. (2019). Reducing the risk of biogas leakage. *Filtration+Separation* **56** 24-26
- 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
- Cuéllar A.D., Webber M.E. (2008). Cow power: the energy and emissions benefits of converting manure to biogas. *Environmental Research Letters* **3** 034002
- Daniel-Gromke J., Liebetrau J., Denysenko V., Krebs C. (2015). Digestion of bio-waste - GHG emissions and mitigation potential. *Energy, Sustainability and Society* **5** 3
- 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
- Dziejczak K., Łapczyńska-Kordon B., Jurczyk M., Arzewska 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
- Fu S.-F., Wang D.-H., Xie Z., Zou H., Zheng Y. (2022). Producing insect protein from food waste digestate via black soldier fly larvae cultivation: A promising choice for digestate disposal. *Science of The Total Environment* 154654
- Fusi A., Bacenetti J., Fiala M., Azapagic A. (2016). Life cycle environmental impacts of electricity from Biogas Produced by anaerobic Digestion. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* **4** 26
- 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)
- Gómez J.I.S., Lohmann H., Krassowski J. (2016). Determination of volatile organic compounds from biowaste and co-fermentation biogas plants by single-sorbent adsorption. *Chemosphere* **153** 48-57
- Gougoulias 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
- Häfner F., Hartung J., Möller K. (2022). Digestate Composition Affecting N Fertiliser Value and C Mineralisation. *Waste and Biomass Valorization*
- 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
- Koblenz B., Tischer S., Rücknagel J., Christen O. (2015). Influence of biogas digestate on density, biomass and community composition of earthworms. *Industrial Crops and Products* **66** 206-209
- Kovalev A. A., Kovalev D. A., Nozhevnikova A. N., Zhuravleva E. A., Katraeva I. V., Grigoriev V.S., Litt 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., Spatari 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
- Lajdova Z., Lajda J., Bielik P. (2016). The impact of the biogas industry on agricultural sector in Germany. *Agricultural Economics (Zemědělská ekonomika), Czech Academy of Agricultural Sciences*, **62** 1-8
- 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
- Le Pera A., Sellaro M., Bencivenni E. (2022). Composting food waste or digestate? Characteristics, statistical and life cycle assessment study based on an Italian composting plant. *Journal of Cleaner Production* 131552
- 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
- Liebetrau J., Reinelt T., Clemens J., Hafermann C., Friehe J., Weiland P. (2013). Analysis of greenhouse gas emissions from 10 biogas plants within the agricultural sector. *Water Science and Technology* **67** 1370-1379
- Luo Longzao, Li Miao, Luo Shuang, Awasthi Mukesh Kumar, Lin Xiaoai, Liao Xing, Peng Changsheng, Yan Binghua (2022). Enhanced removal of humic acid from piggery 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
- Mbah J.T., Chmist-Sikorska J., Szoszkiewicz K., Czekala W. (2021). The effects of inflow of agricultural biogas digestate on bivalves' behavior. *Environmental Science and Pollution Research* **28** 67385-67393
- Mbareche, Veillette, Dubuis, Bakhiyi, Marchand, Zayed, Lavoie, Bilodeau, Duchaine (2018). Fungal bioaerosols in biomethanization facilities. *Journal of the Air & Waste Management Association* **68** 1198
- Merico E., Grasso F.M., Cesari D., Decesari S., Belosi F., Manarini F., Nuntii P.D., Rinaldi M., Gambaro A., Morabito E., Contini D. (2020). Characterisation of atmospheric pollution near an industrial site with a biogas production and combustion plant in southern Italy. *Science of The Total Environment* **717** 137220
- Meyer-Aurich A., Schattauer A., Hellebrand H.J., Klauss 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
- Moinard V., Redondi C., Etiévant V., Savoie A., Duchene D., Pelosi C., Houot S., Capowiez Y. (2021). Short- and long-term impacts of anaerobic digestate spreading on earthworms in cropped soils. *Applied Soil Ecology* **168** 104149
- Moreno V.C., Cozzani V. (2015). Major accident hazard in bioenergy production. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **35** 135-144
- Nkoa R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **34** 473-492
- O'Connor J., Mickan B.S., Siddique K.H.M., Rinklebe J., Kirkham M.B., Bolan N.S. (2022). Physical, chemical, and microbial contaminants in food waste management for soil application: A review. *Environmental Pollution* **300** 118860

- 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
- Pivato A., Vanin S., Raga R., Lavagnolo M.C., Barausse A., Rieple A., Laurent A., Cossu R. (2016). Use of digestate from a decentralized on-farm biogas plant as fertilizer in soils: An ecotoxicological study for future indicators in risk and life cycle assessment. *Waste Management* **49** 378-389
- Reinelt T., Liebetrau J., Nelles M. (2016). Analysis of operational methane emissions from pressure relief valves from biogas storages of biogas plants. *Bioresource Technology* **217** 257-264
- 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
- Ross C.-L., Wilken V., Krück S., Nielsen K., Sensel-Gunke K., Ellmer F. (2017). Assessing the impact of soil amendments made of processed biowaste digestate on soil macrofauna using two different earthworm species. *Archives of Agronomy and Soil Science* **63** 1939-1950
- Russell L., Whyte P., Zintl A., Gordon S.V., Markey B., de Waal T., Nolan S., O'Flaherty V., Abram F., Richards K., Fenton O., Bolton D. (2022). The Survival of Salmonella senftenberg, Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, Enterococcus faecalis and Clostridium sporogenes in Sandy and Clay Loam Textured Soils When Applied in Bovine Slurry or Unpasteurised Digestate and the Run-Off Rate for a Test Bacterium, Listeria innocua, When Applied to Grass in Slurry and Digestate. *Frontiers in Sustainable Food Systems* **6** 806920
- 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
- Slepeliene 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
- Studer I., Boeker C., Geist J. (2017). Physicochemical and microbiological indicators of surface water body contamination with different sources of digestate from biogas plants. *Ecological Indicators* **77** 314-322
- Tamburini E., Gaglio M., Castaldelli G., Fano E.A. (2020). Is Bioenergy Truly Sustainable When Land-Use-Change (LUC) Emissions Are Accounted for? The Case-Study of Biogas from Agricultural Biomass in Emilia-Romagna Region, Italy. *Sustainability* **12** 3260
- Tshikalange B., Ololade O., Jonas C., Bello Z.A. (2022). Effectiveness of cattle dung biogas digestate on spinach growth and nutrient uptake. *Heliyon* e09195
- 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
- Tigini V., Franchino M., Bona F., Varese G.C. (2016). Is digestate safe? A study on its ecotoxicity and environmental risk on a pig manure. *Science of The Total Environment* **551-552** 127-132
- 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
- Whelan M.J., Everitt T., Villa R. (2010). A mass transfer model of ammonia volatilisation from anaerobic digestate. *Waste Management* **30** 1808-1812
- 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
- Yu X.-Y., Zhu Y.-J., Jin L., Wang B.-T., Xu X., Zou X., Ruan H.-H., Jin F.-J. (2022). Contrasting responses of fungal and bacterial communities to biogas slurry addition in rhizospheric soil of poplar plantations. *Applied Soil Ecology* **175** 104427
- Zhang Y., Zhu Z., Zheng Y., Chen Y., Yin F., Zhang W., Dong H., Xin H. (2019). Characterization of Volatile Organic Compound (VOC) Emissions from Swine Manure Biogas Digestate Storage. *Atmosphere* **10** 411
- 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 raisonnable

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 Universités	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
Vinci Doriana	Chercheuse	LASER Européen à électrons libres et Rayons X, Hambourg	Chimie Minérale, Cristallographie