

<https://twitter.com/CSNM9>

<https://cnvmch.fr>

csnmraison@gmail.com



Observations du CSNM

Vis-à-vis du projet de changements de rubriques d'intrants de d'usine de méthanisation de la SAS Energie Verte du Bayard à Estaires (59)

12 Mai 2023

Nous assistons à un développement de la filière méthanisation sans précédent. Présentée par les lobbies de l'énergie comme une solution de la transition énergétique, environnementale, agricole et agronomique, elle est surtout impactante pour la santé environnementale, sans une once de résolution des problèmes invoqués. La filière ne vit que grâce à des subventions hors normes, qui n'aident en rien les agriculteurs dans le besoin. Les projets n'ont plus rien d'agricole, il ne contribueront en rien à la baisse d'émissions de GES, à la transition énergétique, au bien-vivre des agriculteurs, mais auront des conséquences négatives sur bien des aspects, agronomiques, sanitaires et sociétaux.

Dans ce cadre la SAS Energie Verte du Bayard désire modifier la nature des intrants incorporés dans son usine de méthanisation à Estaires (59). Cette modification ne fera qu'augmenter les risques d'accidents de cette usine.

Le CSNM tient à porter à votre connaissance les faits suivants, qui réfutent le caractère bénéfique et vertueux de la méthanisation non raisonnable telle qu'elle est promue partout en France. La lecture de ce qui suit vous permettra d'appréhender les raisons pour lesquelles, scientifiquement, les modalités actuelles du développement de la méthanisation, et par là même de ce projet, ne peuvent être acceptables, car non soutenables et non durables.

Notre document est composé d'une courte synthèse énumérant nos principales conclusions sous forme de points clefs, puis du développement permettant de comprendre pourquoi ces conclusions sont bel et bien fondées d'un point de vue scientifique. Les scientifiques du CSNM sont entièrement indépendants de la méthanisation et de tout financement lié à la méthanisation. Pour simplifier la lecture, nous avons séparé les références scientifiques des simples constats apportés par les journaux grands public, des mises en demeure Préfectorales découlant de ces faits.

----- Synthèse -----

- « **Neutralité carbone** » ne veut **pas forcément** dire « **neutralité climatique** » : la méthanisation émet entre 3 et 5 fois plus de GES que l'utilisation du Gaz Naturel en France

- Telle qu'elle se développe, la méthanisation en France consiste à **créer du néo-méthane** qui n'aurait pas existé sans ces usines : ce ne sont plus des déchets mais des cultures dédiées (intermédiaires et alimentaires) et ce méthane se comporte **comme du méthane fossile**
- La **très faible énergie** développée par la biomasse fait de la méthanisation l'énergie la moins efficace de tous les approvisionnements connus : son Taux de Retour Energétique est très faible, probablement inférieur à 1, il est donc injustifiable de développer cette filière
- La méthanisation **appauvrit les sols**, leur biodiversité et donc leur fertilité. Cet effet ne sera mesurable que sur des temps suffisamment longs, sans retour en arrière possible en moins de 50 ans, et dépendant de l'énergie délivrée
- La **souveraineté alimentaire** de la France, déjà questionnée aujourd'hui et impactée par de multiples effets, souffrira de la méthanisation. Puisque déjà plus d'une SAU de département français sert aujourd'hui à méthaniser des cultures dédiées (370 000 ha, chiffre FranceAgriMer)
- Alors que plus de 1800 méthaniseurs sont en service, représentant moins de 2% de la consommation de gaz naturel, cette dernière ne cesse d'augmenter. C'est une **fuite en avant** consommatrice sans but de modération
- La méthanisation représente des **risques physiques, sanitaires et financiers**, en premier lieu pour les agriculteurs eux-mêmes
- Les **pollutions airs-sols-eaux** dues à la méthanisation sont avérées et ne peuvent être évitées dans son mode de fonctionnement actuel. Plus de 400 accidents relevés, il y a eu au moins une pollution aquatique par mois en 2021 et 2022
- L'**écocidité** de la méthanisation est avérée : champignons et micro-organismes des sols, leur biodiversité, insectes, poissons, crustacés, mollusques, vers de terre, ... tous sont affectés
- L'**accidentologie en hausse** de la méthanisation, est passée de moins de 6 accidents par an pour 1000 méthaniseurs avant 2015, à plus de 38 (un facteur 6,9 !) depuis 2015. Ceci est dû à un **subventionnement hors normes** en regard de l'énergie délivrée, et des modifications réglementaires tendant à l'autocontrôle en mode « juge et partie »
- Les subventions représentent i) pour la **construction** des méthaniseurs, en moyenne plus de **900 000 € par emploi direct** créé (plus de 2 Mds d'€ minimum au total) et ii) au **rachat** du gaz, la somme non soutenable de **plusieurs dizaines de Mds d'€** chaque année si la filière atteint ses objectifs annoncés (soit seulement 200 TWh annuels, même pas la moitié de la consommation de gaz naturel !)
- Les **émissions** variées tout le long de la chaîne de production sont avérées et **sanitairement impactantes** : composés organiques volatiles (plus de 50 dont des molécules cancérigènes), métaux lourds, bactéries antibiorésistantes (plus de 30 espèces), résidus médicamenteux, micro-plastiques, pathogènes divers et dangereux ...
- **Les CIVEs ne sont pas des CIPANs**, puisque les nitrates reviennent dans les digestats et que le rôle des premières consiste à renvoyer en permanence du CO₂ vers l'atmosphère lorsque les secondes le séquestrent dans le sol.
- Les plus grosses structures méthanisantes sont les plus accidentogènes.
- Les **subventions** à la méthanisation ne profitent pas aux agriculteurs vertueux et de tailles modestes pratiquant une agriculture durable, mais aux multinationales de l'énergie et aux systèmes agricoles intensifs (cultures et élevages), délétères pour les sols et la souveraineté alimentaire à long terme. Leur attribution correspond à un système **injuste**.

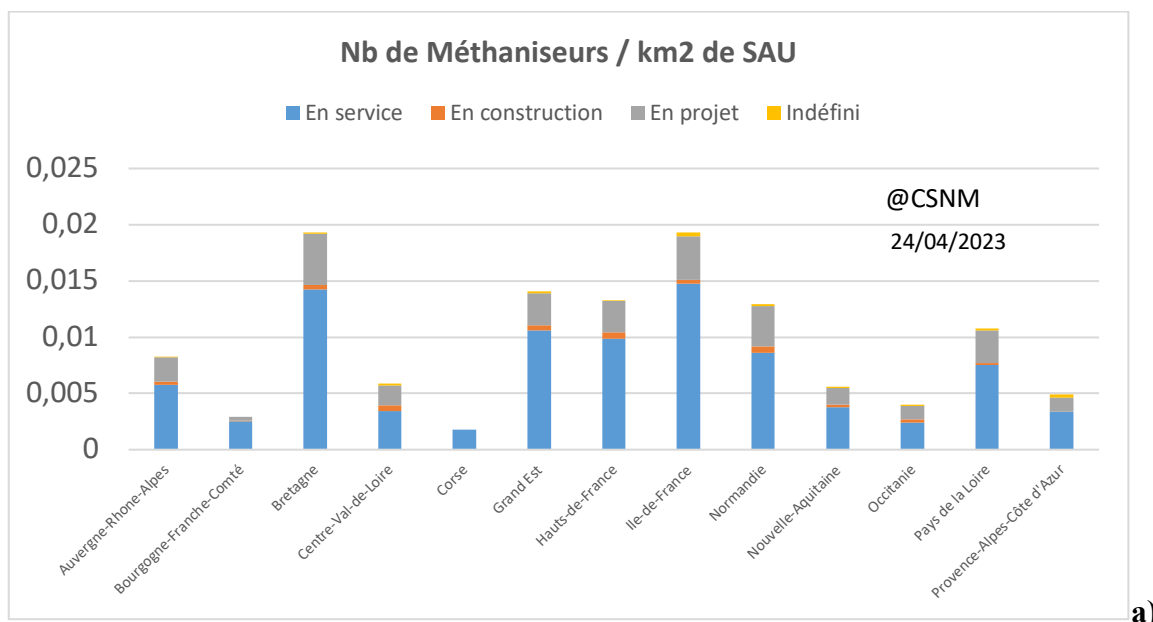
0- Densité galopante, risques inconsidérés

01- Densité de méthaniseurs insoutenable

Toutes les régions (sauf la Corse) affichent une densité de méthaniseurs déjà en fonctionnement élevée, de 0,0025 à 0,013 méthaniseurs/km² de SAU (Figure 1a). Vu les projets en instance, dans toutes ces 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 sont déjà présents et ne feront qu'augmenter au fur et à mesure du développement de la méthanisation, en nombre de méthaniseurs comme en dimensionnement (La France Agricole 2022-08-25, La Voix du Nord 2019-06-14, Le Courrier Picard 2022-08-13, L'Union 2022-05-20, Le Télégramme 2022-06-05, Le Télégramme 2022-08-09, Ouest-France 2022-08-09, Réussir 2022-09-02, , Voix du Jura 2022-05-27 ...).

En moyenne sur tous les départements métropolitains, la distance moyenne actuelle entre méthaniseurs en fonctionnement sur la surface agricole utile n'est déjà que de 13 km ! Cette distance sera réduite à 11 km si tous les projets actuels arrivent à terme ! Une telle distance est déjà bien inférieure à la distance maximale moyenne de chalandises (45 km) et d'épandages de digestats (26 km) (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.

Les effets dus à la concurrence à la surface ne sont pas nouveaux. Ils ont déjà été observés depuis plusieurs années dans les pays dont la densité de méthaniseurs dépassait 0,005 méthaniseurs/km², en Italie par exemple (Boscaro *et al.* 2015).



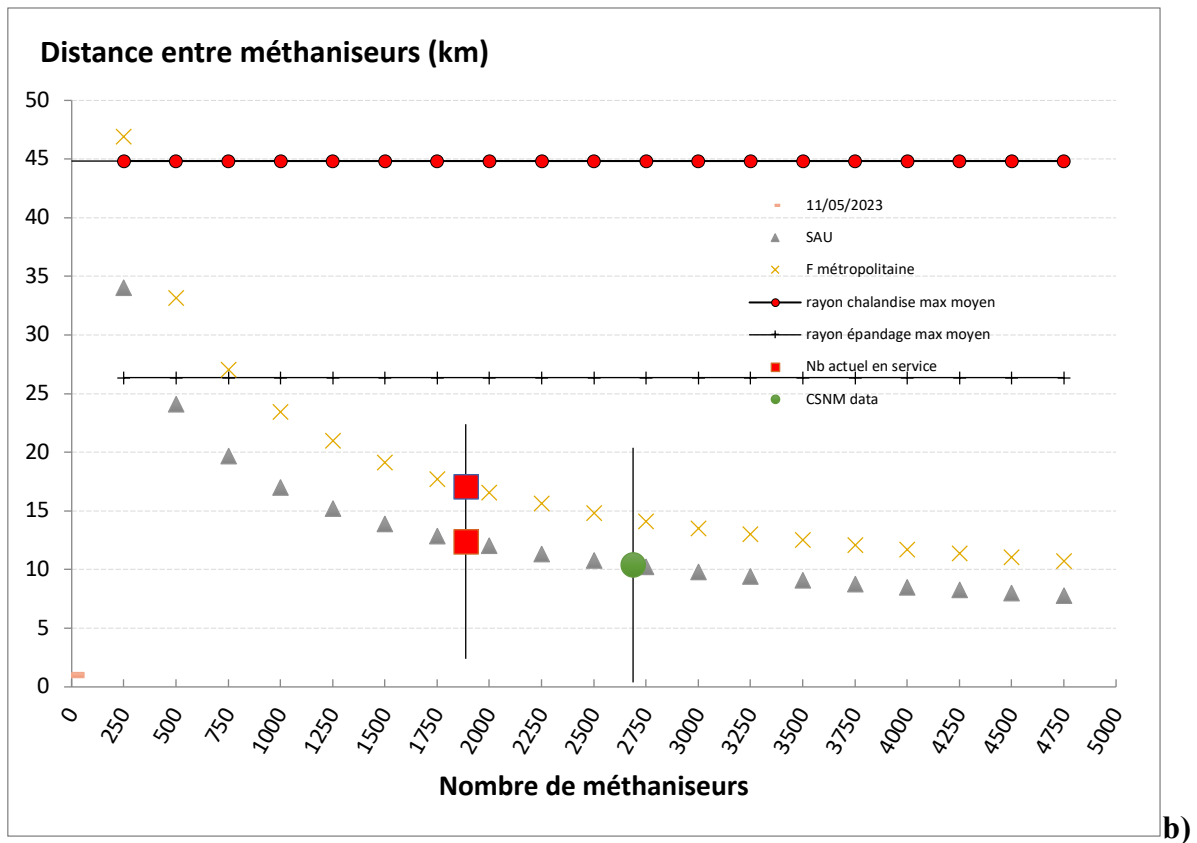


Figure 1

02- Risques associés inconsiderés

a) Risques physiques

Ces usines ATEX représentent un danger pour les exploitants ainsi que pour les riverains. Depuis 2015 et encore récemment, des études scientifiques (Soltanzadeh *et al.* 2022, Stolecka *et al.* 2021, Trávníček *et al.* 2015, Trávníček *et al.* 2017) montrent 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, Naja *et al.* 2011, 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 longs 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.

Exemples d'accidents de personnes dus à la méthanisation en France :

- Mortels : Courier Picard 2022-08-22, L'Ardennais 2021-07-23, L'Ardennais 2019-07-09, L'Union 2022-08-22, Ouest-France 2019-04-05,

- Intoxications, Blessures, Electrocutions : La Dépêche 2018-06-07, La Nouvelle République 2013-08-03, Le Courrier de l'Ouest 2019-01-22, Le Télégramme 2019-06-27, Le Télégramme 2015-04-10, Ouest-France 2022-11-21.

b) Risques financiers

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). En cas de problème de viabilité, que feront les grandes firmes de l'énergie pour venir en aide aux agriculteurs ?

Ces dernières années, les équipementiers « historiques » de la méthanisation sont rachetés progressivement par de grands industriels, multinationales de l'énergie (Total, Engie, Shell, BP, ENI). Ceci mettra les agriculteurs méthaniseurs et les projets territoriaux en difficulté au moindre problème. Cumulés aux fluctuations tarifaires diverses, les risques financiers sont déjà prégnants en France pour les agriculteurs méthaniseurs (voir §10).

c) Risques routiers

Les cadences imposées par les rotations d'approvisionnements en intrants de méthanisation et en épandages de digestats font prendre des risques de conduite aux agriculteurs, qui se traduisent par des accidents de la route (France Bleu Mayenne 2022-08-20, La Charente Libre 2021-05-06, La Montagne 2019-09-16, La République des Pyrénées 2022-09-09, Ouest-France 2022-08-20) entre autres conséquences.

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 puisque cette énergie est carbonée. En particulier, la culture de biomasse dédiée, intermédiaire ou pas, les résidus urbains végétaux, ne sont pas des déchets vrais. Le Grenelle de l'Environnement (mars 2009) a comme axe majeur la prévention de la création de faux déchets. Il faut prioriser l'alimentation humaine et animale, donc le retour au sol de la biomasse.

12- Circuits courts uniquement

L'utilisation des produits qui découlent de la méthanisation, énergie et digestat, doit :

a) être opérée en circuit le plus court possible (Lubanska *et al.* 2023, Lyng *et al.* 2015). 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 (Lyng *et al.* 2015). Par exemple, injecter du méthane dans le réseau gazier en méthanisant des boues de STEP n'a de sens que si toute la consommation électrique et de chaleur de la station a été totalement assurée par la méthanisation.

Les petits digesteurs domestiques correspondent à ce type d'usage, et peuvent avoir un intérêt de réduction de consommation d'énergie fossile (Xiaohua *et al.* 2007).

c) correspondre à une utilisation locale, dans le périmètre d'exploitation ou des exploitations, pour éviter d'exporter du digestat (Van Puffelen *et al.* 2022). En ce qui concerne la méthanisation des boues de STEP et de biodéchets ménagers, la cogénération doit être utilisée en premier lieu pour réduire la facture électrique du traitement des eaux (Pasciucco *et al.* 2023).

d) correspondre à une diminution de consommation des engrais provenant de l'industrie chimique (Lyng *et al.* 2015).

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. On parle d'ailleurs de remédiation du digestat (Eraky *et al.* 2022), par de multiples techniques (micro-flore indigène, phycoremédiation, évaporation sous vide, stripping des ions ammonium, bioélectricité, production de protéines, compostage aérobic, entomoremédiation, bioraffinement (production de bioéthanol, de biodiesel, de biochar et biohuile, hydrochar ...). Toutes ces filières iront dans le sens de ne plus retourner les digestats au sol.

Les ruissellements chargés en azote et phosphore sont encore mal étudiés (Horta *et al.* 2021), et les digestats nécessitent bien souvent une réduction du taux d'azote et de phosphore (Le Pham *et al.* 2022, Li D. *et al.* 2022, Li Y. *et al.* 2022, Van Puffelen *et al.* 2022). Les ions ammonium, principaux composants des digestats liquides qui représentent en moyenne 80% de la masse des intrants, se transforment en quelques jours en nitrates dans le système hydrique (Wang Z. *et al.* 2022).

La stabilisation des digestats est apparue nécessaire très tôt pour conserver un certain potentiel fertilisant-amendement. Cette stabilisation est réalisée par des techniques variées, compostage, stripping de l'ammonium, séchage thermique, gazeification, carbonisation hydrothermale, pyrolyse, filtration membranaire, précipitation de struvite, évaporation ... Il ressort que le compostage est le plus adapté ! (Kovacic *et al.* 2022, Rizzioli *et al.* 2023). Dès lors, un simple compostage offre sans doute bien plus de qualités et à coup sûr un gain énergétique !

Les trajets nécessaires pour exporter les digestats dépassent les frontières chez nos voisins européens (Van Puffelen *et al.* 2022), ce qui arrivera en France à coup sûr.

Les taux d'azote apportés par les digestats doivent rester très modérés. Par exemple, un taux d'à peine 0,1% N a un effet inhibiteur sur la croissance du bouleau (*Betula pendula*) et son taux de survie (Malabad *et al.* 2022).

Le taux de phosphore disponible pour les plantes est modifié par méthanisation. En présence d'intrants comportant du calcium, il y a jusqu'à 30% de transfert du phosphore labile disponible vers des phosphate de calcium, stable et indisponible comme nutriment (Wiater 2022).

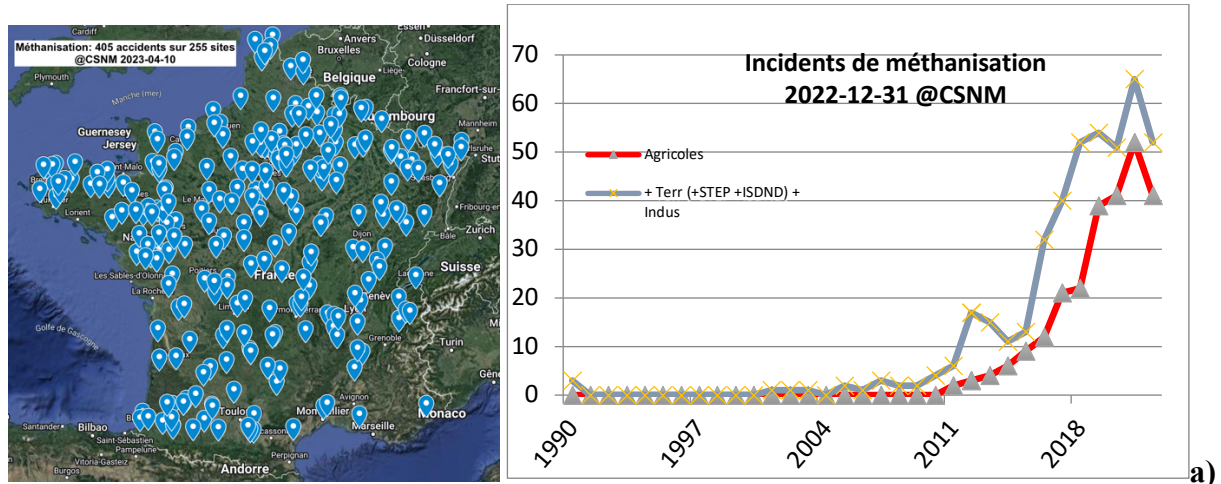
Les digestats de biodéchets de ménages doivent être considérés de façon particulière, vu l'aspect sanitaire inhérent aux intrants correspondants. Des post-traitements particuliers doivent être appliqués, par exemple un traitement acide (Skrzypczak *et al.* 2023), au détriment de la rentabilité globale.

14- Surveillance, contrôles, accidentologie

La surveillance à tous les niveaux du processus de méthanisation doit être réalisée en continu dès la mise en fonctionnement, puisque la bonne efficacité de l'usine conditionne drastiquement sa balance environnementale (Lyng *et al.* 2015). Cette surveillance doit s'opérer en toute indépendance, comme pour toute usine correctement gérée.

L'accidentologie croissante due à la méthanisation (Figure 2a), scientifiquement documentée (Moreno *et al.* 2015, Moreno *et al.* 2016), 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 et les usines les plus accidentogènes sont les usines gérées par les grands groupes (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.



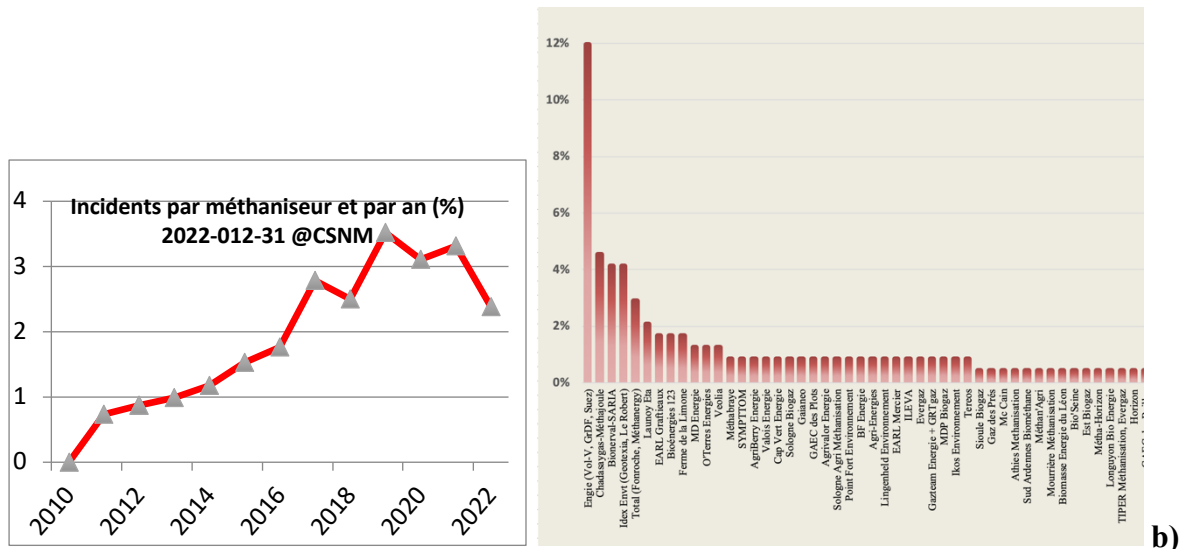


Figure 2 : a) Cartographie (gauche) et nombre d'accidents en France depuis 1990 (droite) et b) nombre d'accidents pondéré par le nombre de méthaniseurs en service chaque année (gauche) et pourcentage d'accidents générés par les acteurs (droite). Nous sommes passés de 5,5 accidents par an pour 1000 méthaniseurs, à 38,6 depuis 2015, soit une accidentologie multipliée par plus de 6,9 !

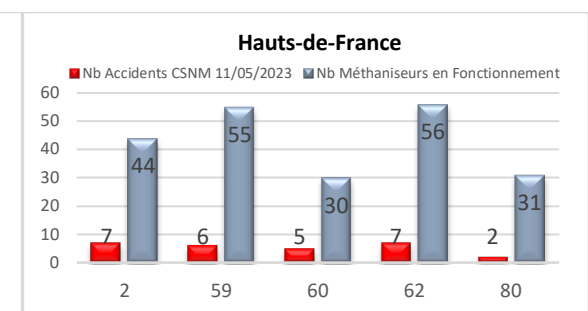
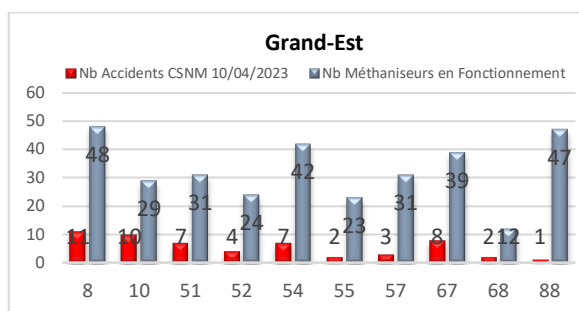
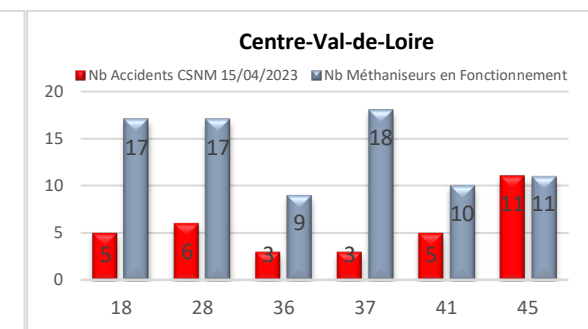
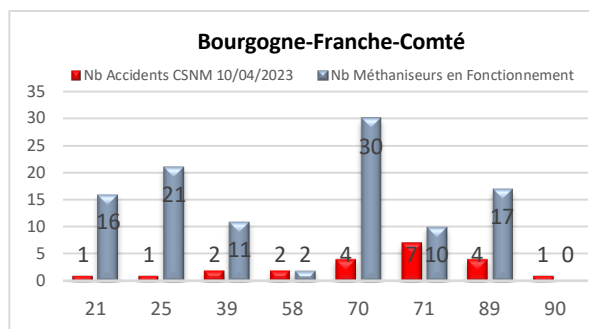
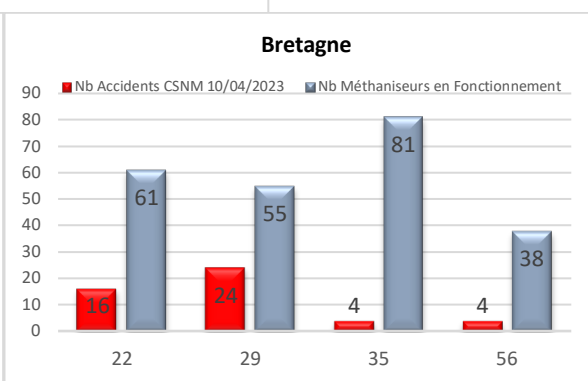
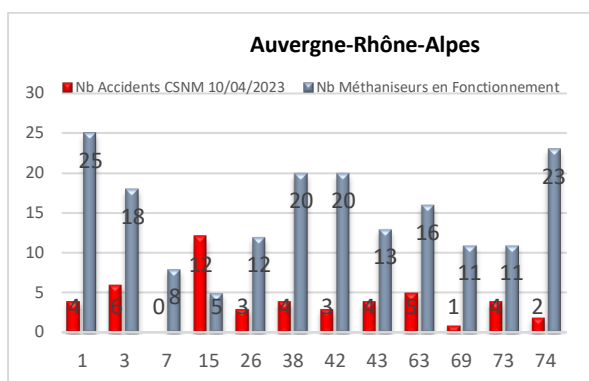
Est-il besoin de rappeler les principales nuisances occasionnées autour des sites de méthanisation en France (Figure 3a) ?

Les incendies restent la cause principale d'accidents sur les méthaniseurs, à cause du fonctionnement courant et des zones de stockages d'intrants (L'Aisne Nouvelle 2022-12-22 par exemple).

Toutes les Régions sont accidentogènes en ce qui concerne la méthanisation (Figure 3b).

Distribution par Types

24/0



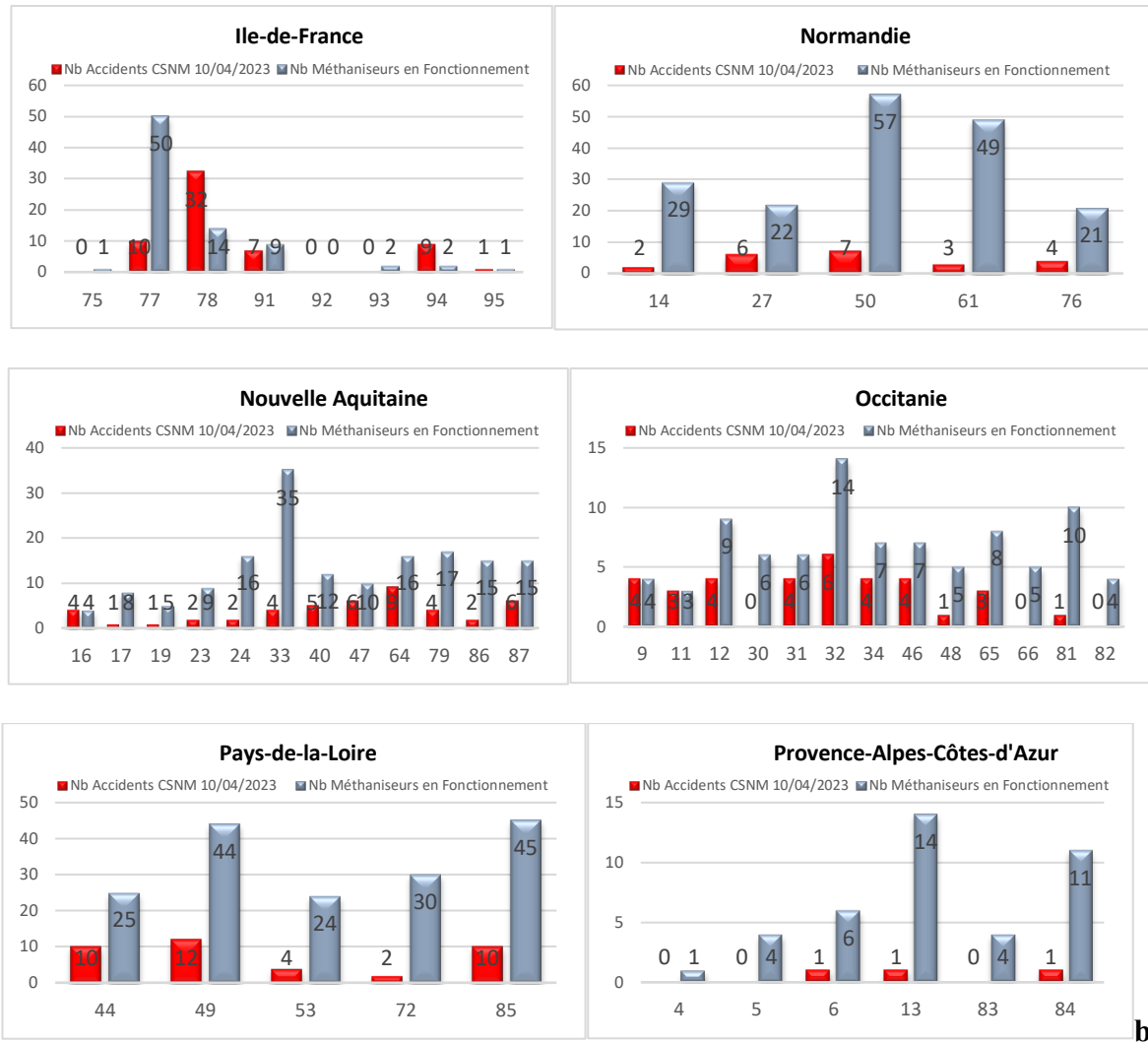


Figure 3

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 (Awiszus *et al.* 2018, Bell *et al.* 2016), avec ses effets sur l'environnement et la végétation (Krupa 2003), mais de nombreuses autres émissions peuvent s'avérer toxiques (Werkneh 2022).

L'Etat et les industriels se rendront responsables des effets sanitaires créés sur la population, le premier s'il accepte les constructions de méthaniseurs et les derniers s'ils les construisent et les font fonctionner.

15- Cessations d'activités et Démantèlement

Comme toute activité industrielle, la prise en compte du démantèlement des usines après usage doit être assumée par la structure industrielle. Sur 17 cessations d'activités décelées (Figure 4), on remarque que i) le pourcentage d'injecteurs est bien supérieur à leur représentativité numérique et ii) les structures agricoles sont les plus nombreuses à arrêter leurs

activités. Ces deux voies de méthanisation (injection et agricole) ne sont donc pas les plus pérennes.

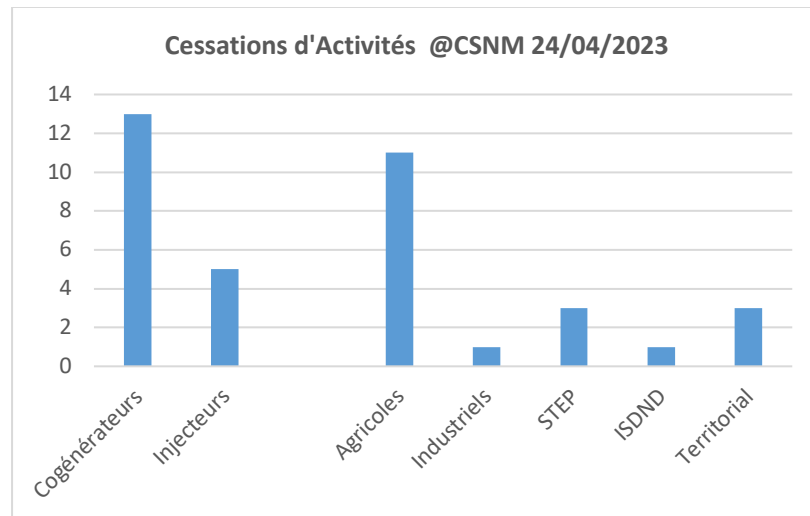


Figure 4

Notons également que dans les pays ayant développé des méthaniseurs domestiques (donc de très petits volumes), l'abandon de leur utilisation est également fréquente (Hewitt *et al.* 2022, Lwiza *et al.* 2017, Paramonova *et al.* 2023, Xie M. *et al.* 2022).

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, Barcauskaitė 2019, Golovko *et al.* 2022, Kuo *et al.* 2017, Molino *et al.* 2022, O'Connor *et al.* 2022, Rivera-Montenegro *et al.* 2022, Tawfik *et al.* 2022, Werkneh 2022, Zhang *et al.* 2019) : pesticides, PCBs, PAHs, PFAS. Parmi ces derniers, on retrouve à des concentrations bien supérieures à des traces, également selon les intrants, carcinogènes, perturbateurs endocriniens, immuno-suppresseurs, perturbateurs de reproduction, neurotoxiques, mutagènes, tératogènes, perturbateurs thyroïdiens, dérégulateurs insulinaires : Anthracène, Benzène, Benzènes aromatiques, Bromopropylate, Chlorpyrifos, DDT, Dioxines, Endosulfan, Ethion, Fluoranthène, Furanes, Phenanthrène, Propène, Pyrène, Siloxanes, Méthyl-solixanes, Tetradifon, Terpènes, Toluène, Vinclozoline, ...

Des concentrations dans des sols suisse épandus de digestats montrent des teneurs en PCB et PAH supérieures à celles obtenues par épandages de composts (Brändli *et al.* 2007), et

aucun abattement significatif comparé aux composts pour les phtalates, dioxines, furanes, pesticides, fongicides, herbicides ... (Brändli *et al* 2007a).

Des COVs sont également émis par les moteurs des cogénérateurs, et peuvent dépasser les seuils admissibles (Kuo *et al.* 2017).

b) Phytosanitaires

Des désherbants (diuron par exemple), pesticides et fongicides sont régulièrement observés (Golovko *et al.* 2022, Li C. *et al.* 2022, Tawfik *et al.* 2022).

c) Métaux lourds

La concentration en métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) des digestats remet en question la soutenabilité du procédé (Asp *et al.* 2022, Bonetta *et al.* 2014, Cucina *et al.* 2021, Golovko *et al.* 2022, Le Pera *et al.* 2022, Li Y. *et al.* 2018, Li C. *et al.* 2022, Nkoa 2014, O'Connor *et al.* 2022, Pivato *et al.* 2016, Sailer *et al.* 2022, Tawfik *et al.* 2022, Tshikalange *et al.* 2022, Wolak *et al.* 2023, Zheng *et al.* 2022), les sols épandus pouvant dépasser largement les seuils admissibles (Bian *et al.* 2015, Li Y. *et al.* 2018, Zheng *et al.* 2022) à force d'accumulations successives. La teneur des digestats en la plupart des métaux lourds dépasse les seuils, et certains digestats pourtant agricoles présentent également du chrome hexavalent et de l'arsenic pentavalent hors norme ! (Pivato *et al.* 2016, Zheng *et al.* 2022).

En conséquences, la teneur en métaux lourds dans les végétaux alimentaires peut dépasser les seuils admissibles, notamment en Cd et Pb pour le maïs grains (Przygocka-Cyna *et al.* 2020) et Cd, Sb et Sr pour certains champignons de culture comme *Pleurotus djamor* (Jasinska *et al.* 2022).

d) Persistence de pathogènes dangereux

Les digestats non pasteurisés ne montrent pas un abattement plus prononcé de pathogènes sévères (Coliformes, Helminthes, novovirus, *Salmonella (enterica et senftenberg)*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium (botulinum, difficile, perfringens)*, *Cryptosporidium parvum*, *Mycobacterium sp.*) plus que l'utilisation d'effluents simples, montrent des effets phytotoxiques, et présentent donc un risque environnemental et de santé (Bonetta *et al.* 2014, Garbini *et al.* 2022). Les digestats doivent donc être post-traités pour ne pas représenter un risque important pour la santé et dans les sols (Cucina *et al.* 2021, Le Maréchal *et al.* 2019, Owamah *et al.* 2014, Russell *et al.* 2022, Tawfik *et al.* 2022).

Les digestats pasteurisés présentent un risque principalement à cause des espèces pathogènes suivantes, qu'il convient de surveiller aux épandages (Nag *et al.* 2020, Nag *et al.* 2021) : *Cryptosporidium parvum*, *Salmonella spp.*, *norovirus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium spp.*, *Salmonella typhi* (et *S. paratyphi*), *Clostridium spp.*, *Listeria monocytogenes* et *Campylobacter coli*.

Plus de 30 espèces de bactéries résistances aux antibiotiques ont été détectées dans les digestats après aérobiose (conditions d'épandages). Les boues de STEP traitées par méthanisation montrent des populations accrues de gènes de bactéries antibiorésistantes comparé à des boues non méthanisées, et ce même avec un traitement hydrothermal à des températures de l'ordre de 140°C (Haffiez *et al.* 2022). Il y a donc un risque élevé de propagation

de nombreuses espèces de bactéries antibio-résistantes, notamment de *Bacillus cereus* et de *Clostridium sp.* (Garbini *et al.* 2022, Golovko *et al.* 2022, Nesse *et al.* 2022, Sun *et al.* 2020).

Dans les digestats de boues de STEP, les bactéries des ordres Clostridiales et Bacteriodales et du phylum synergistes ont tendance à proliférer (Tsapekos *et al.* 2022).

e) Nano-, Micro- et Macro-plastiques

Les digestats les plus sujets à contenir des plastiques (Polyéthylène, Polypropylène, Polyuréthane, Polyéthylène Téréphtalate, Polychlorure de Vinyl, Polystyrène ...) sont ceux provenant d'intrants déchets ménagers, en raison d'un tri amont souvent insuffisant. L'utilisation de ce type d'intrants doit donc absolument être assortie d'un second tri contrôlé avant incorporation dans les réacteurs de méthanisation.

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 que peu décomposés par méthanisation. Il résulte du procédé, également, des nano- et des micro-plastiques invisibles à l'œil nu (Keller *et al.* 2020, O'Connor *et al.* 2022, Weithmann *et al.* 2018), les traitements tels que la séparation de phase n'agissant que sur la répartition des plastiques entre les différents digestats, seul un tri à la source étant efficace pour en diminuer la présence (Yang *et al.* 2022). En conditions thermophiles, certaines bactéries comme *Brevundimonas* et *Sphingobacterium* dégradent certains macro-plastiques (le PLA et le PBAT par exemple). Il résulte des micro- ou nano-plastiques dont les effets sur les sols sont encore plus risqués (Peng Wang *et al.* 2022). Il est relevé en Suisse que 70 t/an de plastiques sont déversés dans les sols par méthanisation (Bowman *et al.* 2022).

Remarquons que la digestion anaérobie s'opère à une température moins élevée que le compostage, et sans effets d'irradiation UV, ce qui participe d'une moins bonne dégradation des plastiques en méthanisation qu'en compostage (Weithmann *et al.* 2018).

f) Traces médicamenteuses

On retrouve des molécules résiduelles médicamenteuses dans les digestats, antibiotiques, stéroïdes, corticoïdes : amoxiciline, ciprofloxacine, fludioxonil, ibuprofène, ipronidazole, nicotine, pénicilline G, prednisolone, pyridoxine, phenazone, tetracycline, théobromine, triclocarban, triclosan ... (Cui *et al.* 2022, Golovko *et al.* 2022, Li Y. *et al.* 2018, Li C. *et al.* 2022, Nesse *et al.* 2022, Tawfik *et al.* 2022). Ces présences médicamenteuses ont tendance à développer une faune bactérienne résistante aux antibiotiques, notamment à l'amoxiciline et à la pénicilline G (Nesse *et al.* 2022). Les stéroïdes et steroïdes ne sont pas décomposés par la méthanisation (Weckerle *et al.* 2022).

e) Risques élevés de propagations

Le risque est élevé de contamination des sols en métaux lourds et en gènes résistants aux antimicrobiens et aux antibiotiques, par épandage de digestats. En effet, la forte concentration des digestats en éléments génétiques mobiles fait craindre une dissémination de gènes résistants aux antibiotiques (Wolak *et al.* 2023).

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, Meyer-Aurich *et al.* 2016).

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. **« Neutralité carbone » ne veut pas dire « 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 et montrent des gains en GES très éloignés de tout effet significatif (Breunig *et al.* 2019, Le Pera *et al.* 2022, Ravina *et al.* 2015). De plus, aujourd'hui les méthaniseurs créent intentionnellement du méthane, les déchets vrais ne suffisant pas. Ceci les fait entrer en compétition avec d'autres énergies moins émettrices de GES et par conséquent augmente les émissions par rapport à un scénario sans méthanisation (Grubert 2020). Cet effet est bien entendu accentué dès lors que des fuites apparaissent, même faibles (et elles ne le sont pas !), et nous ne pouvons que conclure que la méthanisation augmente les GES considérablement (Grubert 2020).

N'oublions pas que **brûler une source de bioénergie, c'est empêcher le stockage du carbone**, directement ou indirectement, localement ou de manière délocalisée comme le montre une étude récente (Searchinger *et al.* 2022).

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. L'intensité des émissions de gaz aux épandages de digestats ne sont diminuées que par un facteur 2 en utilisant des systèmes à enfouissement direct à disques, et elles décroissent moins rapidement dans le temps (Vuolo *et al.* 2023), comparé à un épandage par pulvérisation directe.

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. Alors que GRDF et ADEME annoncent des émissions (sans calcul détaillé) de 23 à 48 g-eqCO₂/kWh, le CSNM calcule 400 à 700, selon les prises en compte, voire bien plus en incluant les fuites (Jouany 2023). D'autres organismes donnent par exemple 490 (Delaware State News 2022-11-25).

Pour une évaluation sérieuse des émissions il faut prendre en compte :

a) les fuites de méthane 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 (Grubert *et al.* 2019) ! Des estimations de cycles de vie et de rentabilité financière prennent 15 à 25 ans de durée de vie seulement (Nurgaliev *et al.* 2022, Purohit *et al.* 2007, Valenti *et al.* 2016).

Les fuites de méthane sur sites (agricoles, STEP et ISDND, mais aussi microméthaniseurs et méthaniseurs domestiques), à toutes les étapes (stockages d'intrants, digesteurs, épurateurs, stockages de digestats ...), représentent des émissions GES considérables et reconnues (Bakkaloglu *et al.* 2021, Bakkaloglu *et al.* 2022, Baldé *et al.* 2016, Baldé *et al.* 2022, Börjesson *et al.* 2006, Bowman *et al.* 2022, Bühler *et al.* 2022, Burrow 2019, Daniel-Gromke *et al.* 2015, Delre *et al.* 2017, Feng *et al.* 2018, Flesch *et al.* 2011, Fredenslund *et al.* 2017, Fredenslund *et al.* 2018, Fusi *et al.* 2016, Groth *et al.* 2015, Holmgren *et al.* 2015, Hrad *et al.* 2015, Hrad *et al.* 2021, Hrad *et al.* 2022, Jélilnek *et al.* 2021, Jensen *et al.* 2017, Khalil *et al.* 1990, Khoiyangbam *et al.* 2003, Khoiyangbam *et al.* 2004, Kvist *et al.* 2019, Liebetrau *et al.* 2010, Liebetrau *et al.* 2013, Merico *et al.* 2020, Mønster *et al.* 2015, Mønster *et al.* 2019, Reinelt *et al.* 2016, Reinelt *et al.* 2017, Reinelt *et al.* 2020, Reinelt *et al.* 2022, Samuelsson *et al.* 2018, Schaum *et al.* 2016, Scheutz *et al.* 2019, Tauber *et al.* 2019, Vergote *et al.* 2020, Yoshida *et al.* 2014, Zeng *et al.* 2020).

Le stockage des digestats représente la source la plus importante d'émissions de CH₄, jusqu'à plus de 21% du total produit (Bakkaloglu *et al.* 2022, Börjesson *et al.* 2006, Bowman *et al.* 2022, Daniel-Gromke *et al.* 2015, Liebetrau *et al.* 2013), les stockages à ciel ouvert émettant évidemment plus que les zones couvertes, mais ces dernières restant des émetteurs importants.

La phase de production de biogaz est la seconde plus émettrice, jusqu'à 9,9% (Bakkaloglu *et al.* 2022). Les émissions proviennent des digesteurs, des hygiénisateurs, les valves de pression pouvant représenter 2% (Zeng *et al.* 2022).

Comme troisième source importante d'émissions, la phase d'épuration du biogaz en biométhane peut représenter à elle seule des fuites allant jusqu'à 5,5% du total du CH₄ produit (Bakkaloglu *et al.* 2022, Kvist *et al.* 2019), à cause des valves de sécurité, des systèmes de ventilation et aération, pompes, membranes, produits d'addition et réactifs ...

La phase de stockage d'intrants lisiers-fumiers peut représenter de 1 à 48% de pertes de méthane ! (Feng *et al.* 2018). Cependant les plus fortes pertes de CH₄ sont observées sur des méthaniseurs domestiques, non représentatifs de la moyenne des méthaniseurs français. Une valeur maximale de 3,1% du total produit découle d'analyses plus appropriée (Bakkaloglu *et al.* 2022). Signalons que les zones de stockages sont le siège de fermentations anaérobies allant jusqu'à l'auto-inflammation et le déclenchement d'incendies (L'Aisne Nouvelle 2022-12-22 par exemple).

Les fuites en lignes de distribution, les cultures, les manipulations de digestats et d'intrants, les phases de post-compostage, d'épandages, d'assèchement, de centrifugations, de cogénération sont quasi-absentes des bilans GES (Bakkaloglu *et al.* 2022, Ravina *et al.* 2015).

85% des méthaniseurs fuient (Burrow 2019), avec une moyenne de $4,8 \pm 0,6\%$ du total produit (établie sur 78 sites mesurés, Figure 5). Ce qui pour la France représente aujourd'hui une émission équivalente de plus de 8 Mt de CO₂ chaque année. Il est donc absolument nécessaire de contrôler périodiquement les émissions de CH₄ et de prendre des mesures correctives efficaces (Bakkaloglu *et al.* 2022, Hijazi *et al.* 2016).

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

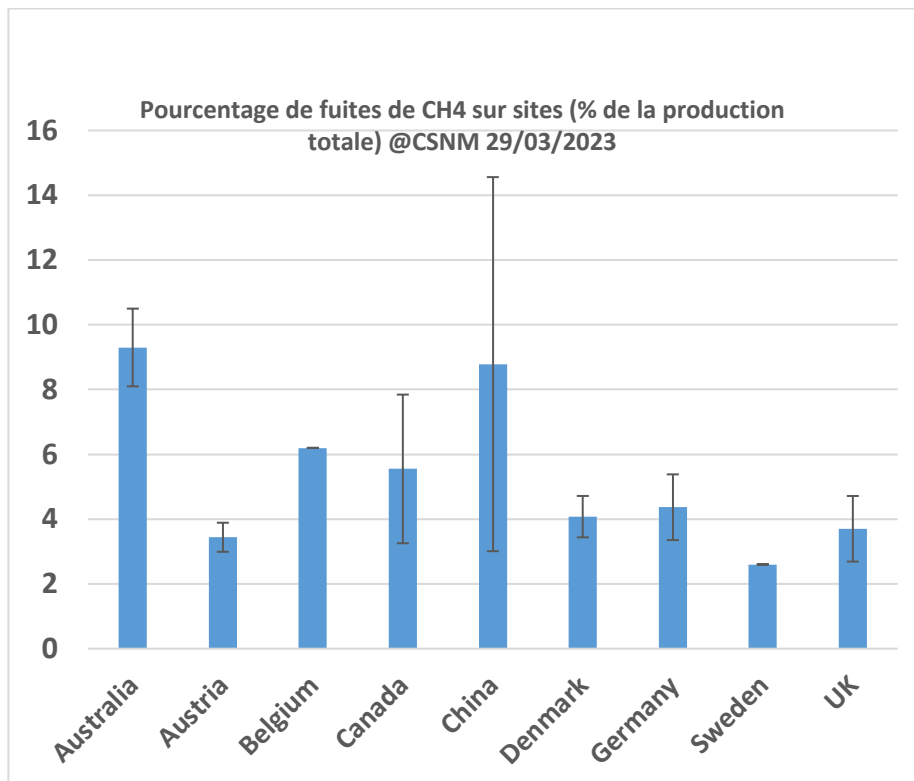


Figure 5

b) les émissions aux épandages. Ces émissions sont souvent oubliées (Cuéllar *et al.* 2018, Fantin *et al.* 2015), 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). Lorsque des émissions plus faibles de CH₄ aux épandages sont associées à l'utilisation de digestat, l'effet est simplement dû au faible taux de carbone dans ce dernier (Vu *et al.* 2015, Weldon *et al.* 2022).

Les épandages sur disques rotatifs doivent être absolument proscrits (Czubaszek *et al.* 2018).

La séparation de phase du digestat, pour être favorable d'un point de vue émissions GES comparée à un épandage brut, doit être opérée en utilisant une énergie renouvelable (O'Shea *et al.* 2022).

c) Les émissions dues à la purification du biogaz en biométhane. La purification du biogaz nécessite de retirer CO₂, H₂S et divers autres composés comme les siloxanes. Retirer CO₂ du biogaz veut dire émettre CO₂ dans l'atmosphère ! Mais la purification nécessite aussi l'émission de CO₂ de façon directe ou indirecte, puisqu'il est nécessaire de consommer d'autres produits et d'utiliser des procédés ad-hoc : pile à combustibles à oxydes solides (SOFC, Molino *et al.* 2022), absorption chimique sur amines (MEA ou MDEA, Bas *et al.* 2022) ... qui évidemment abaissent aussi l'efficacité globale du procédé en termes de réductions de GES et de coût (Orner *et al.* 2022).

d) 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). Pour la seule implantation de l'usine, nous estimons à 23,3 m²/kW installé la surface nécessaire pour une puissance nominale installée de 1 kW électrique, en accord avec celui estimé sur le territoire italien (Ferrari *et al.* 2021). 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).

e) 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). Ces cultures sont en grande partie responsables des GES de la filière et de son mauvais rendement climatique (Fantin *et al.* 2015).

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 !

Ainsi, sans tenir compte de la durée de vie du méthaniseur (en prenant un PRG du méthane sur 100 ans au lieu de la durée de vie réelle), sans tenir compte de la combustion du biogaz et/ou biométhane, et sans tenir compte des facteurs négligés cités ci-dessus, la balance GES de la méthanisation est déjà supérieure à celle du gaz naturel (Bakkaloglu *et al.* 2022) et, toujours dans ces mêmes conditions, le gain par rapport à l'utilisation de véhicules fuel est extrêmement faible, de l'ordre de 0,18 g eq-CO₂/kWh (Sanchez-Martin *et al.* 2022).

f) les phases de compostage de digestat lorsque ce dernier est composté après digestion anaérobie. En effet, il est démontré que le compostage de digestats de biodéchets émet plus de CH₄ et de N₂O que le compostage des mêmes biodéchets bruts (Dietrich *et al.* 2021, Orner *et al.* 2022).

32- Gaz à Effet Sanitaires

Concernant les émissions de gaz à effets sanitaires (NH₃ créant particules fines, COV, cancérigènes, CO, NO_x, SO₂ ...) :

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 (Daniel-Gromke *et al.* 2015, Börjesson *et al.* 2006, Fantin *et al.*, Hijazi *et al.* 2016, Li Y. *et al.* 2018, Maldaner *et al.* 2018, Paolini *et al.* 2018, Perazzolo *et al.* 2016, Reinelt *et al.* 2017, Whelan *et al.* 2010).

Les lagunes de digestat non couvertes émettent du méthane (GES) de 1 à 9 g CH₄/m³/jour, et de l'ammoniac (NH₃), précurseur de particules fines, à raison de plus de 5 g/m²/semaine. Selon les conditions de température, les pertes de NH₃ peuvent s'étendre de 10 à 45% de l'azote total des digestats en à peine un mois (Perazzolo *et al.* 2016). Cette clause de couverture n'a pas été incluse lors de la révision des décrets AMPG 2781, alors que le CSNM et le CNVMch le demandaient.

L'épandage de digestat, même avec un système de pendillard, émet jusqu'à 12% de NH₃ (Finzi *et al.* 2019).

La filtration des digestats est également source d'émissions de NH₃, 0,3% en moyenne (Ricco *et al.* 2021).

Pas moins de 49 COV différents sont détectés dans les émanations de digestats (Figure 6) (Zhang *et al.* 2019). Les émissions sur sites montrent la présence de COV dangereux tels que terpènes, cétones, toluène, siloxanes ... (Gomez *et al.* 2016, Molino *et al.* 2022, O'Connor *et al.* 2022).

Des COVs et du CO sont également détectés au-dessus des seuils admissibles à la combustion en cogénération (Kuo *et al.* 2017).

Certaines voies de pastillage-séchage de digestat à des fins de réduction de volume pour transport, entraînent jusqu'à 95% de volatilisation de NH₃ ! (Szymanska *et al.* 2022).

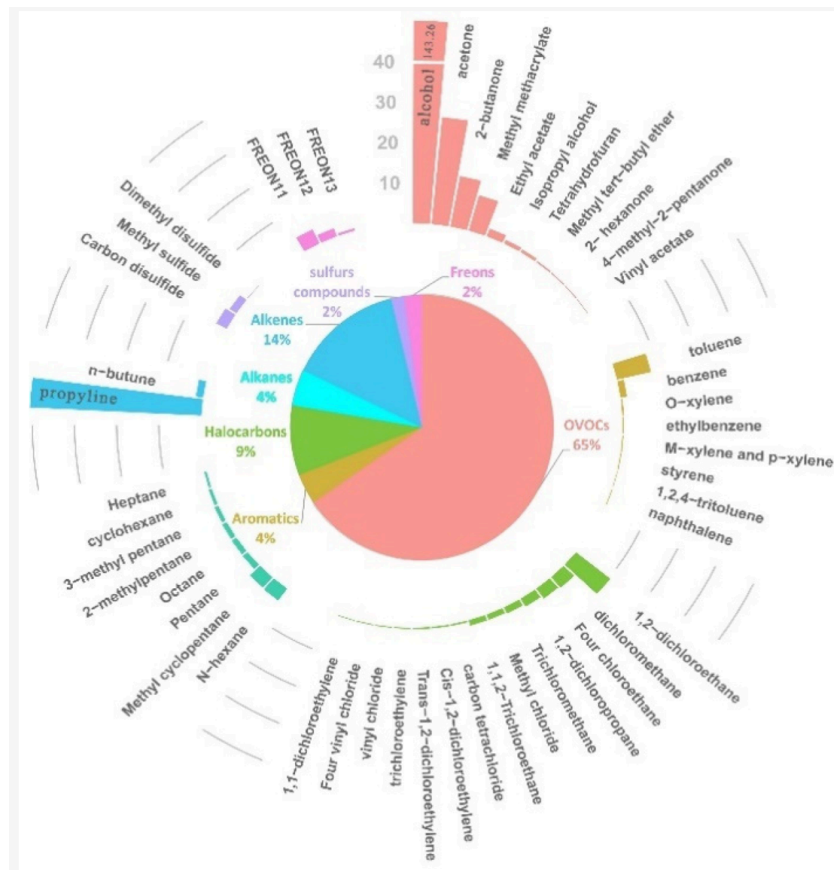


Figure 6 (Zhang *et al.* 2019)

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 sols épandus de 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, Slepetiene *et al.* 2022a). 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). La proportion de chaînes carbonées stables restant dans le sol à long terme est inférieure après méthanisation ou digestion naturelle (environ 14% de baisse) comparée au retour simple de la biomasse au sol (Thomsen *et al.* 2013). Il est par conséquent nécessaire de post-traiter les digestats pour leur conférer un caractère d'amendement suffisant (Li Y. *et al.* 2022, Manu *et al.* 2022, Zhang *et al.* 2022).

L'apport de digestat tend à diminuer le rapport C/N du sol épandu comparé au sol sans épandage (Brtnicky *et al.* 2022). Il est démontré que le digestat d'effluents bovins ne peut pas être considéré comme un amendement (Vitti *et al.* 2021, Vu *et al.* 2015). 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, Thomsen *et al.* 2013). L'utilisation de digestat solide pour des croissances en pots de basilic sont plus que mitigés (Asp *et al.* 2022).

La respiration biologique des sols épandus (un paramètre mesurant l'activité des microorganismes du sol) est inférieure à celle des sols non épandus (Brtnicky et al. 2022). Cette diminution peut être associée à une baisse de la diversité microbienne du digestat, environ deux fois plus faible que celle du digestat composté (Mang 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 à court terme utilisent souvent comme référence celle des engrais « traditionnels » et ne montrent pas de différence remarquable (Asp et al. 2022, Chatzistathis et al. 2022, Piccoli et al. 2023, Ran et al. 2022, Saju et al. 2022, Tshikalange et al. 2022, Vu et al. 2015, 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, Saju et al. 2022). L'utilisation répétée de digestat sur la culture de maïs montre une décroissance de rendement en maïs grain sur trois ans (Przygocka-Cyna et al. 2020). L'application d'urée et de DCD entraîne plus d'activité photosynthétique et de prise de biomasse que l'utilisation de digestat sur l'olivier commun (*Olea europaea*) (Chatzistathis et al. 2022). Le digestat de fumier équin composté ou non avec de la paille de blé diminue le rendement en champignons (*Agaricus bisporus* et autres espèces *Agaricus*) (Savoie et al. 2011). Le compostage de digestat liquide et de pailles de céréales a un effet négatif sur la croissance du noisetier et mitigé sur l'olivier (Calisti et al. 2023). Un taux d'à peine 0,1% N a un effet inhibiteur sur la croissance du bouleau (*Betula pendula*) et son taux de survie (Malabad et al. 2022). Comparé à un substrat traditionnel, l'addition de 15% de digestat solide n'a aucun effet significatif sur la croissance des pleurotes (*Pleurotus ostreatus*) alors même que la teneur en N, P et K du digestat est très supérieure ! (Zuffi et al. 2023).

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, des ruissellements dus aux zones de stockages d'intrants, et des épandages (Figure 7). 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. La plupart du temps ces pollutions sont accompagnées de mortalités importantes de poissons et autres espèces, s'étendant sur des kilomètres.

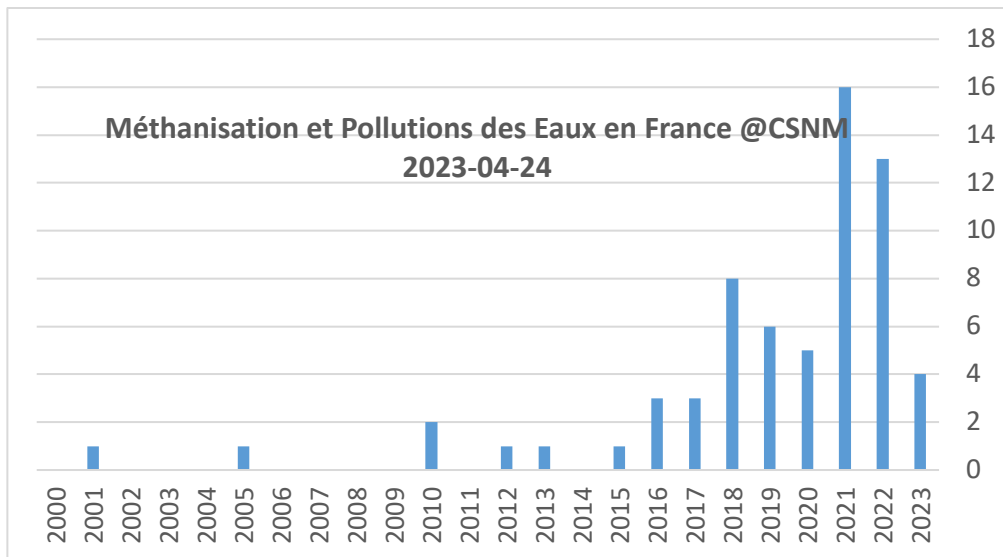


Figure 7

Quelques références de pollutions aquatiques en France (AP 2022-DCL-BENV-547, L'Ardennais 2022-08-23, L'Eveil 2021-04-27, La Gazette du 50, du 35 et du 53 2022-07-25; La Nouvelle République 2021-12-28, L'Est Républicain 2022-01-02, L'Est Républicain 2022-06-02, Le Courrier Indépendant 2023-03-14, Le Journal du Pays Yonnais 2021-07-30, Le Progrès 2022-06-08, Le Républicain Lorrain 2022-03-26, Le Télégramme 2021-07-18, Le Télégramme 2021-12-27, Le Télégramme 2023-02-15, Le Télégramme 2023-02-16, Ouest-France 2020-08-26, Ouest-France 2021-12-20, Ouest-France 2023-02-22, Sentinelles de la Nature 2023-01-11, Sud-Ouest 2021-03-17, Voix du Jura 2022-05-27).

7- Concurrences à la surface

Quelle que soit la Région métropolitaine, la concurrence à la surface est un fait (Actu Environnement 2022-09-12, Cultivar 2022-09-09, L'Usine Nouvelle 2023-01-15, La France Agricole 2022-09-09, Réussir 2022-09-02).

Quel que soit le projet de méthanisation, il n'y a aucune garantie formalisée de non-accaparement des terres au détriment des cultures vivrières et de l'élevage, de non-intensification de méthanisation (donc de cultures dédiées), ni de non-incorporation d'intrants moins contrôlés dans le futur. L'accaparement se fait au détriment des agriculteurs et éleveurs et au profit des multinationales du gaz (Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24, Ouest-France 2023-03-09, Reporterre 2022-09-14 Républicain Lorrain 2021-08-31).

Accaparement de la biomasse :

- Le fourrage, les pulpes de betteraves, la paille, les écarts de triages de céréales commencent à manquer aux éleveurs, bergers et haras, surtout en période de sécheresse (Courrier Picard 2023-02-01, France 3 2020-07-16, Grands Troupeaux 2020-11-14, L'Est Républicain 2020-11-26, La Dépêche 2021-03-10, La France Agricole 2022-08-25, Le Républicain Lorrain 2023-01-24, Le Télégramme 2022-08-09, Mediapart 2022-09-15, Ouest-France 2021-05-05, Ouest-France 2022-08-09, Réussir 2022-09-02, Web-Agri 2023-03-15)
- Les méthaniseurs limitrophes cherchent des « déchets » en France (Grands Troupeaux 2020-11-14, L'Ardennais 2020-10-07, La Montagne 2022-02-21, La Voix du Nord 2019-06-14)
- Certains méthaniseurs vont chercher de la paille à des centaines de km (Sud-Ouest 2022-02-02)

- Les quantités projetées d'intrants ne sont pas réalisables, entraînant des problèmes de rentabilité financière (Le Dauphiné Libéré 2022-07-28)

Concurrence financière :

La rentabilité subventionnée d'un méthaniseur étant meilleure et mieux garantie que celle d'un élevage ou d'une culture sur le court terme, les compétitions financières sont là (Courrier Picard 2023-02-01, Grands Troupeaux 2020-11-14, La Montagne 2022-02-21, Mediapart 2022-09-15) :

- avec une hausse sur le foncier pour les primo-accédant à l'agriculture, qui entrent en compétition directe avec la méthanisation (Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24, Ouest-France 2021-11-30, Ouest-France 2022-08-09, Réussir 2022-09-02).
- entraînant une hausse des prix (fourrage, paille, pulpes de betteraves, déchets de l'agroalimentaire, co-produits (drèches, fanes)...) (France 3 2020-07-16, L'Usine Nouvelle 2022-10-24, Le Républicain Lorrain 2023-01-24, Ouest-France 2021-05-05, Ouest-France 2021-11-30, Ouest-France 2022-08-09, Réussir 2020-10-18).
- promouvant une meilleure rentabilité du gaz que de la viande ou que du lait (Réussir 2022-09-02)

Accapement de la SAU :

- La construction des méthaniseurs en service aujourd'hui a nécessité l'artificialisation de 5400 ha de terres.
- Nous estimons à 23,3 m²/kW installé la surface nécessaire pour une puissance nominale de 1 kW électrique. Ce chiffre est en accord avec celui estimé sur le territoire italien (Ferrari *et al.* 2021).
- Les cultures dédiées à la méthanisation occupent déjà 370 000 ha, soit la SAU de plus d'un département moyen métropolitain, pour seulement 6-7 TWh de biogaz ! (Réussir 2022-09-29).
- Pour 80 TWh de méthane (équivalent de la quantité de gaz naturel importé de Russie), il faudrait monopoliser la surface totale d'environ 8 départements métropolitains (sans routes, villes, fleuves ...).

Concurrence hydrique :

- L'accentuation de la diminution des précipitations est aujourd'hui quasiment programmée pour les années et décennies à venir. Face à ce défi majeur, utiliser l'eau à d'autres fins que l'alimentation humaine et animale ne peut être acceptable. Surtout pour des cultures qui intensifieront le tassement des sols et réduiront ainsi les rétentions hydriques. On remarquera que les méthaniseurs par voie humide ayant le plus besoin d'apport en eau sont ceux n'utilisant que des apports de végétaux (CIVE par exemple). La concurrence hydrique entre cultures vivrières et énergétiques est de plus en plus prégnante (L'Oise Agricole 2022-05-19, Le Courrier Picard 2022-08-13, Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24).

Concurrence halieutique et cynégétique :

- L'effet des pollutions aquatiques, des extensions des surfaces cultivées (donc labourées, fauchées, traitées et épandues) engendrent une baisse de biodiversité et des ressources halieutiques et cynégétiques (L'Union 2022-05-20, Voix du Jura 2022-05-27).

Concurrence aux épandages :

- La conséquence directe d'une distance maximale moyenne d'épandage recouvrant la distance entre méthaniseurs voisins (Figure 1) est la difficulté croissante à trouver des terres

pour épandre les digestats. Cette concurrence s'opère entre agriculteurs-méthaniseurs, mais aussi entre agriculteurs-méthaniseurs et structures territoriales comme les STEP (Le Télégramme 2022-06-05).

Concurrence avec les cultures et l'élevage :

L'effet négatif de l'implantation des CIVE se fait déjà sentir (Réussir 2021-04-05), avec une estimation de 1 265 000 t de CIVE alimentant aujourd'hui les méthaniseurs en service (plus de 3 500 000 t prévues si tous les méthaniseurs programmés entrent en service). Les responsables de méthaniseurs poussent aux apports de cultures énergétiques tellement les effluents sont peu méthanogènes, et commencent à déstabiliser les élevages alentours (Ouest-France 2023-03-09).

Concurrences entre agriculteurs :

Les stress auxquels sont déjà soumis les agriculteurs sont renforcés par le développement de la méthanisation, ressentis en particulier chez les agriculteurs pratiquant une agriculture bio (Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24).

Pourtant il existe des méthodes d'optimisation de développement d'une filière afin d'en minimiser les conséquences négatives en fonction du contexte local (Juanpera *et al.* 2022, Shapovalov *et al.* 2022). Ces méthodes ne sont jamais utilisées dans le cas de la méthanisation.

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 70%, avec une moyenne de 41% (Figure 8), et ne dépend pas de la région (La semaine de l'Allier 2019-10-17, L'Eclaireur de Châteaubriand 2020-10-06, Le Maine Libre 2021-10-14, Le Télégramme 2022-11-23). L'installation d'un méthaniseur est reconnu comme un facteur d'impossibilité de revente de bien immobilier (100% de dévaluation) (France Bleu Berry 2016-01-14, Le Dauphiné Libéré 2023-03-09).

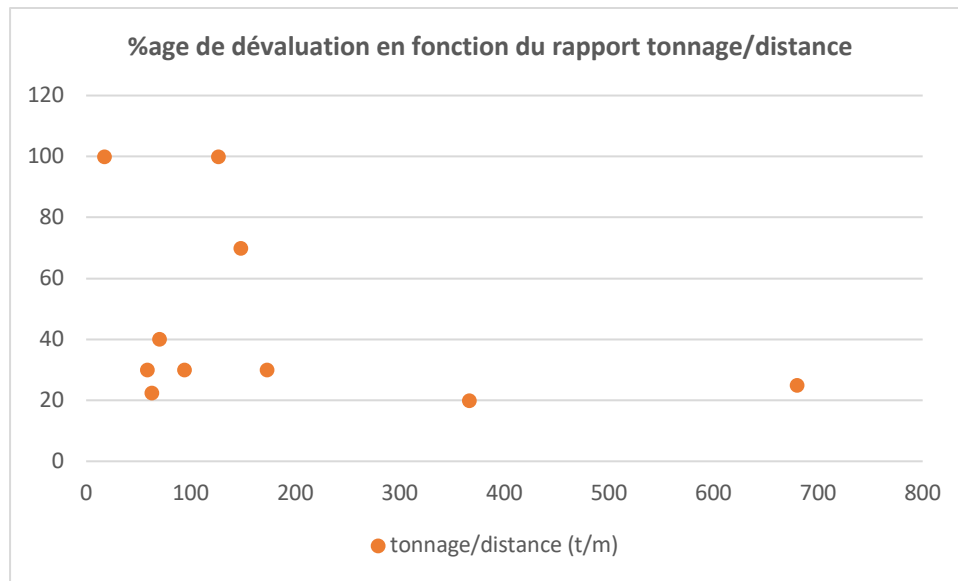


Figure 8

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 ?

Des métaux lourds (Cr(VI), Pb et Hg par exemple) et des composés organiques volatiles cancérigènes (trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, benzène, dichlorobenzène ...) peuvent être présents dans le biogaz (Naja *et al.* 2011). Même si l'épuration fournit en principe un abattement de ces éléments et molécules, le contrôle du biométhane injecté devrait être publié en continu avec la caractérisation des gaz et éléments chimiques présents hors CH₄. Le CSNM a demandé à plusieurs reprises des résultats de dosages du gaz injecté sur le réseau (dosages aisés par spectrométrie de masse ou chromatographie en phase vapeur), et n'a jamais obtenu de réponse.

10- Cycle de vie, Taux de Retour Energétique, Viabilité économique

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.

Certains auteurs mentionnent un TRE de 3,5 pour l'utilisation de la biomasse, avec une viabilité économique autour de 10 (Weissbach *et al.* 2018). En particulier, l'étape d'épuration du biogaz (phase nécessaire pour l'injection en réseau gazier) a un coût financier et énergétique important et ne peut que participer à réduire le retour énergétique global (Haldar *et al.* 2023).

Ainsi, la viabilité économique des méthaniseurs est très fragile, car toute fluctuation de tarifs ou de subventions d'achat ou de revente annule potentiellement tout bénéfice. Ceci crée une contrainte financière supplémentaire sur les exploitations agricoles (France Bleu Mayenne 2023-01-16, L'Union 2022-11-21, La France Agricole 2023-02-14, La Nouvelle République 2022-11-11, La Nouvelle République 2022-10-31, La Tribune Bordeaux 2023-05-11, Le Télégramme 2023-01-17, Ouest-France 2023-03-01, Web-Agri 2022-10-31, Web-Agri 2023-01-07, Web-Agri 2023-01-30) ainsi que sur les communes et intercommunalités qui doivent éponger les déficits (Le Messenger 2022-10-05, Ouest-

France 2022-12-17). La fluctuation d'approvisionnement en intrants (due aux concurrences à la surface) pose également le même type de problèmes (Le Nouvel Economiste 2022-11-24), tout comme le prix des matériaux à la hausse ou les subventions à la baisse (Ouest-France 2023-04-30, Ouest-France 2023-04-30). Ainsi, les petites structures sont les premières touchées par les faillites comme Naoden par exemple (Ouest-France 2023-01-05).

Ce TRE faible implique une utilisation de l'énergie libérée localement, pour économiser l'énergie utilisée par ailleurs sur toute la chaîne de production.

Par exemple, injecter du biométhane produit sur STEP sur le réseau national n'a pas de sens énergétique, vu les quantités d'énergie nécessaires sur toute la station d'épuration.

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 et microbiennes de la biosphère des sols et des habitats.

- *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).

La présence de micro- et nano-plastiques dans certains digestats représente un risque létal supplémentaire pour les populations de vers de terre, tels que *Lumbricus terrestris* (Lwanga *et al.* 2016).

- *Champignons macroscopiques et champignons microscopiques du sol*

L'effet nocif des digestats d'effluents bovins sur les micromycètes, organismes essentiels à leur équilibre, est mesuré (Vitti *et al.* 2021). 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).

L'usage de digestats d'effluents équins pour la culture des espèces macromycètes *Agaricus* est également reportée comme néfaste à leur croissance (Savoie *et al.* 2011).

- *Biodiversité microbienne*

La biodiversité microbienne du digestat est plus faible que celle du même digestat composté (Mang *et al.* 2022). A cela s'ajoute la trop grande stabilité du digestat épandu, qui abaisse l'activité de la communauté microbienne (Brtnicky *et al.* 2022, Thomsen *et al.* 2013) réduisant d'autant la fertilité du sol à court terme. La biodiversité de la rhizosphère de tomates en pots est également affectée par épandage de digestat de déchets de nourriture, avec ou sans biochar (Mickan *et al.* 2022).

A l'inverse, la présence d'antibiotiques dans le digestat diminue la diversité microbienne du sol épandu au profit des espèces résistantes dont *Clostridium sp.* (Garbini *et al.* 2022, Nesse *et al.* 2022).

- Insectes

La destruction d'habitats sur les lieux de construction des méthaniseurs met en danger des espèces protégées (Rue 89 2022-06-23).

A l'inverse, la prolifération d'insectes à cause de zones d'intrants non couvertes est assez fréquente, et peut causer des gênes chez l'habitant (Ouest-France 2019-03-04).

- Mammifères

L'infiltration de coliformes provenant de matières stercoraires dans les nappes phréatiques à des profondeurs jusqu'à 45m selon les sous-sols, représente un danger mortel pour nombre d'espèces mammifères, et en particulier les jeunes bovins. 23 veaux morts en 48 h (L'Eclaireur 2018-05-02).

- Mollusques

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).

- Oiseaux

Le fauchage des cultures pour alimenter certains méthaniseurs est suspecté de manière très fortes par la fédération de chasse et l'Observatoire Français de la Biodiversité de détruire les nicheurs de prairies tels que la perdrix grise (Le Courrier Picard 2022-05-19, L'Union 2022-05-20).

A l'inverse, les zones de stockages d'intrants non recouvertes participent à la prolifération d'espèces invasives telles que le pigeon commun qui engendrent aussi des perturbations conséquentes et potentiellement sanitaires pour les riverains (Chassons 2022-08-30, France 3 Normandie 2022-08-27).

- Poissons et crustacées

La mortalité poissonnière suite à écoulements, épandages, déversements, accidents ... de digestats dans des cours d'eaux, est un fait récurrent malheureusement fréquent (Figure 5). Il n'est pas rare d'observer cette mortalité sur des kilomètres, avec des centaines de kg de poissons morts, impactant très fortement les ressources halieutiques (AP 2022-DCL-BENV-590, L'Ardenais 2022-08-23, La Gazette du 50, du 35 et du 53 2022-07-25 ; Le Journal du Pays Yonnais 2021-07-30, Le Télégramme 2021-07-18, Ouest-France 2020-08-26, Sud-Ouest 2021-03-17, Voix du Jura 2022-05-27).

- Végétaux

Si de petites quantités d'éléments chimiques et composés sont indispensables à la bonne physiologie végétale, leur toxicité est flagrante à des taux trop élevés. Par exemple, NH₃, un des gaz émis par méthanisation, peut donner lieu à des altérations de croissance foliaire, des déficits de floraison et de fruits ... (Krupa 2003).

12- Méthanisation « agricole » ?

L'Appellation de structure agricole pour la méthanisation développée dans les projets est trompeuse. D'une part nous constatons que la moyenne du tonnage d'intrants augmente au cours des années (Figure 9), signature d'une méthanisation déjà fortement industrialisée même si elle est dénommée « agricole ». D'autre part, les méthaniseurs projetés aujourd'hui

comportent un tonnage annuel bien supérieur à la moyenne des méthaniseurs agricoles jusqu'en 2022.

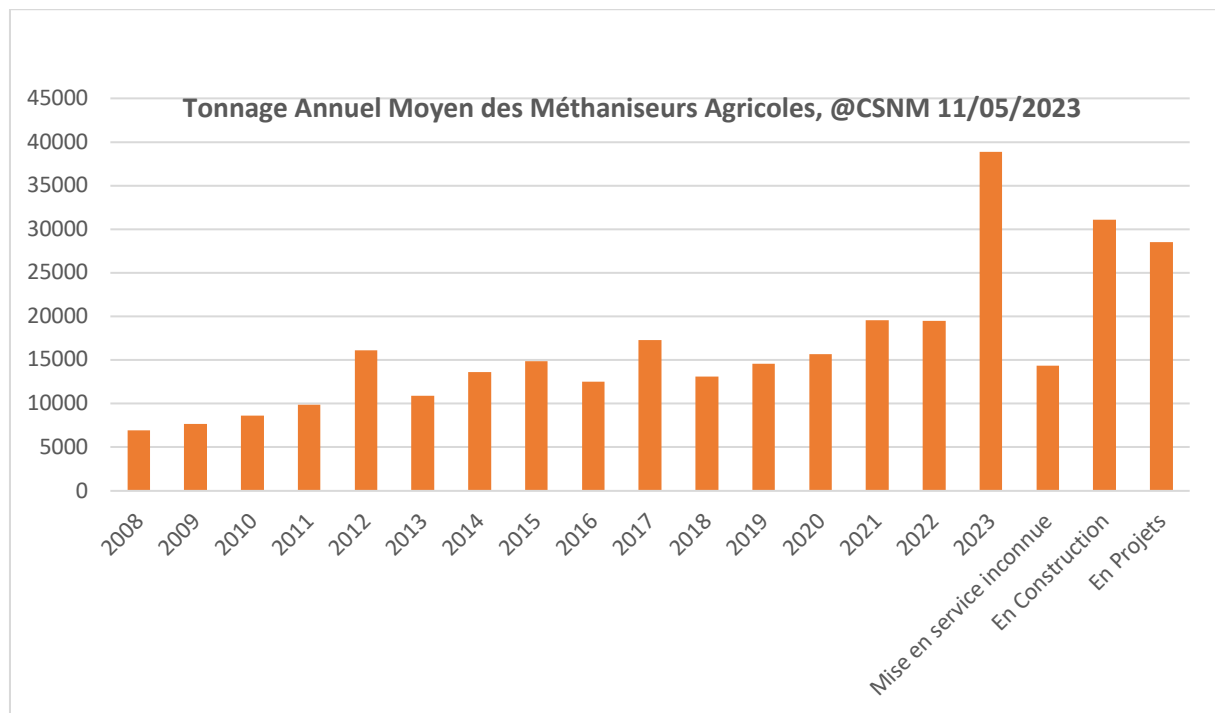


Figure 9

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 (Wang W. *et al.* 2023).

Dans cette voie, au sein même de la filière méthanisation, certaines équipes de recherche travaillent déjà à prétraiter les intrants et retraiter les digestats (liquides et solides) par différentes techniques physiques, chimiques et biologiques, et en utilisant des additifs (pyrolyse, traitement hydrothermal, carbonisation hydrothermale, hydroponie, biochar, traitement à l'oxygène, distillation, précipitation de struvite, précipitation de phosphate de calcium, stripping, séparation membranaire ...). Mais il existe aussi des voies différentes, annoncées comme compléments à la méthanisation pour produire du méthane, comme la pyrogazeification, la gazeification hydrothermale et la méthanation.

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.

a) Dérives en filière Méthanisation

Des méthodes pour extraire toujours plus de méthane et/ou d'agrocarburant de la biomasse (Brémond *et al.* 2022, Carmona-Cabello *et al.* 2022, Dutta *et al.* 2021, Eraky *et al.* 2022, Ezieke *et al.* 2022, Ghavami *et al.* 2022, Gougoulas *et al.* 2021, Guan *et al.* 2021, He, Lin *et al.* 2022, Liu *et al.* 2023, He, Zhu *et al.* 2022, Kovalev *et al.* 2021, Luo *et al.* 2022, Ma *et al.* 2022, Mendoza-Tinoco *et al.* 2023, Peng Zhang *et al.* 2022, Reza *et al.* 2016, Sailer *et al.* 2022, Shao *et al.* 2022, Tawfik *et al.* 2022, Thapa *et al.* 2021, Vargas-Estrada

et al. 2023, Wang J. *et al.* 2022, Wang S. *et al.* 2022, Wang X. *et al.* 2022, Wei *et al.* 2021, Xie *et al.* 2022, Zerback *et al.* 2022) et des boues de stations d'épuration (Dutta *et al.* 2022).

Un prétraitement des tiges de maïs par vapeur explosive ! (Shevidi *et al.* 2023).

Le traitement à la chaux des cultures stockées en attente de méthanisation est aussi développé pour augmenter la production de biogaz (Van Vlierberghe *et al.* 2022) !

Le traitement des intrants pour décomposer le plus possible de lignine, avec comme conséquence moins de digestats solides (Karrabi *et al.* 2023).

L'application d'un champ électrique est aussi envisagé, même si son effet semble incompris (Mendoza-Tinoco *et al.* 2023).

Voire même des méthodes pour utiliser le biogaz comme précurseur d'autres chimies (Wang D.-H. *et al.* 2022).

Et d'autres qui feront que les digestats solides et liquides ne retourneront pas aux sols comme amendement et fertilisant (Czekala *et al.* 2022, Eraky *et al.* 2022, Rizzioli *et al.* 2023) :

- utilisation des fibres contenues dans les digestats solides comme renforts de matériaux composites (Gebhardt *et al.* 2021, Gebhardt *et al.* 2022)

- combinaison du digestat avec du biochar obtenu par pyrolyse de maïs, de résidus de bois, de diverses espèces végétales (*Eucalyptus marginata*, *Lycium chinensis* ...), procédé extrêmement énergivore (Catenacci *et al.* 2022, Latini *et al.* 2021, Lee *et al.* 2021, Li Y. *et al.* 2022, Mickan *et al.* 2022, Peng Zhang *et al.* 2022, Song *et al.* 2021, Wang N. *et al.* 2022, Wang N. *et al.* 2022a, Weldon *et al.* 2022)

- combinaison des résidus de sucres et de digestats pour former des protéines monocellulaires (Bertasini *et al.* 2022)

- combinaison du digestat liquide avec du CO₂ pour décomposer les tiges de maïs (Ma *et al.* 2022)

- extraction d'éléments chimiques et molécules : Nutriments (N, P, Mn, Fe), toxiques potentiels (Cd, Cr, Pb, As, Cu, Ni, Co, Zn), à haute valeur ajoutée (Ge, terres rares), ions ammonium, autres nutriments ou molécules organiques pour utilisations ultérieures, par des procédés bio-physico-chimiques consommateurs d'énergie (Aquino *et al.* 2023, Bach *et al.* 2022, Béji *et al.* 2022, Bertasini *et al.* 2022, Carucci *et al.* 2022, Chong *et al.* 2022, Guruchandran *et al.* 2022, Karanasiou *et al.* 2023, Kubar *et al.* 2022, Kumar *et al.* 2022, Li Y. *et al.* 2022, Palakodeti *et al.* 2022, Van Puffelen *et al.* 2022, Wang, He *et al.* 2022a, Weckerle *et al.* 2022, Zaffar *et al.* 2023, Zeng *et al.* 2023)

- immobilisation des métaux lourds (Ablicieva *et al.* 2022)

- réutilisation en des cultures intensifiées et/ou en milieu inadapté naturellement (Al-Mallahi *et al.* 2022, Asp *et al.* 2022, Bignami *et al.* 2022, Guruchandran *et al.* 2022, Hultberg *et al.* 2022, Saju *et al.* 2022, Tallou *et al.* 2022)

- nourrir des larves d'insectes ou des cultures de microalgues (Chuka-Ogwude *et al.* 2022, Dutta *et al.* 2021, Fu *et al.* 2022, Le Pham *et al.* 2022, Olugbemide *et al.* 2022, Pleissner *et al.* 2023, Tawfik *et al.* 2022, Wang Q. *et al.* 2021, Xie *et al.* 2023)

- assécher le biogaz de H₂S (Sempere *et al.* 2022) ou de H₂O (Mo *et al.* 2023), là aussi en utilisant des procédés énergivores

- être utilisés comme précurseurs de fabrication dans d'autres filières (bétons, microélectronique ...) (Chaturvedi *et al.* 2019, Jasim *et al.* 2022)

- être envisagés comme combustible en incinération ! (Benedetti *et al.* 2022, Dutta *et al.* 2021, Dziedzic *et al.* 2021, Dziedzic *et al.* 2022, Ghavami *et al.* 2022, Peng Zhang *et al.* 2022), ou pyrolysé avant incorporation au sol ! (Basinas *et al.* 2023).

Devant la trop grande production de digestat liquide, inhérente au procédé, il devient nécessaire de trouver des moyens pour traiter ces derniers :

- en utilisant une source auxiliaire de carbone organique (Chuda *et al.* 2021, Moure Abelenda *et al.* 2022)

- de baisser chimiquement et/ou physiquement la quantité d'azote (Baldi *et al.* 2018, Li D. *et al.* 2022, Manu *et al.* 2022) et/ou de phosphore (Li Y. *et al.* 2022)
- de pastiller ou assécher pour le transport à cause du surplus d'épandage (Ablicieva *et al.* 2022, Szymanska *et al.* 2022, Van Puffelen *et al.* 2022)
- pour tenter d'en abattre la toxicité (Celletti *et al.* 2021, Guruchandran *et al.* 2022, Skrzypczak *et al.* 2023)
- par électrodialyse (Wang, He *et al.* 2022a).
- par précipitation chimique et ajout de cendres volantes (Fei *et al.* 2023).

Certains voient l'ajout de légumes et légumineuses (cultivées ?) comme des moyens de relever ou abaisser le rapport C/N (Brtnicky *et al.* 2022).

b) Pyrogazéification

L'énergie utilisée pour le procédé de pyrogazéification des intrants comme des digestats est considérable et ne fait qu'amoindrir encore l'efficacité globale de l'approche énergétique.

c) Gazeification hydrothermale

En portant à haute température (au moins 400°C) et pression, et souvent en utilisant des catalyseurs, du CH₄ supplémentaire peut être synthétisé à partir d'intrants liquides comme des digestats, des boues de STEP, des effluents ... mais à quel prix énergétique ?

d) Méthanation

Combiner CO₂ et H₂ pour former CH₄ peut paraître une bonne méthode pour réutiliser le GES CO₂ issu en grande quantité de la méthanisation. Hélas, cela requiert de l'énergie. Mais surtout, pourquoi ne pas utiliser H₂, gaz utilisable comme carburant qui ne forme aucun GES à son utilisation, au lieu de CH₄, GES puissant ? C'est pourtant ce que fait la méthanation, par l'intermédiaire de procédés divers (Sun *et al.* 2022).

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. Quelques mauvais exemples :

- L'application de digestat et/ou de digestat modifié est comparée à l'application de boues de STEP, d'urée, de fertilisant minéral industriel, de mélange digestat-biochar, de fertilisant contenant moins de NPK ou à l'absence totale d'apport de fertilisant, mais pas au retour au sol naturel ou raisonnable de biomasse (Awadalla *et al.* 2023, Basinas *et al.* 2023, Brtnicky *et al.* 2022, Chatzistathis *et al.* 2022, Dubis *et al.* 2022, Erraji *et al.* 2023, Kovačević *et al.* 2022, Li F. *et al.* 2023, Malabad *et al.* 2022, Mickan *et al.* 2022, Piccoli *et al.* 2023, Ran *et al.* 2022, Saju *et al.* 2022, Skrzypczak *et al.* 2023, Slepiciene *et al.* 2022a, Velechovsky *et al.* 2021, Weldon *et al.* 2022, Zilio *et al.* 2022, Zuffi *et al.* 2023).
- La réduction d'émission de méthane par méthanisation est comparée aux émissions de cuves de lisiers ouvertes (Holly *et al.* 2017) ou de tas de fumiers laissés en tas (Maldaner *et al.* 2018).

- 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).

- 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 ou au retour naturel de la biomasse au sol (Moinard *et al.* 2021).

- L'utilisation de CIVEs est justifiée par la couverture des sols qu'elles engendrent. Or, si cela est vrai, les personnes n'ayant pas couvert leurs sols sont en infraction vis à vis des obligations Européennes. Il conviendrait de comparer les intérêts d'une couverture CIVEs à des sols couverts (par des CIPANs ou autres) dont la biomasse retourne au sol.

Les recommandations indiquées par plusieurs auteurs (Ramirez-Islas *et al.* 2020, Samoraj *et al.* 2022), pointent clairement la nécessité, d'un point de vue environnemental, de traiter et/ou composter les digestats pour qu'ils n'affectent pas les sols arables et émettent moins de GES. 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 10) sont hors de toute raison en comparaison du peu d'énergie recueillie par ce procédé.

- Nous relevons plus de 845 M€ distribués en France pour la construction des méthaniseurs, soit 820 000 € par méthaniseur, a minima (Nous estimons à plus de 2 Mds d'€ les subventions totales allouées à la construction).

- Vu les taux de rachat du gaz et de l'électricité fournis par méthanisation, il faudra de plus 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 0,9 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.

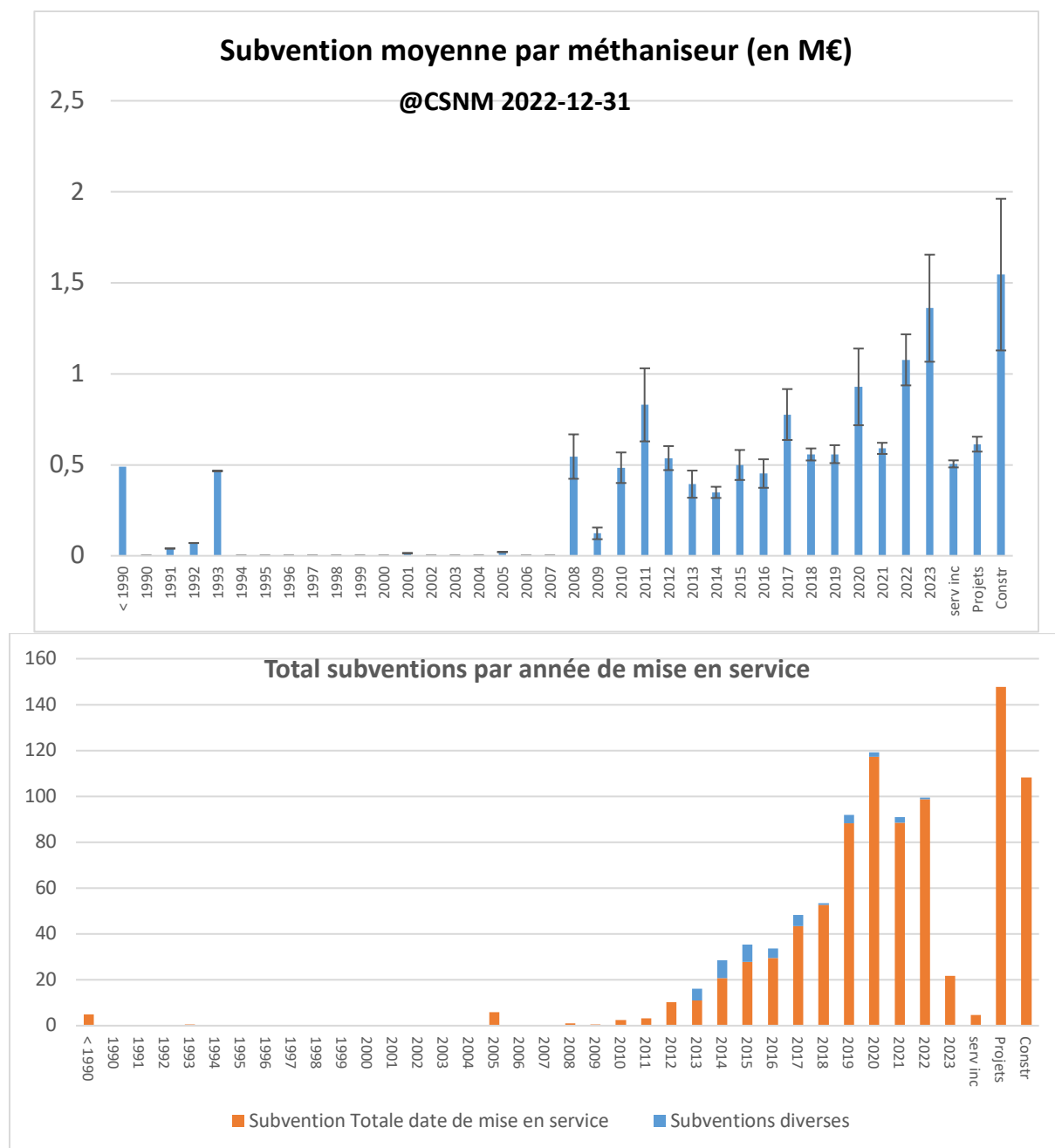


Figure 10

La construction et les projets de méthaniseurs en Régions ont obtenu jusqu'à plus de 100 M€ de subventions publiques par région, 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 qui nécessitera plusieurs dizaines de Milliards d'€ annuels pour très peu d'énergie.

Vu la faible production d'énergie des méthaniseurs 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, phénomène ni nouveau ni restreint à la France (Purohit *et al.* 2007, Caposciutti *et al.* 2020), aura les mêmes conséquences négatives que celles observées et quantifiées en Allemagne et en Italie : 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).

16- Distance aux Riverains, NIMBY et résistance avertie

Comme dans tout processus conflictuel sans réelle construction d'une concertation amont, les réactions légitimes des riverains mis devant le fait accompli sont rapidement classées dans la rubrique NIMBY par les parties opposées (porteurs de projets, organismes d'Etat, politiques). Il a pourtant été clairement démontré que dans de telles circonstances le processus NIMBY n'est pas le moteur de la contestation (Trom 1999). Au contraire, les riverains s'informent, et, en particulier pour la méthanisation, entrent en conditions de résistance avertie (Bourdin 2019, Bourdin, Colas *et al.* 2020, Lanotte *et al.* 2022).

On peut remarquer que certaines études concernant l'acceptabilité sociale s'appuient sur un nombre de personnes interviewés dont la grande majorité peut être classée dans les « pro » méthanisation (Bourdin, Nadou 2020, Bourdin, Raulin *et al.* 2020).

Dans le cas de la méthanisation, il serait pourtant aisé de s'affranchir d'une très grande partie de la contestation (Figure 11), indépendamment du bien-fondé ou non de cette dernière. On constate que dès qu'un projet de méthaniseur est éloigné de plus d'un kilomètre, pratiquement plus aucun collectif ou association n'est créé par les riverains.

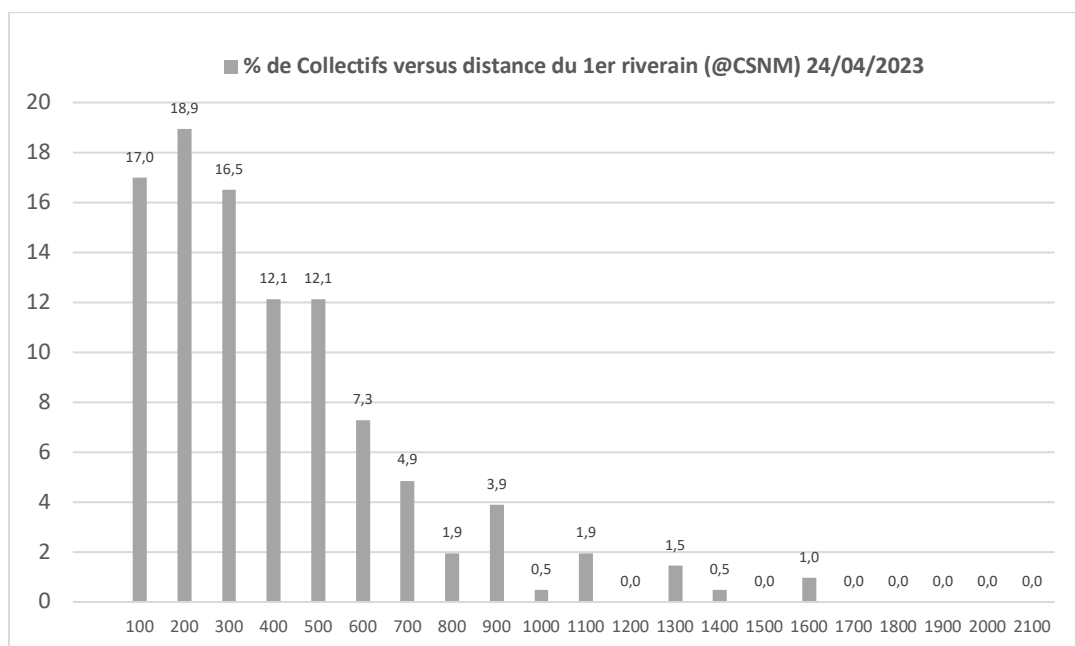


Figure 11

17- Illégalités, irrégularités, condamnations, intimidations : faits

Du simple fait d'intimidation aux condamnations conséquentes, en passant par des irrégularités donnant lieu à mises en demeures préfectorales, les faits sont nombreux qui

dénotent une filière laissée à elle-même sans contrôle et poussée par une rentabilité surclassée. Nous listons ici quelques exemples de ces faits.

Condamnations :

- 200 000 € d’amende pour Salers Biogaz pour faits de pollutions (Réussir 2022-02-02)
- 74 077 € d’amende pour Biogasy (Les Herbiers) pour faits de pollutions aquatiques et mortalité piscicole (TJ de La Roche-sur-Yon du 13/12/2022)
- 10 000 € d’amende pour prise illégale d’intérêts de Pascal Gaillot, Présidente de la commission environnement du Grand-Est (Rue 89 2022-09-06, L’Est Eclair 2019-03-14, Le Canard Enchaîné 2019-03-13)
- 42 925 € d’amende pour pollution de rivière et réparations de la société Mathéos Gardhailac (La Commère 2022-03-07)
- Astreinte de 100 /j jusqu’à satisfaction de mise en demeure à la Centrale Beauce Gâtinais Biogaz (AP 2020-05-04)
- Condamnation de la SARL Cap-Métha pour pollution de cours d’eau (Le Télégramme 2020-08-25)
- Condamnation de la SARL Moulins de Kérollet à 3000 € pour pollution de cours d’eau et mortalité de poissons (TGI de Vannes du 15/01/2018)

Ecarts à l’éthique de l’Etat :

- La DREAL Grand-Est demande via une communication du CERDD Hauts-de-France de «repérer et tenter d’isoler les opposants » et d’avoir « des actions proactives auprès des médias avec des messages positifs » (L’Union 2018-09-27, L’Union 2018-10-12).
- Permis de construire ou augmentations signés par les préfetures avant consultations ou enquêtes publiques (La Dépêche 2019-09-02, Le Télégramme 2020-03-03).
- Les distributions de tracts sont interdits sur certains marchés par les préfets, et les gendarmes dépêchés sur les lieux (La Gazette du Morbihan 2022-09-22).
- Certains parlementaires et Ministres sont actionnaires de multinationales de l’énergie alors qu’ils promeuvent et/ou votent des lois favorisant l’utilisation du biogaz (Mediapart 2023-03-13).

Intimidations :

- Les faits d’intimidation à l’encontre des riverains luttant contre les projets de méthanisation ne sont pas rares, arrachages de banderoles, pneus crevés, appels anonymes, menaces verbales, insultes, jets de peintures, bousculades, arrachages et vols de tracts et pétitions ... (La Dépêche 2020-01-07, La Dépêche 2022-08-05, La Gazette du Morbihan 2022-09-22, La Nouvelle République 2022-09-05, La Voix du Nord 2019-03-26, La Voix du Nord 2022-08-13, Le Dauphiné Libéré 2020-07-18, Ouest-France 2020-02-08, Ouest-France 2020-11-30, Reporterre 2023-03-02).

Irrégularités :

- Les irrégularités constatées par les services préfectoraux sur sites sont de diverses natures. Les mises en demeure, les mesures d’urgences et les arrêts d’exploitation prononcés concernent par exemple
 - o des **manquements** : au respect des mises en demeures, aux consignes d’incendie, aux plans de permis, aux relevés de torchages,
 - o des **épandages irréguliers** : surnuméraires ou sur surfaces interdites ou trop importantes, en périodes interdites,
 - o des **absences** : de plan d’épandage, de mesures de reliquat azoté, de couvertures de zones d’intrants et/ou lagunes de digestat, de consignes

d'exploitations, de traçabilité écrite des conduites et entretiens, de produits et réserves suffisants, de dispositifs de rétentions, de sondes, d'obturation de réseaux, de relevés de compteur d'eau de forage, de formation à la prévention des risques, de documents relatifs à la prévention des risques et explosions, de consignes d'exploitation, de déclaration de pollution accidentelle, de contrôle périodique, de clôture de site, d'étanchéité de zones d'intrants, de programme de lutte contre les nuisibles, de déclaration de nouvel exploitant, de contrôle des installations électriques, de dispositif de détection d'incendie,

- des **défauts** ou **insuffisance** : de torchères, de la maintenance, des capacités de stockages, d'étanchéité de zones d'intrants, de clotures de lagunes, de zone de rétention de digestat,
- des **non-conformités** : de stockages de matières organiques, de réserves d'eau, d'épandages, de forage, de remplissage, de surproduction par rapport aux déclarations initiales, d'intrants, de niveaux sonores,
- des **démarrages** de production et stockages **avant autorisations légales**,
- de **rejets polluants** : de lixiviats et digestats sur voiries et en milieux naturels, de pollutions olfactives, de fuites de biogaz, ...

(AP 2023-03-06, AP 2023-01-17, AP 2022-06-07, AP 2022-05-04, AP 2021-12-30, AP 2021-12-27, AP 2021-11-22, AP 2021-11-09, AP 2021-11-03, AP 2021-09-02, AP 2021-08-12, AP 2021-06-12, AP 2021-05-05, AP 2021-04-13, AP 2020-12-24, AP 2020-11-06, AP 2020-09-17, AP 2020-08-27, AP 2020-08-24, AP 2020-08-12, AP 2020-07-24, AP 2020-07-20, AP 2020-05-04, AP 2019-12-19, AP 2019-10-11, AP 2019-08-27, AP-2019-08-01, AP 2019-05-13, L'Éclairer 2019-09-13, L'Union 2020-09-04, L'Union 2023-02-06, Ouest-France 2019-03-04, Ouest-France 2020-09-18, Ouest-France 2021-07-30, RI 2023-03-08).

- Les irrégularités de procédures sont également nombreuses, des élus-porteurs de projets se permettant de prendre part aux discussions lors de votes de subventions (Courrier de l'Ouest 2018-05-31). Certains montages de projets semblent à tout le moins mélanger les genres et sont questionnables (La Gazette du Centre Morbihan 2021-03-27). On remarque aussi certains non-respect de formalités administratives (L'Union 2021-03-12) et des mises en exploitation d'usines non conformes au permis de construire initial (L'Union 2022-11-08, L'Union 2023-02-06, PC 051075 18 K0008-M02).

Écarts à l'éthique des industriels et élus:

Les industriels du gaz (TotalEnergie, GRDF) interviennent dans certaines écoles primaires, collèges (La Dépêche 2023-02-16, Le Courrier Cauchois 2023-03-02), lycées et universités (Sud-Ouest 2023-05-09), financent des associations environnementales (FNE, WWF) pour mener des débats divers, souvent accompagnés d'élus ! (Le Courrier Cauchois 2023-03-02)

Ces mêmes industriels participent à des études scientifiques dont l'impartialité est par conséquent questionnable (Karimi *et al.* 2022).

18- Exemples flagrants de faux déchets

De plus en plus d'études pointent l'utilisation de biomasses usuellement nécessaires à d'autres applications directes : nourriture et litière du bétail, isolation, mytiliculture, fertilisation et amendement naturel, paillages, construction ...

Méthaniser ces biomasses n'a aucun sens environnemental, sociétal, énergétique et écologique, et crée des concurrences supplémentaires.

Citons pour exemples la méthanisation des biomasses suivantes et quelques meilleures utilisations potentielles :

- balles de riz (Matin *et al.* 2022)
- fumiers équin : fertilisation et amendement des sols
- lactoserum (Dinuccio *et al.* 2010): alimentation bétail
- marcs de pommes (Ampese *et al.* 2022)
- marcs de raisins (Dinuccio *et al.* 2010)
- pailles d'orge (Dinuccio *et al.* 2010), de riz (Dinuccio *et al.* 2010, Liu *et al.* 2023, Nguyen *et al.* 2016) : isolation, mytiliculture et fertilisation naturelle
- pelouses (Ulukardesler 2023) : fertilisant naturel
- pulpes de betteraves (Web-Agri 2023-03-15) : alimentation animale
- résidus de nourriture à base de poulets (Hasan *et al.* 2018) : alimentation pour animaux
- tiges et résidus de maïs (Dinuccio *et al.* 2010, He *et al.* 2019, Sumardiono *et al.* 2022) : litières, construction
- tomates (peaux, graines) (Dinuccio *et al.* 2010) : alimentation élevage

19- Intérêt des élus

Devant autant de risques, dérives, impacts, le CSNM a décidé d'alerter les élus (parlementaires, conseillers régionaux et municipaux), à raison d'un mail d'information environ par semaine. De rares discussions sont ainsi nées. Mais surtout, nous avons pu relever les élus désireux de ne plus recevoir ces alertes. La répartition de ces derniers par groupe politique (Figure 12) est une sorte de mesure de leur préoccupation aux problèmes des riverains.

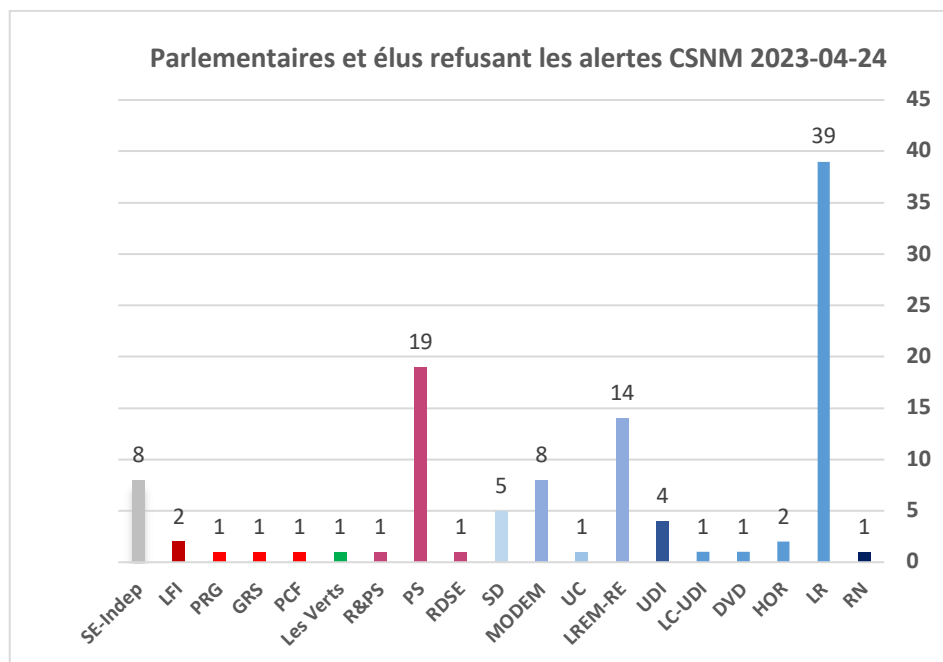


Figure 12

20- Des agriculteurs asservis aux multinationales de l'énergie

Nous assistons depuis 2018, en France comme à l'étranger, au rachat progressif des équipementiers originels de la méthanisation par les multinationales du pétrole et du gaz (Figure 13). De fait, l'objectif des agriculteurs-méthaniseurs sera contraint par cette relation à évoluer vers la seule demande énergétique au détriment des sols.

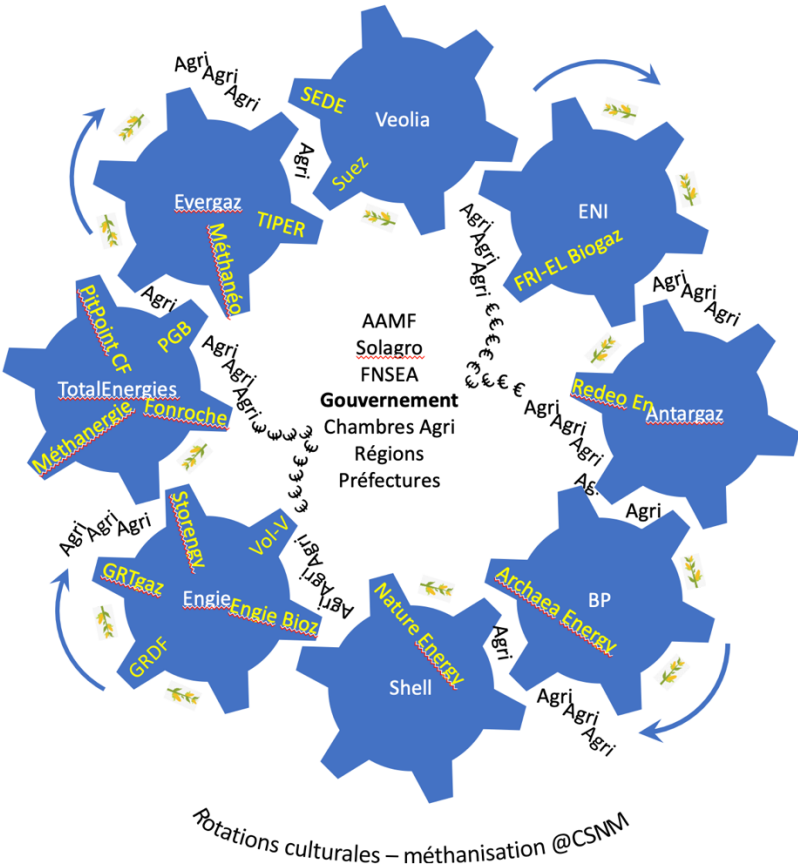


Figure 13

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, Food and Water Watch ...). 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

Cartographies du CSNM et album photo

- La database d'accidents (405 accidents sur 255 sites) : https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1PtVRLb8cqaijStrw55KCCvqf_38QoZLS&usp=sharing
- La database de collectifs et associations de Riverains (324 collectifs sur 298 communes) : https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1PtVRLb8cqaijStrw55KCCvqf_38QoZLS&usp=sharing
- La database des Mairies et Préfectures contre (196 Mairies-Prefs) : https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1PtVRLb8cqaijStrw55KCCvqf_38QoZLS&usp=sharing
- L'album photo : ce qu'il ne faut pas faire, en images : https://drive.google.com/file/d/16Hnx_oXGNIe_yK4v8y9l8AHQcAr2M3F_/view?usp=share_link

Références scientifiques

- Ablicieva I., Berezna I., Bereznyi D., Prast A.E., Geletuha G., Lutsenko S., Yanchenko I., Carraro G. (2022). Technologies for Environmental Safety Application of Digestate as Biofertilizer. *Ecological Engineering & Environmental Technology* **23** 106-119
- 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
- Ampese L.C., Sganzerla W.G., Ziero H.D.D., Costa J.M., Martins G., Forster-Carneiro T. (2022). Valorization of apple pomace for biogas production: a leading anaerobic biorefinery approach for a circular bioeconomy. *Biomass Conversion and Biorefinery* **2022**
- Aquino M., Santoro S., Profio G.D., Russa M.F.L., Limonti C., Straface S., D'Andrea G., Curcio E., Siciliano A. (2023). Membrane distillation for separation and recovery of valuable compounds from anaerobic digestates. *Separation and Purification Technology* **315** 123687
- Asp H., Bergstrand K.-J., Caspersen S., Hultberg M. (2022). Anaerobic digestate as peat substitute and fertiliser in pot production of basil. *Biological Agriculture & Horticulture* 1-11
- Awadalla O.A., Atawy W.A., Bedaiwy M.Y., Ali S.S., Mahmoud Y.A.-G. (2023). Anaerobic digestion of lignocellulosic waste for enhanced methane production and biogas-digestate utilization. *Industrial Crops and Products* **195** 116420
- Awiszus S., Meissner K., Reyer S., Müller J. (2018). Ammonia and methane emissions during drying of dewatered biogas digestate in a two-belt conveyor dryer. *Bioresource Technology* **247** 419-425
- 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., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- 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
- Baldé H., Wagner-Riddle C., MacDonald D., VanderZaag A. (2022). Fugitive methane emissions from two agricultural biogas plants. *Waste Management* **151** 123-130
- 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
- Barcauskaitė K. (2019). Gas chromatographic analysis of polychlorinated biphenyls in compost samples from different origin. *Waste Management & Research* **37** 556-562
- Bas M.S., Aragón A.J., Torres J.C., Osorio F. (2022). Purification and upgrading biogas from anaerobic digestion using chemical absorption of CO₂ with amines in order to produce biomethane as biofuel for vehicles: a pilot-scale study. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* **44** 10201-10213
- Basinas P., Rusin J., Chamrádová K., Kaldis S.P. (2023). Pyrolysis of the anaerobic digestion solid by-product: Characterization of digestate decomposition and screening of the biochar use as soil amendment and as additive in anaerobic digestion. *Energy Conversion and Management* **277** 116658
- Béji O., Adouani N., Poncin S., Li H.-Z. (2022). Growth of Microalgae-Bacteria Floes for Nutrient Recycling from Digestate and Liquid Slurry and Methane Production by Anaerobic Digestion. *Applied Sciences* **12** 7634
- 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
- Benedetti V., Pecchi M., Baratieri M. (2022). Combustion kinetics of hydrochar from cow-manure digestate via thermogravimetric analysis and peak deconvolution. *Bioresource Technology* **353** 127142

- 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
- Bonetta S., Bonetta S., Ferretti E., Fezia G., Gilli G., Carraro E. (2014). Agricultural Reuse of the Digestate from Anaerobic Co-Digestion of Organic Waste: Microbiological Contamination, Metal Hazards and Fertilizing Performance. *Water, Air & Soil Pollution* **225** 2046
- Börjesson, P., Berglund M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* **30** 469-485
- Boscaro D., Pezzuolo A., Grigolato S., Cavalli R., Marinello F., Sartori L. (2015). Preliminary analysis on mowing and harvesting grass along riverbanks for the supply of anaerobic digestion plants in north-eastern Italy. *Journal of Agricultural Engineering* **46** 100-104
- Bourdin S. (2019). Le NIMBY ne suffit plus ! Étude de l'acceptabilité sociale des projets de méthanisation. *L'Espace Politique* **38**
- Bourdin S., Colas M., Raulin F. (2020). Understanding the problems of biogas production deployment in different regions: territorial governance matters too. *Journal of Environmental Planning and Management* **63** 1655-1673
- Bourdin S., Nadou F. (2020). The role of a local authority as a stakeholder encouraging the development of biogas: A study on territorial intermediation. *Journal of Environmental Management* **258** 110009
- Bourdin S., Raulin F., Josset C. (2020). On the (un)successful deployment of renewable energies: territorial context matters. A conceptual framework and an empirical analysis of biogas projects. *Energy Studies Review* **24** 4088
- Bowman G., Ayed L., Burg V. (2022). Material and energy flows of industrial biogas plants in Switzerland in the context of the circular economy. *Bioresource Technology Reports* **20** 101273
- Brändli R.C., Bucheli T.D., Kupper T., Furrer R., Stahel W.A., Stadelmann F.X., Tarradellas J. (2007). Organic pollutants in compost and digestate. Part 1. Polychlorinated biphenyls, polycyclic aromatic hydrocarbons and molecular markers. *Journal of Environmental Monitoring* **9** 456-464
- Brändli R.C., Kupper T., Bucheli T.D., Zennegg M., Huber S., Ortelli D., Müller J., Schaffner C., Iozza S., Schmid P., Berger U., Edder P., Oehm M., Stadelmann F.X., Tarradellas J. (2007a). Organic pollutants in compost and digestate. Part 2. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and -furans, dioxin-like polychlorinated biphenyls, brominated flame retardants, perfluorinated alkyl substances, pesticides, and other compounds. *Journal of Environmental Monitoring* **9** 465-472
- 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
- Breunig H.M., Amirebrahimi J., Smith S., Scown C.D. (2019). Role of Digestate and Biochar in Carbon-Negative Bioenergy. *Environmental Science & Technology* **53** 12989-12998
- Brtnicky M., Kintl A., Holatko J., Hammerschmiedt T., Mustafa A., Kucerik J., Vitez T., Prichystalova J., Baltazar T., Elbl J. (2022). EFFECT of digestates derived from the fermentation of maize-legume intercropped culture and maize monoculture application on soil properties and plant biomass production. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* **9** 43-67
- Bühler M., Häni C., Ammann C., Brönnimann S., Kupper T. (2022). Using the inverse dispersion method to determine methane emissions from biogas plants and wastewater treatment plants with complex source configurations. *Atmospheric Environment: X* **13** 100161
- Burrow A. (2019). Reducing the risk of biogas leakage. *Filtration+Separation* **56** 24-26
- Calisti R., Regni L., Pezzolla D., Cucina M., Gigliotti G., Proietti P. (2023). Evaluating Compost from Digestate as a Peat Substitute in Nursery for Olive and Hazelnut Trees. *Sustainability* **15** 282
- 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
- Carucci A., Erby G., Puggioni G., Spiga D., Frugoni F., Milia S. (2022). Ammonium recovery from agro-industrial digestate using bioelectrochemical systems. *Water Science and Technology* **85** 2432-2441
- Catenacci A., Boniardi G., Mainardis M., Gievers F., Farru G., Asunis F., Malpei F., Goi D., Cappai G., Canziani R. (2022). Processes, applications and legislative framework for carbonized anaerobic digestate: Opportunities and bottlenecks. A critical review. *Energy Conversion and Management* **263** 115691

- 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
- Chaturvedi V., Usangonvkar S., Shelke M.V. (2019). Synthesis of high surface area porous carbon from anaerobic digestate and its electrochemical study as an electrode material for ultracapacitors. *RSC Advances* **9** 36343-36350
- Chatzistathis T., Tzanakakis V.A., Papaioannou A., Giannakoula A. (2022). Comparative Study between Urea and Biogas Digestate Application towards Enhancing Sustainable Fertilization Management in Olive (*Olea europaea* L., cv. 'Koroneiki') Plants. *Sustainability* **14** 4785
- 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
- Chuka-Ogwude D., Mickan B.S., Ogbonna J.C., Moheimani N.R. (2022). Developing food waste biorefinery: using optimized inclined thin layer pond to overcome constraints of microalgal biomass production on food waste digestate. *Journal of Applied Phycology*
- Cucina M., Castro L., Escalante H., Ferrer I., Garfi M. (2021). Benefits and risks of agricultural reuse of digestates from plastic tubular digesters in Colombia. *Waste Management* **135** 220-228
- Cuéllar A.D., Webber M.E. (2008). Cow power: the energy and emissions benefits of converting manure to biogas. *Environmental Research Letters* **3** 034002
- Cui H., Wang J., Feng K., Xing D. (2022). Digestate of Fecal Sludge Enhances the Tetracycline Removal in Soil Microbial Fuel Cells. *Water* **14** 2752
- Czekala W., Jasiński T., Grzelak M., Witaszek K., Dach J. (2022). Biogas Plant Operation: Digestate as the Valuable Product. *Energies* **15** 8275
- Czubaszek R., Wysocka-Czubaszek A. (2018). Emissions of carbon dioxide and methane from fields fertilized with digestate from an agricultural biogas plant. *International Agrophysics* **32** 29-37
- 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
- Dietrich M., Fongen M., Foeroid B. (2021). Anaerobic digestion affecting nitrous oxide and methane emissions from the composting process. *Bioresource Technology Reports* **15** 100752
- Dinuccio E., Balsari P., Gioelli F., Menardo S. (2010). Evaluation of the biogas productivity potential of some Italian agro-industrial biomasses. *Bioresource Technology* **101** 3780-3783
- 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
- Dutta N., Giduthuri A.T., Khan M.U., Garrison R., Ahring B.K. (2022). Improved valorization of sewage sludge in the circular economy by anaerobic digestion: Impact of an innovative pretreatment technology. *Waste Management* **154** 105-112
- Dutta S., He M., Xiong X., Tsang D.C.W. (2021). Sustainable management and recycling of food waste anaerobic digestate: A review. *Bioresource Technology* **341** 125915
- 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
- Dziedzic K., Łapczyńska-Kordon B., Jurczyk M., Wróbel M., Jewiarz M., Mudryk K., Pająk T. (2022). Solid Digestate - Mathematical Modeling of Combustion Process. *Energies* **15** 4402
- Erraji H., Asehraou A., Tallou A., Rokni Y. (2023). Assessment of biogas production and fertilizer properties of digestate from cow dung using household biogas digester. *Biomass Conversion and Biorefinery*
- Eraky M., Elsayed M., Qyyum M.A., Ai P., Tawfik A. (2022). A new cutting-edge review on the bioremediation of anaerobic digestate for environmental applications and cleaner bioenergy. *Environmental Research* **213** 113708
- 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* **296** 134049
- Fantin V., Giuliano A., Manfredi M., Ottaviano G., Stefanova M., Masoni P. (2015). Environmental assessment of electricity generation from an Italian anaerobic digestion plant. *Biomass and Bioenergy* **83** 422-435
- Fei Z., Ding Z., Zheng X., Feng L., He Q., Yan S., Ji L. (2023). Efficient contaminant removal from liquid digestate of pig manure by chemical precipitation and CO₂ mineralization using alkaline ash. *Frontiers of Agricultural Science & Engineering*

- Feng L., Ward A.J., Moset V., Møller H.B. (2018). Methane emission during on-site pre-storage of animal manure prior to anaerobic digestion at biogas plant: Effect of storage temperature and addition of food waste. *Journal of Environmental Management* 225 272-279
- Ferrari G., Ioverno F., Sozzi M., Marinello F., Pezzuolo A. (2021). Land-Use Change and Bioenergy Production: Soil Consumption and Characterization of Anaerobic Digestion Plants. *Energies* 14 4001
- Finzi A., Riva E., Bicoku A., Guido V., Shallari S., Provolo G. (2019). Comparison of techniques for ammonia emission mitigation during storage of livestock manure and assessment of their effect in the management chain. *Journal of Agricultural Engineering* 50 12-19
- 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
- Fredenslund A.M., Scheutz C. (2017). Total methane loss from biogas plants, determined by tracer dispersion measurements. *Proceedings of the Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium*
- 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
- Garbini G.L., Grenni P., Rausedo J., Patrolecco L., Pescatore T., Spataro F., Caracciolo A.B. (2022). Insights into structure and functioning of a soil microbial community amended with cattle manure digestate and sulfamethoxazole. *Journal of Soils and Sediments*
- Gebhardt M., Lemmer A. (2022). Investigation of biogas digestate as fiber materials for composites. *Wood and Fiber Science* 54 246-256
- 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)
- Ghavami N., Özdenkçi K., Chianese S., Musmarra D., Blasio C.D. (2022). Process simulation of hydrothermal carbonization of digestate from energetic perspectives in Aspen Plus. *Energy Conversion and Management* 270 116215
- Golovko O., Ahrens L., Schelin J., Söregård M., Bergstrand K.-J., Asp H., Hultberg M., Wiberg K. (2022). Organic micropollutants, heavy metals and pathogens in anaerobic digestate based on food waste. *Journal of Environmental Management* 313 114997
- 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
- Grubert E.A., Brandt A.R. (2019). Three considerations for modeling natural gas system methane emissions in life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* 222 760-767
- 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
- Guruchandran S., Muninathan C., Ganesan N.D. (2022). Novel strategy for effective utilization of anaerobic digestate as a nutrient medium for crop production in a recirculating deep water culture hydroponics system. *Biomass Conversion and Biorefinery*
- Haffiez N., Azizi S.M.M., Zakaria B.S., Dhar B.R. (2022). Propagation of antibiotic resistance genes during anaerobic digestion of thermally hydrolyzed sludge and their correlation with extracellular polymeric substances. *Scientific Reports* 12 6749
- Häfner F., Hartung J., Möller K. (2022). Digestate Composition Affecting N Fertiliser Value and C Mineralisation. *Waste and Biomass Valorization*
- Haldar D., Bhattacharjee N., Shabbirahmed A.M., Anisha G.S., Patel A.K., Chang J.-S., Dong C.-D., Singhanian R.R. (2023). Purification of biogas for methane enrichment using biomass-based adsorbents: A review. *Biomass and Bioenergy* 173 106804

- Hasan M.A., Aqsha, Putra Z.A., Bilad M.R., Sapiaa N.A.H., Wirzal M.D.H., Tijani M.M. (2018). Biogas production from chicken food waste and cow manure via multi-stages anaerobic digestion. *AIP Conference Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Science and Technology (ICAST'18)* 020011
- He C., Zhao J., Wang S., Guan S., Zhang Z., Zhang Q., Pan X., Jiao Y. (2019). Ammonium bicarbonate pretreatment of corn stalk for improved methane production via anaerobic digestion: Kinetic modeling. *Bioresource Technology* **292** 122052
- 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
- Hewitt J., Holden M., Robinson B.L., Jewitt S., Clifford M.J. (2022). Not quite cooking on gas: Understanding biogas plant failure and abandonment in Northern Tanzania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **165** 112600
- Hijazi O., Munro S., Zerhusen B., Effenberger M. (2016). Review of life cycle assessment for biogas production in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **54** 1291-1300
- 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., Huber-Humer M., Reinelt T., Spangl B., Flandorfer C., Innocenti F., Yngvesson J., Fredenslund A., Scheutz C. (2022). Determination of methane emissions from biogas plants, using different quantification methods. *Agricultural and Forest Meteorology* **326** 109179
- Hrad M., Piringner M., Huber-Humer M. (2015). Determining methane emissions from biogas plants – Operational and meteorological aspects. *Bioresource Technology* **191** 234-243
- Hrad M., Vesenmaier A., Flandorfer C., Piringner M., Stenzel S., Huber-Humer M. (2021). Comparison of forward and backward Lagrangian transport modelling to determine methane emissions from anaerobic digestion facilities. *Atmospheric Environment X* **12** 100131
- Hultberg M., Oskarsson C., Bergstrand K.-J., Asp H. (2022). Benefits and drawbacks of combined plant and mushroom production in substrate based on biogas digestate and peat. *Environmental Technology & Innovation* **28** 102740
- Jasim H., Ismail Z. (2022). Biogas Recovery from Refinery Oily Sludge by Co-Digestion Followed by Sustainable Approach for Recycling the Residual Digestate in Concrete Mixes. *Advances in Science and Technology Research Journal* **16** 178-191
- Jasinska A., Prasad R., Lisiecka J., Roszak M., Stoknes K., Mleczek M., Niedzielski P. (2022). Combined Dairy Manure-Food Waste Digestate as a Medium for *Pleurotus djamor*—Mineral Composition in Substrate and Bioaccumulation of Elements in Fruiting Bodies. *Horticulturae* **8** 934
- Jelínek M., Mazancova J., Dung D.V., Phung L.D., Banout J., Roubík H. (2021). Quantification of the impact of partial replacement of traditional cooking fuels by biogas on global warming: Evidence from Vietnam. *Journal of Cleaner Production* **292** 126007
- 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
- Jouany J.-P. (2023). Analyse des émissions de gaz à effet de serre au cours du cycle de vie d'un méthaniseur agricole. *Revue Francophone de Développement Durable* **21**, Mars
- Juanpera M., Ferrer-Martí L., Díez-Montero R., Ferrer I., Castro L., Escalante H., Garfi M. (2022). A robust multicriteria analysis for the post-treatment of digestate from low-tech digesters. Boosting the circular bioeconomy of small-scale farms in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **166** 112638
- Karanasiou A., Angistali K., Plakas K.V., Kostoglou M., Karabelas A.J. (2023). Ammonia recovery from anaerobic-fermentation liquid digestate with vacuum membrane distillation. *Separation and Purification Technology* **314** 123602
- Karimi B., Sadet-Bourgeteau S., Cannavacciuolo M., Chauvin C., Flamin C., Haumont A., Jean-Baptiste V., Reibel A., Vrignaud G., Ranjard L. (2022). Impact of biogas digestates on soil microbiota in agriculture: a review. *Environmental Chemistry Letters* **20** 3265-3288

- Karrabi M., Ranjbar F.M., Shahnavaz B., Seyedi S. (2023). A comprehensive review on biogas production from lignocellulosic wastes through anaerobic digestion: An insight into performance improvement strategies. *Fuel* **340** 127239
- Keller A.S., Jimenez-Martinez J., Mitrano D.M. (2020). Transport of Nano- and Microplastic through Unsaturated Porous Media from Sewage Sludge Application. *Environmental Science & Technology* **54** 911-920
- 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
- Khalil M.A.K., Rasmussen R.A., Wang M.-X., Ren L. (1990). Emissions of trace gases from Chinese rice fields and biogas generators: CH₄, N₂O, CO, CO₂, chlorocarbons, and hydrocarbons. *Chemosphere* **20** 207-226
- Khoiyangbam R.S., Kumar S., Jain M.C., Gupta N., Kumar A., Kumar V. (2004). Methane emission from fixed dome biogas plants in hilly and plain regions of northern India. *Bioresource Technology* **95** 35-39
- Khoiyangbam R.S., Kumar S., Jain M.C., Kumar A., Kumar V. (2003). Methane emission from community biogas plant at Masudpur, Delhi. *Current Science* **84**(4) 499-501
- 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
- Kovačević D., Manojlović M., Čabilovski R., Ilić Z.S., Petković K., Štrbac M., Vijuk M. (2022). Digestate and Manure Use in Kohlrabi Production: Impact on Plant-Available Nutrients and Heavy Metals in Soil, Yield, and Mineral Composition. *Agronomy* **12** 871
- Kovačić Đurđica, Lončarić Z., Jović J., Samac D., Popović B., Tišma M. (2022). Digestate Management and Processing Practices: A Review. *Applied Sciences* **12** 9216
- Kovalev A. A., Kovalev D. A., Nozhevnikova A. N., Zhuravleva E. A., Katraeva I. V., Grigoriev V.S., Litti 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
- Krupa S.V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environmental Pollution* **124** 179-221
- Kubar A.A., Huang Q., Kubar K.A., Khan M.A., Sajjad M., Gul S., Yang C., Wang Q., Guo G., Kubar G.M., Kubar M.I., Wahocho N.A. (2022). Ammonium and Phosphate Recovery from Biogas Slurry: Multivariate Statistical Analysis Approach. *Sustainability* **14** 5617
- Kumar S., Posmanik R., Spatari S., Ujor V.C. (2022). Repurposing anaerobic digestate for economical biomanufacturing and water recovery. *Applied Microbiology and Biotechnology*
- Kuo J., Dow J. (2017). Biogas production from anaerobic digestion of food waste and relevant air quality implications. *Journal of the Air & Waste Management Association* **67** 1000-1011
- 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
- Lanotte H., Rossi D. (2022). Résistance éclairée et émotions Comprendre l'opposition à l'implantation d'un méthaniseur industriel par les récits de vie. *Economie Rurale* **381** 21-37
- 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 Maréchal C., Druilhe C., Repérant E., Boscher E., Rouxel S., Roux S.L., Požévara T., Ziebal C., Houdayer C., Nagard B., Barbut F., Pourcher A.-M., Denis M. (2019). Evaluation of the occurrence of sporulating and nonsporulating pathogenic bacteria in manure and in digestate of five agricultural biogas plants. *MicrobiologyOpen* **8** e872
- 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
- Le Pham A., Luu K.D., Duong T.T., Dinh T.M.T., Nguyen S.Q., Nguyen T.K., Duong H.C., Le Q.P.T., Le T.P. (2022). Evaluation of Microalgal Bacterial Dynamics in Pig-Farming Biogas Digestate under Impacts of Light Intensity and Nutrient Using Physicochemical Parameters. *Water* **14** 2275
- 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
- Li C., Le-Minh N., McDonald J.A., Kinsela A.S., Fisher R.M., Liu D., Stuetz R.M. (2022). Occurrence and risk assessment of trace organic contaminants and metals in anaerobically co-digested sludge. *Science of the Total Environment* **816** 151533
- Li D., Manu M., Varjani S., Wong J.W. (2022). Mitigation of NH₃ and N₂O emissions during food waste digestate composting at C/N ratio 15 using zeolite amendment. *Bioresource Technology* **359** 127465

- Li F., Yuan Y., Gong P., Imazumi Y., Na R., Shimizu N. (2023). Comparative effects of mineral fertilizer and digestate on growth, antioxidant system, and physiology of lettuce under salt stress. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*
- Li Y., Azeem M., Luo Y., Peng Y., Feng C., Li R., Peng J., Zhang L., Wang H., Zhang Z. (2022). Phosphate capture from biogas slurry with magnesium-doped biochar composite derived from *Lycium chinensis* branch filings: performance, mechanism, and effect of coexisting ions. *Environmental Science and Pollution Research*
- Li Y., Liu H., Li G., Luo W., Sun Y. (2018). Manure digestate storage under different conditions: Chemical characteristics and contaminant residuals. *Science of the Total Environment* 639 19-25
- Liebetrau J., Clemens J., Cuhls C., Hafermann C., Friehe J., Weiland P., Daniel-Gromke J. (2010). *Engineering in Life Sciences* 10 595-599
- 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
- Liu P., Pan Y. (2023). The Improvement of Rice Straw Anaerobic Co-Digestion with Swine Wastewater by Solar/Fe(II)/PS Pretreatment. *Sustainability* 15 6707
- Lubanska A., Kazak J.K. (2023). The Role of Biogas Production in Circular Economy Approach from the Perspective of Locality. *Energies* 16 3801
- Luo Longzao, Li Miao, Luo Shuang, Awasthi Mukesh Kumar, Lin Xiaoi, Liao Xing, Peng Changsheng, Yan Binghua (2022). Enhanced removal of humic acid from piggery digestate by combined microalgae and electric field. *Bioresource Technology*, 126668
- Lwanga E.H., Gertsen H., Gooren H., Peters P., Salánki T., van der Ploeg M., Besseling E., Koelmans A.A., Geissen V. (2016). Microplastics in the Terrestrial Ecosystem: Implications for *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Environmental Science & Technology* 50 2685-2691
- Lwiza F., Mugisha J., Walekhwa P.N., Smith J., Balana B. (2017). Dis-adoption of Household Biogas technologies in Central Uganda. *Energy for Sustainable Development* 37 124-132
- Lyng K.-A., Modahl I.S., Møller H., Morken J., Briseid T., Hanssen O.J. (2015). The BioValueChain model: a Norwegian model for calculating environmental impacts of biogas value chains. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 20 490-502
- Ma S., Li L., Ren X., Zhu W., Wang H. (2022). A green pretreatment strategy using CO₂ and acidogenesis liquid digestate as reagents for biomethane enhancement from corn stover. *Industrial Crops and Products* 189 115844
- Malabad A.M., Zapata-Carbonell J., Maurice N., Ciadamidaro L., Pfendler S., Tatin-Froux F., Ferrarini A., Fornasier F., Toussaint M.-L., Parelle J., Chalot M. (2022). Digestate improved birch (*Betula pendula*) growth and reduced leaf trace element contents at a red gypsum landfill. *Ecological Engineering* 185 106815
- Maldaner L., Wagner-Riddle C. VanderZaag A.C., Gordon R., Duke C. (2018). Methane emissions from storage of digestate at a dairy manure biogas facility. *Agricultural and Forest Meteorology* 258 96-107
- 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
- Manu M.K., Wang C., Li D., Varjani S., Wong J.W.C. (2022). Impact of zeolite amendment on composting of food waste digestate. *Journal of Cleaner Production* 133408
- Matin H.H.A., Syafrudin S., Suherman S. (2022). Effect of Cow Manure on Biogas Production Based on Rice Husk Waste in SSAD Conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1098 012075
- 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
- Mendoza-Tinoco T.P., Sánchez-Vázquez V., del Carmen Fajardo-Ortiz M., González I., Beristain-Cardoso R. (2023). How does a low-magnitude electric field influence anaerobic digestion in wastewater treatment? A review. *Chemosphere* 325 138402
- Merico E., Grasso F.M., Cesari D., Decesari S., Belosi F., Manarini F., Nuntiis 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., 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
- Meyer-Aurich A., Lochmann Y., Klaus H., Prochnow A. (2016). Comparative Advantage of Maize- and Grass-Silage Based Feedstock for Biogas Production with Respect to Greenhouse Gas Mitigation. *Sustainability* 8 617
- Mickan B.S., Ren A.-T., Buhmann C.H., Ghadouani A., Solaiman Z.M., Jenkins S., Pang J., Ryan M.H. (2022). Closing the circle for urban food waste anaerobic digestion: The use of digestate and biochar on plant growth in potting soil. *Journal of Cleaner Production* 347 131071

- 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
- Molino G., Gandiglio M., Fiorilli S., Lanzini A., Drago D., Papurello D. (2022). Design and Performance of an Adsorption Bed with Activated Carbons for Biogas Purification. *Molecules* 27 7882
- Mønster J., Kjeldsen P., Scheutz C. (2019). Methodologies for measuring fugitive methane emissions from landfills – A review. *Waste Management* 87 835-859
- Mo Z., Tan Z., Liang J., Zhang L., Li C., Huang S., Sun S., Sun Y. (2023). Iron-rich digestate biochar toward sustainable peroxymonosulfate activation for efficient anaerobic digestate dewaterability. *Journal of Hazardous Materials* 443 130200
- Mønster J., Samuelsson J., Kjeldsen P., Scheutz C. (2015). Quantification of methane emissions from 15 Danish landfills using the mobile tracer dispersion method. *Waste Management* 35 177-186
- Moreno V.C., Cozzani V. (2015). Major accident hazard in bioenergy production. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 35 135-144
- Moreno V.C., Papisidero S., Scarponi G.E., Guglielmi D., Cozzani V. (2016). Analysis of accidents in biogas production and upgrading. *Renewable Energy* 96 1127-1134
- Moure-Abelenda A., Semple K.T., Herbert B.M.J., Aggidis G., Aiouache F. (2022). Dataset on the solid-liquid separation of anaerobic digestate by means of wood ash-based treatment. *Data in Brief* 44 108536
- Nag R., Whyte P., Markey B.K., O’Flaherty V., Bolton D., Fenton O., Richards K.G., Cummins E. (2020). Ranking hazards pertaining to human health concerns from land application of anaerobic digestate. *Science of The Total Environment* 710 136297
- Nag R., Auer A., Nolan S., Russell L., Markey B.K., Whyte P., O’Flaherty V., Bolton D., Fenton O., Richards K.G., Cummins E. (2021). Evaluation of pathogen concentration in anaerobic digestate using a predictive modelling approach (ADRISK). *Science of The Total Environment* 800 149574
- Naja G.M., Alary R., Bajeat P., Bellenfant G., Godon J.-J., Jaeg J.-P., Keck G., Lattes A., Leroux C., Modelon H., Moletta-Denat M., Ramalho O., Rousselle C., Wenisch S., Zdanevitch I. (2011). Assessment of biogas potential hazards. *Renewable Energy* 36 3445-3451
- Nesse A.S., Aanrud S.G., Lyche J.L., Sogn T., Kallenborn R. (2022). Confirming the presence of selected antibiotics and steroids in Norwegian biogas digestate. *Environmental Science and Pollution Research*
- Nguyen V.H., Topno S., Balingbing C., Nguyen V.C.N., Röder M., Quilty J., Jamieson C., Thornley P., Gummert M. (2016). Generating a positive energy balance from using rice straw for anaerobic digestion. *Energy Reports* 2 117-122
- Nkoa R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 34 473-492
- Nurgaliev T., Koshelev V., Müller J. (2022). Simulation Model for Biogas Project Efficiency Maximization. *BioEnergy Research*
- 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
- O’Shea R., Lin R., Wall D.M., Browne J.D., Murphy J.D. (2022). A comparison of digestate management options at a large anaerobic digestion plant. *Journal of Environmental Management* 317 115312
- Olugbemide A.D., Likoazar B. (2022). Assessment of Liquid and Solid Digestates from Anaerobic Digestion of Rice Husk as Potential Biofertilizer and Nutrient Source for Microalgae Cultivation. *Processes* 10 1007
- Orner K.D., Smith S., Nordahl S., Chakrabarti A., Breunig H., Scown C.D., Leverenz H., Nelson K.L., Horvath A. (2022). Environmental and Economic Impacts of Managing Nutrients in Digestate Derived from Sewage Sludge and High-Strength Organic Waste. *Environmental Science & Technology*
- Owamah H.I., Dahunsi S.O., Oranusi U.S., Alfa M.I. (2014). Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the co-digestion of food waste and human excreta. *Waste Management* 34 747-752
- Palakodeti A., Azman S., Dewil R., Appels L. (2022). Ammonia Recovery from Organic Waste Digestate via Gas-Liquid Stripping: Application of the Factorial Design of Experiments and Comparison of the Influence of the Stripping Gas. *Sustainability* 14 17000
- 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
- Paramonova K., Mazancová J., Roubíř H. (2023). Dis-adoption of small-scale biogas plants in Vietnam: what is their fate? *Environmental Science and Pollution Research* 30 2329-2339
- Pasciucco F., Francini G., Pecorini I., Baccioli A., Lombardi L., Ferrari L. (2023). Valorization of biogas from the anaerobic co-treatment of sewage sludge and organic waste: Life cycle assessment and life cycle costing of different recovery strategies. *Journal of Cleaner Production* 401 136762
- Peng W., Wang Z., Shu Y., Lü F., Zhang H., Shao L., He P. (2022). Fate of a biobased polymer via high-solid anaerobic co-digestion with food waste and following aerobic treatment: Insights on changes of polymer

- physicochemical properties and the role of microbial and fungal communities. *Bioresource Technology* **343** 126079
- Peng W., Zhang H., Lü F., Shao L., He P. (2022). From food waste and its digestate to nitrogen self-doped char and methane-rich syngas: Evolution of pyrolysis products during autogenic pressure carbonization. *Journal of Hazardous Materials* **424** 127249
 - Perazzolo F., Mattachini G., Tambone F., Calcante A., Provolo G. (2016). Nutrient losses from cattle co-digestate slurry during storage. *Journal of Agricultural Engineering* **47** 94
 - 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
 - Petrova I.P., Pekrun C., Möller K. (2021). Organic Matter Composition of Digestates Has a Stronger Influence on N₂O Emissions than the Supply of Ammoniacal Nitrogen. *Agronomy* **11** 2215
 - 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
 - Piccoli I., Grillo F., Longo M., Furlanetto I., Ragazzi F., Obber S., Bonato T., Meneghetti F., Ferlito J., Saccardo L., Morari F. (2023). A farm-scale sustainability assessment of the anaerobic digestate application methods. *European Journal of Agronomy* **146** 126811
 - 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
 - Pleissner D., Händel N. (2023). Reduction of the Microbial Load of Digestate by the Cultivation of *Galdieria sulphuraria* Under Acidic Conditions. *Waste and Biomass Valorization*
 - Przygocka-Cyna K., Grzebisz W. (2020). The Multifactorial Effect of Digestate on the Availability of Soil Elements and Grain Yield and Its Mineral Profile—The Case of Maize. *Agronomy* **10** 275
 - Purohit P., Kandpal T.C. (2007). Techno-economics of biogas-based water pumping in India: An attempt to internalize CO₂ emissions mitigation and other economic benefits. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **11** 1208-1226
 - Ramirez-Islas M.E., Güereca L.P., Sosa-Rodriguez F.S., Cobos-Peralta M.A. (2020). Environmental assessment of energy production from anaerobic digestion of pig manure at medium-scale using life cycle assessment. *Waste Management* **102** 85-96
 - Ran Y., Bai X., Long Y., Ai P. (2022). Yield and Quality of Rice under the Effects of Digestate Application. *Agriculture* **12** 514
 - Ravina M., Genon G. (2015). Global and local emissions of a biogas plant considering the production of biomethane as an alternative end-use solution. *Journal of Cleaner Production* **102** 115-126
 - 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
 - Reinelt T., McCabe B.K., Hill A., Harris P., Baillie C., Liebetrau J. (2022). Field measurements of fugitive methane emissions from three Australian waste management and biogas facilities. *Waste Management* **137** 294-303
 - 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
 - Reza, M. T.; Coronella, C.; Holtman, K. M.; Franqui-Villanueva, D. & Poulson, S. R. (2016). Hydrothermal Carbonization of Autoclaved Municipal Solid Waste Pulp and Anaerobically Treated Pulp Digestate. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* **4** 3649-3658
 - 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
 - Ricco C.R., Finzi A., Guido V., Riva E., Ferrari O., Provolo G. (2021). Evaluation of ammonia emissions from filtration of digestate used for fertigation. *Journal of Agricultural Engineering* **52** 1187
 - 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
 - Rivera-Montenegro L., Valenzuela E.I., González-Sánchez A., Muñoz R., Quijano G. (2022). Volatile Methyl Siloxanes as Key Biogas Pollutants: Occurrence, Impacts and Treatment Technologies. *BioEnergy Research*
 - Rizzioli F., Bertasini D., Bolzonella D., Frison N., Battista F. (2023). A critical review on the techno-economic feasibility of nutrients recovery from anaerobic digestate in the agricultural sector. *Separation and Purification Technology* **306** 122690

- 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 460latilizat 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
- Sailer G., Comi J., Empl F., Silberhorn M., Heymann V., Bosilj M., Ouardi S., Pelz S., Müller J. (2022). Hydrothermal Treatment of Residual Forest Wood (Softwood) and Digestate from Anaerobic Digestion—Influence of Temperature and Holding Time on the Characteristics of the Solid and Liquid Products. *Energies* 15 3738
- Saju A., Ryan D., Sigurnjak I., Germaine K., Dowling D.N., Meers E. (2022). Digestate-Derived Ammonium Fertilizers and Their Blends as Substitutes to Synthetic Nitrogen Fertilizers. *Applied Sciences* 12 3787
- 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
- Sánchez-Martín L., Romero M.O., Llamas B., del Carmen Suárez Rodríguez M., Mora P. (2023). Cost Model for Biogas and Biomethane Production in Anaerobic Digestion and Upgrading. Case Study: Castile and Leon. *Materials* 16 359
- Savoie J.-M., Vedier R., Blanc F., Minvielle N., Rousseaut T., Delgenès J.-P. (2011). Biomethane digestate from horse manure, a new waste usable in compost for growing the button mushroom, *Agaricus bisporus*? *Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7) 2011*
- Schaum C., Fundneider T., Cornel P. (2016). Analysis of methane emissions from digested sludge. *Water Science and Technology* 73 1599-1607
- Scheutz C., Fredenslund A.M. (2019). Total methane emission rates and losses from 23 biogas plants. *Waste Management* 97 38-46
- Searchinger T., James O., Dumas P., Kastner T., Wirseniuss S. (2022). EU climate plan sacrifices carbon storage and biodiversity for bioenergy. *Nature* 612 27-30
- Sempere F., Sánchez C., Baeza-Serrano Á., Montoya T. (2022). Anoxic desulphurisation of biogas from full-scale anaerobic digesters in suspended biomass bioreactors valorising previously nitrified digestate centrate. *Journal of Hazardous Materials* 439 129641
- Shao Z., Chen H., Zhao Z., Yang Z., Qiu L., Guo X. (2022). Combined effects of liquid digestate recirculation and biochar on methane yield, enzyme activity, and microbial community during semi-continuous anaerobic digestion. *Bioresource Technology* 364 128042
- Shapovalov Y.B., Usenko S.A., Salyuk A.I., Tarasenko R.A., Shapovalov V.B. (2022). Sustainability of biogas production: using of Shelford's law. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1049 012023
- Shevidi A., Lizasoain J., Wlcek B., Frühauf S., Gronauer A., Bauer A. (2023). Biogas Production from Steam-Exploded Maize Stover: Results from Continuous Anaerobic Tank Bioreactor Tests. *Fermentation* 9 339
- Skrzypczak D., Trzaska K., Mikula K., Gil F., Izydorczyk G., Mironiuk M., Polomska X., Moustakas K., Witek-Krowiak A., Chojnacka K. (2023). Conversion of anaerobic digestates from biogas plants: Laboratory fertilizer formulation, scale-up and demonstration of applicative properties on plants. *Renewable Energy* 203 506-517
- 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
- Slepetiene A., Kochiieru M., Skersiene A., Mankeviciene A., Belova O. (2022a). Changes in Stable Organic Carbon in Differently Managed Fluvisol Treated by Two Types of Anaerobic Digestate. *Energies* 15 5876
- Soltanzadeh A., Mahdini M., Golmohammadpour H., Pournabaki R., Mohammad-Ghasemi M., Sadeghi-Yarandi M. (2022). Evaluating the potential severity of biogas toxic release, fire and explosion: consequence modeling of biogas dispersion in a large urban treatment plant. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 1-12
- 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
- Sumardiono S., Matin H.H.A., Hartono I.I., Choiruly L., Budiyo (2022). Biogas production from corn stalk as agricultural waste containing high cellulose material by anaerobic process. *Materials Today: Proceedings* **63** S477-S483
- Sun H., Bjerketorp J., Levenfors J.J., Schnürer A. (2020). Isolation of antibiotic-resistant bacteria in biogas digestate and their susceptibility to antibiotics. *Environmental Pollution* **266** 115265
- Sun Z.-F., Zhao L., Wu K.-K., Wang Z.-H., Wu J.-T., Chen C., Yang S.-S., Wang A.-J., Ren N.-Q. (2022). Overview of recent progress in exogenous hydrogen supply biogas upgrading and future perspective. *Science of The Total Environment* **848** 157824
- Szymanska M., Ahrends H.E., Srivastava A.K., Sosulski T. (2022). Anaerobic Digestate from Biogas Plants—Nuisance Waste or Valuable Product? *Applied Sciences* **12** 4052
- Tallou A., Aziz F., Garcia A.J., Salcedo F.P., Minaoui F.E.E., Amir S. (2022). Bio-fertilizers issued from anaerobic digestion for growing tomatoes under irrigation by treated wastewater: targeting circular economy concept. *International Journal of Environmental Science and Technology* **19** 2379-2388
- 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
- Tauber J., Parravicini V., Svardal K., Krampe J. (2019). Quantifying methane emissions from anaerobic digesters. *Water Science and Technology* **80** 1654-1661
- Tawfik A., Eraky M., Alhajeri N.S., Osman A.I., Rooney D.W. (2022). Cultivation of microalgae on liquid anaerobic digestate for depollution, biofuels and cosmetics: a review. *Environmental Chemistry Letters*
- 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
- Thomsen I.K., Olesen J.E., Møller H.B., Sørensen P., Christensen B.T. (2013). Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces. *Soil Biology and Biochemistry* **58** 82-87
- Tigni 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
- Trávníček P., Kotek L. (2015). Risks associated with the production of biogas in Europe. *Process Safety Progress* **34** 172-178
- Trávníček P., Kotek L., Junga P. (2017). Modelling of Consequences of Biogas Leakage from Gasholder. *Journal of Central European Agriculture, Journal of Central European Agriculture* **18** 15-28
- Trom, D. (1999). De la réfutation de l'effet NIMBY considérée comme une pratique militante. Notes pour une approche pragmatique de l'activité revendicative. *Revue française de science politique* **49** 31-50
- Tsapekos P., Khoshnevisan B., Zhu X., Treu L., Alfaro N., Kougias P.G., Angelidaki I. (2022). Lab- and pilot-scale anaerobic digestion of municipal bio-waste and potential of digestate for biogas upgrading sustained by microbial analysis. *Renewable Energy* **201** 344-353
- Tshikalange B., Oloade O., Jonas C., Bello Z.A. (2022). Effectiveness of cattle dung biogas digestate on spinach growth and nutrient uptake. *Heliyon* **8(3)** e09195
- Ulukardesler A.H. (2023). Anaerobic co-digestion of grass and cow manure: kinetic and GHG calculations. *Scientific Reports* **13** 6320
- 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
- Valenti G., Arcidiacono A., Ruiz J.A.N. (2016). Assessment of membrane plants for biogas upgrading to biomethane at zero methane emission. *Biomass and Bioenergy* **85** 35-47
- Van Puffelen J.L., Brienza C., Regelink I., Sigurnjak I., Adani F., Meers E., Schoumans O. (2022). Performance of a full-scale processing cascade that separates agricultural digestate and its nutrients for agronomic reuse. *Separation and Purification Technology* **297** 121501
- Van Vlierberghe C., 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
- Vargas-Estrada L., Hoyos E.G., Méndez L., Sebastian P.J., Muñoz R. (2023). Boosting photosynthetic biogas upgrading via carbon-coated zero-valent iron nanoparticle addition: A pilot proof of concept study. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* **31** 100952

- Velechovský J., Malík M., Kaplan L., Tlustoš P. (2021). Application of Individual Digestate Forms for the Improvement of Hemp Production. *Agriculture* **11** 1137
- Vergote T.L.I., Bode S., Dobbelaere A.E.J.D., Buysse J., Meers E., Volcke E.I.P. (2020). Monitoring methane and nitrous oxide emissions from digestate storage following manure mono-digestion. *Biosystems Engineering* **196** 159-171
- 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
- Vu Q.D., de Neergaard A., Tran T.D., Hoang Q.Q., Ly P., Tran T.M., Jensen L.S. (2015). Manure, biogas digestate and crop residue management affects methane gas emissions from rice paddy fields on Vietnamese smallholder livestock farms. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **103** 329-346
- 141** 231-239
- Vuolo M.R., Acutis M., Tyagi B., Boccasile G., Perego A., Pelissetti S. (2023). Odour Emissions and Dispersion from Digestate Spreading. *Atmosphere* **14** 619
- Wang D.-H., Zhu M.-Y., Lian S.-J., Zou H., Fu S.-F., Guo R.-B. (2022). Conversion of Renewable Biogas into Single-Cell Protein Using a Combined Microalga- and Methane-Oxidizing Bacterial System. *ACS ES&T Engineering* **2** 2317-2325
- Wang J., Zhao N., Zhang X., Jiang L., Kang Y.-R., Chu Y.-X., He R. (2022). Additional ratios of hydrolysates from lignocellulosic digestate at different hydrothermal temperatures influencing anaerobic digestion performance. *Environmental Science and Pollution Research*
- 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 N., Huang D., Bai X., Lin Y., Miao Q., Shao M., Xu Q. (2022). Mechanism of digestate-derived biochar on odorous gas emissions and humification in composting of digestate from food waste. *Journal of Hazardous Materials* **434** 128878
- Wang Q., Cheronis J., Higgins B. (2021). Acclimation of an algal consortium to sequester nutrients from anaerobic digestate. *Bioresource Technology* **342** 125921
- 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
- Wang W., Chang J.-S., Lee D.-J. (2023). Anaerobic digestate valorization beyond agricultural application: Current status and prospects. *Bioresource Technology* **373** 128742
- 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*
- Wang Z., Sun G., Zhang L., Zhou W., Sheng J., Ye X., Olaniran A.O., Kana E.B.G., Shao H. (2022). Aging Characteristics and Fate Analysis of Liquid Digestate Ammonium Nitrogen Disposal in Farmland Soil. *Water* **14** 2487
- Wang Z., He P., Huang Y., Zhang N., Qiu J., Zhang H., Lü F. (2022a). Molecular Behavior of Dissolved Organic Matter in Liquid Digestate from Biogenic Waste during Electrodialysis Treatment: Reserve, Transfer, or Foul the Membrane? *ACS EST Water*
- Weckerle T., Ewald H., Guth P., Knorr K.-H., Philipp B., Holert J. (2022). Biogas digestate as a sustainable phytosterol source for biotechnological cascade valorization. *Microbial Biotechnology*
- 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
- Weissbach D., Herrmann F., Ruprecht G., Huke A., Czernski K., Gottlieb S., Hussein A. (2018). Energy intensities, EROI (energy returned on invested), for electric energy sources. *The European Physical Journal Web of Conferences* **189**, 16
- Weithmann N., Möller J.N., Löder M.G.J., Piehl S., Laforsch C., Freitag R. (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Science Advances* **4** 8060
- Weldon S., Rivier P.-A., Joner E.J., Coutris C., Budai A. (2022). Co-composting of digestate and garden waste with biochar: effect on greenhouse gas production and fertilizer value of the matured compost. *Environmental Technology* 1-11
- Werkneh A.A. (2022). Biogas impurities: environmental and health implications, removal technologies and future perspectives. *Heliyon* **8** e10929
- Whelan M.J., Everitt T., Villa R. (2010). A mass transfer model of ammonia volatilization from anaerobic digestate. *Waste Management* **30** 1808-1812
- Wiater J. (2022). Sequential Analysis of Phosphorus Compounds Contained in the Substrates and the Digestate. *Water* **14** 3655

- Wolak I., Bajkacz S., Harnisz M., Stando K., Męcik M., Korzeniewska E. (2023). Digestate from Agricultural Biogas Plants as a Reservoir of Antimicrobials and Antibiotic Resistance Genes—Implications for the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20 2672
- Xiaohua W., Chonglan D., Xiaoyan H., Weiming W., Xiaoping J., Shangyun J. (2007). The influence of using biogas digesters on family energy consumption and its economic benefit in rural areas—comparative study between Lianshui and Guichi in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11 1018-1024
- Xie M., Cai X., Xu Z., Zhou N., Yan D. (2022). Factors contributing to abandonment of household biogas digesters in rural China: a study of stakeholder perspectives using Q-methodology. *Environment, Development and Sustainability* 24 7698-7724
- Xie T., Herbert C., Zitomer D., Kimbell L., Stafford M., Venkiteswaran K. (2023). Biogas conditioning and digestate recycling by microalgae: Acclimation of *Chlorella vulgaris* to H₂S-containing biogas and high NH₄-N digestate and effect of biogas: Digestate ratio. *Chemical Engineering Journal* 453 139788
- 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
- Yang Z., Lü F., Hu T., Xu X., Zhang H., Shao L., Ye J., He P. (2022). Occurrence of macroplastics and microplastics in biogenic waste digestate: Effects of depackaging at source and dewatering process. *Waste Management* 154 252-259
- 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
- Zaffar N., Ferchau E., Heilmeyer H., Boldt C., Salcedo L.D.P., Reitz T., Wiche O. (2023). Enrichment and chemical fractionation of plant nutrients, potentially toxic and economically valuable elements in digestate from mesophilic and thermophilic fermentation. *Biomass and Bioenergy* 173 106779
- Zeng D., Jiang Y., Schneider C., Su Y., Hélix-Nielsen C., Zhang Y. (2023). Recycling of acetate and ammonium from digestate for single cell protein production by a hybrid electrochemical-membrane fermentation process. *Resources, Conservation and Recycling* 188 106705
- Zeng J., Xu R., Sun R., Niu L., Liu Y., Zhou Y., Zeng W., Yue Z. (2020). Evaluation of methane emission flux from a typical biogas fermentation ecosystem in China. *Journal of Cleaner Production* 257 120441
- Zeng Q., Zhen S., Liu J., Ni Z., Chen J., Liu Z., Qi C. (2022). Impact of solid digestate processing on carbon emission of an industrial-scale food waste co-digestion plant. *Bioresource Technology* 127639
- Zerback T., Schumacher B., Weinrich S., Hülsemann B., Nelles M. (2022). Hydrothermal Pretreatment of Wheat Straw—Evaluating the Effect of Substrate Disintegration on the Digestibility in Anaerobic Digestion. *Processes* 10 1048
- Zhang Y., Zhang H., Dong X., Yue D., Zhou L. (2022). Effects of oxidizing environment on digestate humification and identification of substances governing the dissolved organic matter (DOM) transformation process. *Frontiers of Environmental Science & Engineering* 16
- 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
- Zheng X., Zou D., Wu Q., Wang H., Li S., Liu F., Xiao Z. (2022). Review on fate and bioavailability of heavy metals during anaerobic digestion and composting of animal manure. *Waste Management* 150 75-89
- 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
- Zuffi V., Puliga F., Zambonelli A., Trincone L., Sanchez-Cortes S., Francioso O. (2023). Sustainable Management of Anaerobic Digestate: From Biogas Plant to Full-Scale Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Agronomy* 13 950

Articles de presse nationale

- 2023-05-11 *La Tribune Bordeaux* : La filière biogaz en panne malgré la belle dynamique régionale. Par Pierre Cheminade
- 2023-05-09 *Sud-Ouest* : Nérac : le Hackathon des lycéens remplit ses objectifs. Par Hervé Vannier
- 2023-04-30 *Ouest-France* : Méthanisation dans le Morbihan. Pourquoi, comme à Grand-Champ, tous les projets n'aboutissent pas. Par Julie Schittly et Patrick Groguenec
- 2023-04-30 *Ouest-France* : Méthanisation dans le Morbihan. Un développement qui ralentit et des inquiétudes qui grandissent. Par Julie Schittly

Méthanisation : Observations du CSNM

- 2023-03-15 *Web-Agri* : Les pulpes de betteraves, un co-produit de plus en plus rare ? Par Alice Peucelle
- 2023-03-14 *Le Courrier Indépendant* : Pollution de cours d'eau : un éleveur du centre Bretagne convoqué au tribunal.
- 2023-03-13 *Mediapart* : Douze députés, six sénateurs et trois ministres sont actionnaires de TotalEnergies. Par Mickaël Correia, Ilyies Ramdani et Antton Rouget
- 2023-03-09 *Le Dauphiné Libéré* : Ces riverains d'une unité de méthanisation vivent un enfer : « dès qu'il y a du vent du sud, ça pue ». Par A.H.
- 2023-03-09 *Ouest-France* : Ce méthaniseur de l'Anjou est une menace pour l'élevage, dit la confédération paysanne.
- 2023-03-02 *Le Courrier Cauchois* : Terres de Caux. Au collège les déchets finissent en biogaz.
- 2023-03-02 *Reporterre* : « Non à l'usine à gaz » : la lutte contre les méthaniseurs s'intensifie. Par Léa Dang
- 2023-03-01 *Ouest-France* : Près de Cholet, le méthaniseur de Bioénergie est vertueux, mais devra s'adapter pour survivre. Par Vincent Danet
- 2023-02-22 *Ouest-France* : Saint-Aignan. Un habitant alerte sur la pollution d'un ruisseau.
- 2023-02-16 *Le Télégramme* : Pollution d'un affluent du Mougau : le conseiller départemental Kévin Faure réclame un dépôt de plainte.
- 2023-02-16 *La Dépêche* : Verniolles. Les écoliers ont découvert les secrets de production du « gaz vert ».
- 2023-02-15 *Le Télégramme* : A Commana, la pollution d'un affluent du Mougau attribuée au GAEC Tourmel. Par Gwendal Hameury et Monique Kéromnès
- 2023-02-14 *La France Agricole* : « Si ça continue, on va enterrer la méthanisation agricole ». Par Corinne le Gall
- 2023-02-06 *L'Union* : Le Préfet de la Marne met en demeure Méthabaz, vaste site de méthanisation proche de Reims. Par Guillaume Lévy
- 2023-01-11 *Sentinelles de la Nature* : Alerte n°25319, <https://sentinellesdelanature.fr/alerte/25319/>
- 2023-02-01 *Courrier Picard* : Les pulpes de betteraves partent dans les méthaniseurs, l'éleveur de Lignière-Chatelain s'appête à vider ses hangars. Par Benoît Delespierre
- 2023-01-30 *Web-Agri* : En Bretagne. La méthanisation se bat pour son avenir. Par Cécile Julien
- 2023-01-24 *Le Républicain Lorrain* : Schalback. La Chaleur : l'utile sous-produit de la méthanisation.
- 2023-01-17 *Le Télégramme* : Un coup de frein à la méthanisation agricole. Par Jean Le Borgne
- 2023-01-16 *France Bleu Mayenne* : Les méthaniseurs « sont beaucoup moins voire plus rentables » en Mayenne à cause de la crise de l'énergie. Par Marcellin Robine
- 2023-01-15 *L'Usine Nouvelle* : La bataille pour les biodéchets fait rage. Par Pierre-Henri Girard Claudon
- 2023-01-07 *Web-Agri* : Méthanisation. Face à la Flambée de l'Énergie, les agri méthaniseurs appelés à la vigilance.
- 2023-01-05 *Ouest-France* : Nantes. Le développement des microcentrales biogaz de Naoden coupé dans son élan. Par Yasmine Tigoé
- 2022-12-22 *L'Aisne Nouvelle* : Un feu sans gravité à Bourguignon-sous-Coucy, au sein d'une entreprise de méthanisation. Par Vincent Guille
- 2022-12-17 *Ouest-France* : Méthanisation du Point Fort dans la Manche : la médiation patine, les déchets restent. Par Christophe Leconte
- 2022-11-25 *Delaware State News* : Guest commentary: Biogas energy will “exacerbate climate change”. Par Greg Layton
- 2022-11-24 *Le Nouvel Economiste* : Deux millions d'Euros pour le méthaniseur du zoo de Thoiry. Par A.T.
- 2022-11-23 *Le Télégramme* : Méthaniseur : le Conseil Municipal de La Chapelle-Neuve ouvert au public. Par Riwan Marhic
- 2022-11-21 *L'Union* : Les prix de l'électricité menacent le futur des méthaniseurs. Par Maxime Mascoli
- 2022-11-21 *Ouest-France* : Accident du travail : Electrocuté, un homme grièvement brûlé dans le Maine-et-Loire. Par Cyprien Mercier
- 2022-11-11 *La Nouvelle République* : Loir-et-Cher : la difficile équation du méthaniseur de Lamotte-Beuvron. Par Pierre Calmeilles
- 2022-11-08 *L'Union* : Près de Reims, un gros site de méthanisation retoqué par le Préfet et refusé par un Maire. Par Guillaume Lévy
- 2022-10-31 *La Nouvelle République* : Dans les Deux-Sèvres, des méthaniseurs bien implantés, mais en perte de vapeur.
- 2022-10-31 *Web-Agri* : Méthanisation. Hausse des charges : il y a de l'eau dans le gaz pour les méthaniseurs. Par Delphine Scohy
- 2022-10-24 *Le Journal du Pays Yonnais* : Dompierre-sur-Yon : les agriculteurs : « Dans tout cela ... où est la transition écologique ? »
- 2022-10-24 *L'Usine Nouvelle* : Avec le bon du nombre de méthaniseurs, la bataille fait rage en France pour capter les déchets de l'agroalimentaire. Par Pierre-Henry Girard-Claudon

Méthanisation : Observations du CSNM

- 2022-10-05 *Le Messager* : Méthaniseur de Vinzier : après le fiasco financier, l'intercommunalité va reprendre la main. Par Juliette Barot
- 2022-09-29 *Réussir* : Méthanisation : la filière biogaz consomme 370 000 hectares de cultures (étude). Par Christian Gloria
- 2022-09-22 *La Gazette du Morbihan* : Transparence Chapelle-Neuve 56. Pétition interdite sur le marché.
- 2022-09-15 *Mediapart* : Denrées alimentaires : l'insatiable appétit des méthaniseurs. Par Raphaël Baldos
- 2022-09-14 *Reporterre* : Méthanisation : Les géants du gaz dépouillent les agriculteurs. Par Julie Lallouet-Geffroy
- 2022-09-12 *Actu Environnement* : D'ici à 2050, une concurrence entre méthanisation et besoins d'élevage est à prévoir. Par Félix Gouty
- 2022-09-09 *La France Agricole* : Des déséquilibres de biomasse au niveau régional. Par Laurine Mongenier
- 2022-09-09 *La république des Pyrénées* : Un camion d'une unité de méthanisation se renverse sur la D24. Par N. Sabathier
- 2022-09-09 *Cultivar* : La disponibilité des substrats à surveiller avec l'essor de la méthanisation. Par Cultivelle
- 2022-09-06 *Rue 89* : La présidente de la commission environnement du Grand-Est coupable de prise illégale d'intérêts. Par Thibault Vetter
- 2022-09-05 : *La Nouvelle République* : Idec, méthaniseur : Le Maire contre-attaque. Par Pierre Calmeilles
- 2022-09-02 *Réussir* : La méthanisation concurrence-t-elle l'élevage ? L'exemple Breton.
- 2022-08-30 *Chassons.com* : Invasion de pigeons au Neubourg (Eure) : les chasseurs autorisés à utiliser des carabines à plombs
- 2022-08-27 *France 3 Normandie* : Face à la prolifération des pigeons, la ville du Neubourg dans l'Eure autorise leur chasse. Par Julie Howlett
- 2022-08-25 *La France Agricole* : « Le fourrage doit aller en priorité aux animaux », pas aux méthaniseurs
- 2022-08-23 *L'Ardennais* : Girondelle : une pollution de la rivière Sormonne sur 4,5 km. Par Nicolas Perrin
- 2022-08-22 *L'Union* : Un ouvrier dans un état d'urgence absolue après s'être intoxiqué dans une usine de méthanisation à Anguilcourt-le-Sart. Par Yves Klein
- 2022-08-22 *Le Courrier Picard* : Grave intoxication dans un méthaniseur : un homme en urgence absolue dans l'Aisne. Par Yves Klein
- 2022-08-20 *France Bleu Mayenne* : Une tonne à lisier de 20000 litres tombe dans un fossé à Landivy. Par Marcellin Robine
- 2022-08-13 *La Voix du Nord* : Unité de méthanisation : des banderoles du collectif volées et dégradées, « un climat pas serein ». Par Christelle Jeudy
- 2022-08-13 *Le Courrier Picard* : Bien gérer son eau, un impératif. Par Lisa Rodrigues
- 2022-08-09 *Le Télégramme* : Sécheresse : « Les éleveurs avant les méthaniseurs », réclame la FDSEA 35
- 2022-08-09 *Ouest-France* : Sécheresse en Ille-et-Vilaine : du maïs pour les bêtes, moins pour les méthaniseurs. Par Laurent Le Goff
- 2022-08-05 *La Dépêche* : Gers : à Castelnaud-Barbarens, un projet de méthaniseur fait grincer des dents. Par Aeimen Benallouche
- 2022-07-28 *Le Dauphiné Libéré* : Eau d'Evian. Mal conçu, le méthaniseur pollue et coûte cher.
- 2022-07-25 *La Gazette de la Manche, d'Iles et Vilaine et de la Mayenne* : Pollution : 400 kg de poissons retrouvés morts dans l'étang communal de Lapenty. Par Corentin Gouriou
- 2022-06-23 *Rue 89* : Près de Mulhouse un méthaniseur menace l'habitat d'un papillon rare et protégé. Par Danae Corte
- 2022-06-07 *Le Progrès* : Pollution de la Doye et du Valouson : des scientifiques tirent la sonnette d'alarme. Par Karine Jourdan
- 2022-06-05 *Le Télégramme* : En pays de Douarnenez, qui veut épandre des boues sur ses parcelles ?
- 2022-06-02 *L'Est Républicain* : Hameau de Leupe : Le prérapport confidentiel de l'expert international confirme la pollution agricole. Par Christine Rondot
- 2022-05-27 *Voix du Jura* : Jura. Une catastrophe écologique pour les rivières du Valouson et la Doye en petite montagne. Par Cédric Perrier
- 2022-05-20 *L'Union* : L'impact de la méthanisation sur la perdrix grise à l'étude pour un an dans l'Oise. Par Oriane Maerten
- 2022-05-19 *L'Oise Agricole* : La plaine manque d'eau et l'inquiétude gagne les agriculteurs : «Alain Gille craint aussi la concurrence entre les éleveurs et les détenteurs d'unités de méthanisation sur les pulpes de betteraves»
- 2022-05-19 *Le Courrier Picard* : L'impact de la méthanisation sur la perdrix grise à l'étude pour un an dans l'Oise. Par Oriane Maerten
- 2022-03-26 *Le Républicain Lorrain* : L'unité de méthanisation divise : la première adjointe démissionne
- 2022-03-07 *La Commère 43* : Tence : un accord trouvé avec l'agriculteur responsable d'une pollution au lisier dans la rivière.

Méthanisation : Observations du CSNM

- 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* ». Par Antoine Perrot
- 2022-02-02 *Réussir* : 200 000 € : forte amende pour grand projet. La taille des unités de méthanisation en question. Par MA. Carré
- 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
- 2022-01-02 *L'Est Républicain* : Rarécourt. Un mois sans eau : La méthanisation pointée du doigt. Par Richard Raspes
- 2021-12-28 *La Nouvelle République* : La fuite à l'unité de méthanisation de Combrand interroge riverains et agriculteurs. Par Maëva Bay
- 2021-12-27 *Le Télégramme* : Une pollution de la Flèche constatée à Plougar. Par Laura Baudier
- 2021-12-20 *Ouest-France* : Près de Bressuire. Unité de méthanisation : à Combrand, du digestat se déverse dans un ruisseau. Par Justine Brichard
- 2021-11-30 *Ouest-France* : Sarthe. Méthanisation : « Les agriculteurs ont un défi à relever ». Par Isabelle Julien
- 2021-10-14 *Le Maine Libre* : Courceboeufs. Les opposants à la méthanisation demandent le soutien des élus.
- 2021-08-31 *Républicain Lorrain* : Méthanisation : intéressant mais pour qui ? Par Philippe Besancenet
- 2021-07-30 *Le Journal du Pays Yonnais* : Vendée : une entreprise devant le tribunal pour pollution de l'eau.
- 2021-07-30 *Ouest-France* : Vendée. La pollution d'un cours d'eau jugée à La Roche-sur-Yon.
- 2021-07-23 *L'Ardennais* : Le jeune Jean Minon, originaire de Coucy, est décédé ce vendredi midi dans un accident de moto. Par Pauline Godart
- 2021-07-18 *Le Télégramme* : La rivière La Flèche de nouveau polluée entre Plougar et Saint-Derrien. Par Monique Kéromnès
- 2021-05-06 *La Charente Libre* : Saint-Maurice-des-Lions : Une tonne à lisier se couche dans le fossé.
- 2021-05-05 *Ouest-France* : Ille et Vilaine. Méthanisation : Craintes des jeunes agriculteurs, hausse des prix du fourrage
- 2021-04-27 *L'Eveil* : Importante pollution au lisier sur la Sérigoule à Tence.
- 2021-04-05 *Réussir* : Méthanisation : « J'ai arrêté les CIVE d'été épuisantes pour les sols » (GAEC Chiron). Par Christian Gloria
- 2021-03-27 *La Gazette du Centre Morbihan* : Pourquoi la justice enquête-t-elle sur Liger à Locminé ?
- 2021-03-17 *Sud-Ouest* : Landes : pollution au digestat dans le lac de Lourden, à Aire-sur-l'Adour. Par Karen Bertail et Charles Lattéradé
- 2021-03-12 *L'Union* : A Bourgogne-Fresnes le Maire constate deux irrégularités dans le chantier du méthaniseur. Par Antoine Pardessus
- 2021-03-10 *La Dépêche-Le Petit Meunier* : Produits celluloseux _ Concurrence entre nutrition animale et méthanisation concernant les écarts de triage des céréales
- 2020-11-30 *Ouest-France* : Durtal. De vifs échanges autour de la méthanisation.
- 2020-11-26 *L'Est Républicain* : Biomasse. Le CESER freine les ardeurs de la Région. Par X.B.
- 2020-11-14 *Grands Troupeaux* : Le biogaz contre les éleveurs. « Trop de fourrages finissent dans les méthaniseurs »
- 2020-10-18 *Réussir* : Les unités agricoles avec effluents ne font pas flamber le prix du maïs. Par C.P.
- 2020-10-07 *L'Ardennais* : Sud Ardennes. La méthanisation fait débat. Par Sylvain Falize
- 2020-10-06 *L'Eclair de Châteaubriand* : Loire-Atlantique : A Puceul, le projet de méthanisation industrielle grandit et divise toujours plus. Par Cécile Rossin
- 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
- 2020-09-18 *Ouest-France Bretagne/Finistère* : La centrale biogaz épinglée dès le printemps. Par Carole Tymen
- 2020-09-04 *L'Union* : A Athies-sous-Laon, l'association ARIVELAC dénonce un chantier non conforme. Par Yves Klein
- 2020-08-26 *Ouest-France* : Agriculture. La méthanisation agricole à la française inquiète.
- 2020-08-25 *Le Télégramme* : A Beuzec-Cap-Sizun, le méthaniseur veut s'étendre avec des dispositifs de sécurité renforcés.
- 2020-07-18 *Le Dauphiné Libéré* : Méthaniseur à Montagnieu : une banderole qui dérange ?
- 2020-07-16 *France 3* : En deux Sèvres la pénurie de paille devient récurrente. Par Stéphane Hamon
- 2020-03-03 *Le Télégramme* : L'extension de l'unité de méthanisation de Cap Métha fait débat en Conseil Municipal.

Méthanisation : Observations du CSNM

- 2020-02-08 *Ouest-France* : Plouha. Face à face tendu entre manifestants et agriculteurs contre les projets de méthaniseurs.
- 2020-01-07 *La Dépêche* : Le Garric. Des banderoles contre le méthaniseur au Garric vandalisées.
- 2019-10-17 *La Semaine de l'Allier* : A Hauterive, ils disent non au méthaniseur. Par Denis Chervaux
- 2019-09-16 *La Montagne* : Une benne se renverse sur la route de Saint-Flour, à Brioude : la circulation coupée. Par Eglantine Ferey.
- 2019-09-13 *L'Eclair* : Prés de Châteaubriand, la Préfecture prend un arrêté de mise en demeure contre l'usine de méthanisation Valdis.
- 2019-09-02 *La Dépêche* : Eure. Le projet de méthanisation à Prey : une consultation pour rien ? Par Ch. G.
- 2019-07-09 *L'Ardennais* : Accident mortel sur le chantier de l'usine de méthanisation, à Herpy l'Arlésienne. Par Sylvain Falize
- 2019-06-27 *Le Télégramme* : Plouvorn. Explosion dans une cuve de méthanisation
- 2019-06-14 *La Voix du Nord* : Arrageois-Ternois – la méthanisation agricole, une énergie agricole en plein essort. Les méthaniseurs à la frontière viennent chercher leurs « déchets » en France. Par Lisa Lasselin
- 2019-04-05 *Ouest-France* : Orne, après une chute de 6 mètres, le jeune ouvrier décède. Par Jennifer Chainay
- 2019-03-26 *La Voix du Nord* : Bailleul : Les agriculteurs vont proposer un autre terrain pour le méthaniseur. Par Simon Caenen
- 2019-03-14 *L'Est Eclair* : Méthanisation dans le Grand-Est : les soupçons du Canard Enchaîné.
- 2019-03-13 *Le Canard Enchaîné* : Méthanisation : des affaires qui sentent le gaz. Par Christophe Labbé
- 2019-03-04 *Ouest-France* : Le Teilleul. Unité de méthanisation : des travaux exigés. Par Hélène Hiriart
- 2019-01-22 *Le Courrier de l'Ouest* : Ombree d'Anjou, incendie à Méta Bio Energies : quatre hospitalisations
- 2018-10-12 *L'Union* : La DREAL Grand-Est fait le ménage sur son site internet. Par Guillaume Lévy
- 2018-09-27 *L'Union* : Projets de méthanisation : une institution appelle à « repérer et isoler les opposants ». Par Guillaume Lévy
- 2018-06-07 *La Dépêche* : Un employé de 35 ans en urgence absolue après un accident du travail
- 2018-05-31 *Courrier de l'Ouest* : Treize exploitations autour du Tremblay. Par Marie-Hélène Moron
- 2018-05-02 *L'Eclair* : Soudan : Le site de compostage pollué ?
- 2016-01-14 *France Bleu Berry* : Feux : La méthanisation pas en odeur de sainteté. Par Michel Benoît
- 2015-04-10 *Le Télégramme* : Saint-Gilles-du-Mené. Incendie à l'usine de méthanisation
- 2013-08-03 *La Nouvelle République* : Deux intoxications au gaz issu des boues d'abattoir

Arrêtés Préfectoraux de Mises En Demeures et d'Urgence (AP) et de Permis de Construire (PC), Rapports d'Inspection (RI)

- 2023-03-08 (RI 0003013591/NK/AG) : Rapport d'inspection des installations classées, DREAL du Bas-Rhin, visite d'inspection du 08-03-2023. Métha 2S à Rittershoffen
- 2023-03-06 (AP n°2023/DRIEE/UD77/032) : arrêté du 6 mars 2023, Préfecture de Seine-et-Marne. SAS Plaine de France Energies
- 2023-01-17 (AP n°12-2023-01-17-00003) : arrêté du 17 janvier 2023, Préfecture de l'Aveyron. EARL Lac de Matefan
- 2022-10-24 (PC 051075 18 K0008-M02) : arrêté du 24 oct. 2022, Préfecture de Seine-et-Marne. SAS Méthabaz-Engie
- 2022-06-07 : arrêté du 7 juin 2022, Préfecture du Morbihan. SARL Moulin du Kérollet
- 2022-05-04 : (AP n°12-2022-05-04-00001) : arrêté du 4 mai 2022, Préfecture de l'Aveyron. EARL Lac de Matefan
- 2022-DCL-BENV-590 : arrêté du 23 mai 2022, Préfecture de Vendée. SCEA Les Grives aux Loups
- 2022-DCL-BENV-547 : arrêté du 6 mai 2022, Préfecture de Vendée. SCEA Les Grives aux Loups
- 2022-02-28 : arrêté du 28 février 2022 DDPP-SE-2022-02-28, Préfecture de l'Isère. SAS de la Limone
- 2021-12-30 : arrêté du 30 décembre 2021 20212323, Préfecture du Puy-de-Dôme. SAS Méthélec
- 2021-12-27 : arrêté du 2è décembre 2021 AP-2021-70-DREAL, Préfecture du Jura. Agro Energie des Collines
- 2021-11-22 : arrêté du 22 novembre 2021 PCICP2021326-0001. Préfecture de l'Aube. SAS Launoy ETA
- 2021-11-09 : arrêté du 9 novembre 2021, Préfecture du Morbihan. SARL Biowatt
- 2021-11-03 : arrêté du 3 novembre 2021, Préfecture du Puy-de-Dôme. SAS Méthélec
- 2021-09-02 : arrêté du 2 septembre 2021 52-2021-09-0006, Préfecture de Haute-Marne. MDP Biogaz
- 2021-08-12 : arrêté du 12 août 2021 52-2021-08-00071, Préfecture de la Haute-Marne. SAS Méthamance
- 2021-06-15 : arrêté du 12 juin 2021, Préfecture des Côtes d'Armor. GAEC de la Croix Pierre
- 2021-05-05 : arrêté du 5 mai 2021 PCICP2021125-0001, Préfecture de l'Aube. SAS Launoy ETA
- 2021-04-13 : arrêté du 13 avril 2021, Préfecture du Lot. SAS Bioquercy
- 2020-12-24 : arrêté du 24 décembre 2020, Préfecture du Morbihan. SAS Kersinergie

Méthanisation : Observations du CSNM

- 2020-11-06 : arrêté du 6 novembre 2020 PCICP2020311-0003, Préfecture de l'Aube. Bio'Seine
- 2020-09-17 : arrêté du 17 septembre 2020 959, Préfecture de la Côte d'Or. SARL Métha Gauthier
- 2020-09-17 : arrêté de mesure d'urgence DDCSPP-PPP-2020261-0001, arrêt d'exploitation, Préfecture de l'Aube. SAS Dampierre Energies Renouvelables
- 2020-08-27 : arrêté du 27 août 2020 905, Préfecture de la Côte d'Or. SARL Métha Gauthier
- 2020-08-24 : arrêté du 24 août 2020 2020-1955, Préfecture de la Meuse. SAS Méthagri Meuse
- 2020-08-12 : arrêté du 12 août 2020, Préfecture du Finistère. Centrale Biogaz de Kastellin
- 2020-07-24 : arrêté du 24 juillet 2020 449/2020/DREAL/U88, Préfecture des Vosges. SAS EV6 Energies
- 2020-07-20 : arrêté du 20 juillet 2020 DDPP-IC-202007-19, Préfecture de l'Isère. SAS de la Limone
- 2020-06-05 : arrêté du 5 juin 2020, dossier 10306D-IC/2020/096, Préfecture de l'Aisne. Athies Méthanisation
- 2020-05-04 : arrêté (mise en demeure et astreinte) du 4 mai 2020, Préfecture du Loiret. Beauce Gâtinais Biogaz
- 2019-12-19 : arrêté du 19 décembre 2019, dossier 2019-1722, Préfecture du Cantal. SAS Salers Biogaz
- 2019-10-11 : arrêté du 11 octobre 2019, Préfecture de Loire-Atlantique. SAS Méthawald, ex Méthavenir
- 2019-08-27 : arrêté du 27 août 2019, Préfecture du Loiret. Beauce Gâtinais Biogaz
- 2019-08-01 : arrêté du 1 août 2019, Préfecture du Finistère. SAS Biomasse Energie du Léon
- 2019-05-13 : arrêté du 13 mai 2019 19-DRTCAJ/1-222, Préfecture de Vendée. SAS Biogasy-SARIA

Les 30 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
Jouany Jean-Pierre	Directeur de Recherches	INRAE de Theix, retraité	Biologie, Chimie, Physique
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

Méthanisation : Observations du CSNM

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