

Observations du CSNM
vis-à-vis de
la méthanisation en général

Février 2024



CSNM

Collectif Scientifique National Méthanisation raisonnable

<https://twitter.com/CSNM9> <https://cnvmch.fr>
csmraison@gmail.com
CNVMch <https://cnvmch.fr>
© CNVMch/CSNM

Nous assistons à un développement de la filière méthanisation sans précédent (Fig.1) 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, ils 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.

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, 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 grand public, des mises en demeure Préfectorales et Questions écrites et orales des parlementaires, découlant de ces faits.

Cartographies du CSNM et album photo

- La database d'accidents (438 accidents sur 270 sites) :
https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1PtVRLb8cqaijStrw55KcCvqf_38QoZLS&usp=sharing
- La database de collectifs et associations de Riverains (331 collectifs sur 303 communes) :
https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1PtVRLb8cqaijStrw55KcCvqf_38QoZLS&usp=sharing
- La database des Mairies et Préfectures contre (232 Mairies-Préfectures) :
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

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 (pré conflit Ukraine-Russie) en France.

Telle qu'elle se développe, la méthanisation en France consiste à créer du néométhane 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.

Elle appauvrit 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.

Déjà questionnée aujourd'hui et impactée par de multiples effets, elle 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).

Soit moins de 6 % de la consommation de gaz naturel, cette dernière ne cesse d'augmenter. C'est une fuite en avant consommatrice sans but de modération.

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.

La méthanisation représente des risques physiques, sanitaires et financiers, en premier lieu pour les agriculteurs eux-mêmes.

L'écocidité de la méthanisation est avérée : champignons et micro-organismes des sol, leur biodiversité, insectes, poissons, crustacés, mollusques, vers de terre, ... tous sont affectés.

L'accidentologie en hausse de la méthanisation, est passée de 6 accidents par an pour 1000 méthaniseurs avant 2015, à plus de 48 (plus de 8 fois plus !) depuis 2015. Ceci est dû à un subventionnement hors normes en regard de l'énergie délivrée, et des modifications règlementaires tendant à l'autocontrôle en mode "juge et partie". Les plus grosses structures méthanisantes sont les plus accidentogènes. Ce sont généralement des injecteurs gérés par des grands groupes de l'énergie.

Elles représentent :

- pour la construction des méthaniseurs en moyenne plus de 1 000 000 € par emploi direct créé (plus de 2 Mds d'€ minimum au total),
- 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, la moitié de la consommation de gaz naturel !).
- elles ne profitent pas aux agriculteurs vertueux et de tailles modestes pratiquant une agriculture durable, mais aux multinationales de l'énergie et au systèmes agricoles intensifs (cultures et élevages), délétères pour les sols et la souveraineté alimentaire à long terme. Leur attribution correspond à un système injuste.

Tout le long de la chaîne de production, elles sont avérées et sanitairesment 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.

Neutralité

Néométhane

Energie

La méthanisation appauvrit les sols

Souveraineté alimentaire de la France

Plus de 1900 sites de méthanisation

Pollutions

Risques

Ecocidité

Accidentologie

Subventions

Emissions variées

Les CIVEs ne sont pas des CIPANs

Densité galopante, risques inconsidérés

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 (Fig.2). Vu les projets en instance, dans toutes ces régions et au niveau national (Fig.3) 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 (Aa).

- (Aa) 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
- Réussir 2022-11-15
- Voix du Jura 2022-05-27
- ...

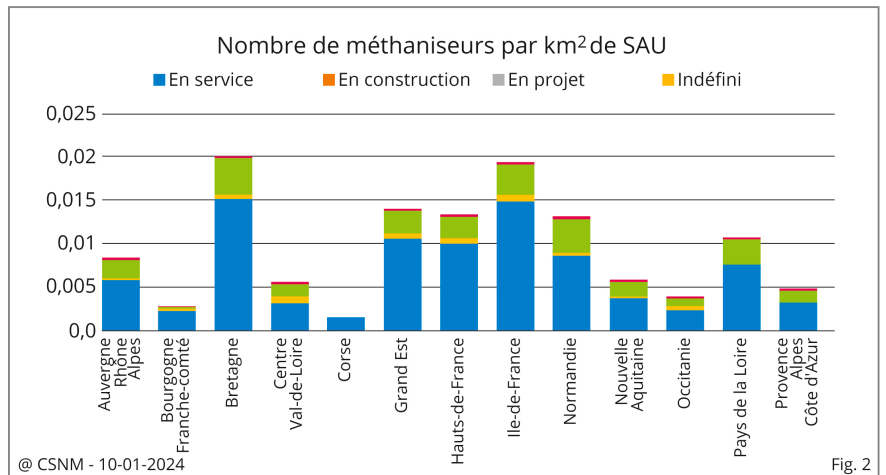
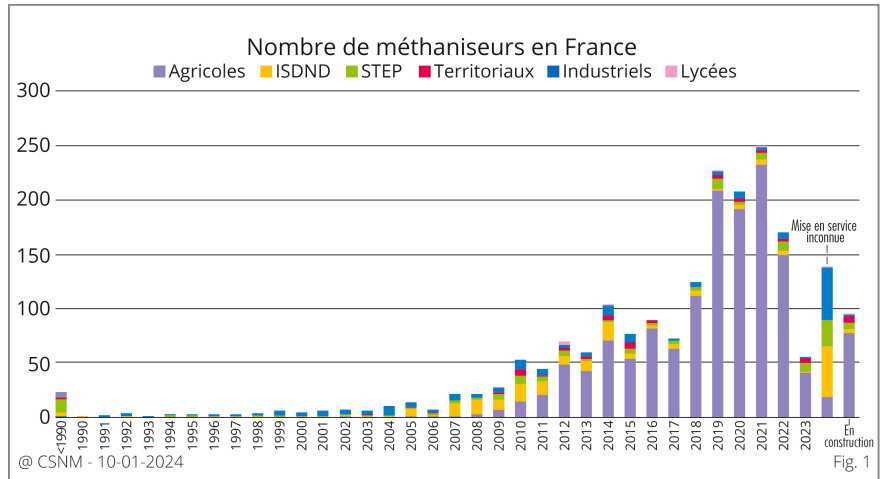
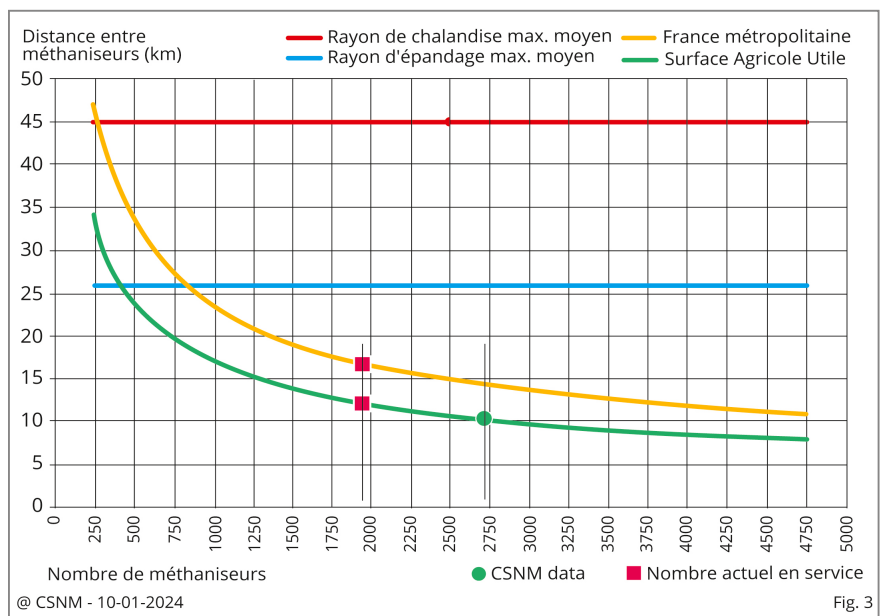


Fig.3 Distance moyenne entre méthaniseurs en fonction du nombre de méthaniseurs sur la surface métropolitaine (courbe jaune) et sur la SAU métropolitaine (courbe verte). Les rayons de chalandise et d'épandage maximums moyens sont déjà supérieurs aux distances moyennes entre méthaniseurs.



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) (Fig.3), 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 (1).

Risques physiques

Ces usines ATEX représentent un danger pour les exploitants ainsi que pour les riverains et les SDIS. Depuis 2015 et encore récemment, des études scientifiques (2-5) 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 (6-9) ou détectent des pollutions des sols après épandages (10) 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.

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 (11). 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 (TotalEnergies, Engie, Shell, BP, ENI, Véolia, Suez, Exxon ...). 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 § "Cycle de vie, Taux de Retour Énergétique, Viabilité économique" page 21) .

Vu les faibles retours énergétiques, dans le cas de l'injection, seules les grosses structures peuvent espérer une rentabilité financière, et même dans ce cas, de petites fluctuations influent lourdement sur la rentabilité (12)

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 (Ab) entre autres conséquences.

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.

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

(1) Boscaro et al. 2015

Risques associés inconsidérés

(2) Soltanzadeh et al. 2022

(3) Stolecka et al. 2021

(4) Trávníček et al. 2017

(5) Trávníček et al. 2015

(6) Mbareche et al. 2018

(7) Merico et al. 2020

(8) Naja et al. 2011

(9) Zhang et al. 2019

(10) Bian et al. 2015

(11) Grouiez 2021

(12) Huerta et al. 2023

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

Mortels

Courrier Picard 2022-08-22

L'Ardennais 2021-07-23

L'Ardennais 2019-07-09

L'Union 2022-08-22 et 2022-08-25,

Ouest-France 2019-04-05

Intoxications, blessures, brûlures, électrocutions

L'Alsace 2023-09-12

La Dépêche 2018-06-07

La Nouvelle République 2013-08-03

Le Courrier Cauchois 2023-08-31

Le Courrier de l'Ouest 2019-01-22

Le Télégramme 2019-06-27

Le Télégramme 2015-04-10

Ouest-France 2023-07-06

Ouest-France 2022-11-21

BiogazWorld 2019-04-18

(Ab)

France Bleu Mayenne 2022-08-20

L'Est Républicain 2023-10-18

La Charente Libre 2021-05-06

La Montagne 2019-09-16

La République des Pyrénées 2022-09-09

Ouest-France 2022-08-20

Déchets vrais uniquement

création de faux déchets. Il faut prioriser l'alimentation humaine et animale, donc le retour au sol de la biomasse.

Circuits courts uniquement

- (13) Lubanska et al. 2023
- (14) Lyng et al. 2015
- (15) Caposciutti et al. 2020
- (16) Lyng et al. 2015
- (17) Xiaohua et al. 2007
- (18) Van Puffelen et al. 2022
- (19) Pasciucco et al. 2023
- (20) Lyng et al. 2015

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

- être opérée en circuit le plus court possible (13). 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 (14), même en acceptant l'idée fautive de neutralité carbone de la méthanisation.
- correspondre à une diminution de consommation des ressources fossiles, ce qui n'est pas le cas puisque leur consommation augmente en France (16). 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 (17).
- correspondre à une utilisation locale, dans le périmètre d'exploitation ou des exploitations, pour éviter d'exporter du digestat (18). 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 (19).
- correspondre à une diminution de consommation des engrais provenant de l'industrie chimique (20).

Digestats modérés

- (21) Chojnacka et al. 2024
- (22) Eraky et al. 2022
- (23) Jasinska et al. 2023
- (24) Iocoli et al. 2019-
- (25) Meng et al. 2022
- (26) Risberg et al. 2017
- (27) Meng et al. 2022
- (28) Johansen et al. 2013
- (29) Horta et al. 2021
- (30) Cusick et al. 2014
- (31) Le Pham et al. 2022
- (32) Li D. et al. 2022
- (33) Li Y. et al. 2022
- (34) Van Puffelen et al. 2022
- (35) Wang Z et al. 2022
- (36) Jasinska et al. 2023
- (37) Kovacic et al. 2022
- (38) Le Pera et al. 2022
- (39) Rizzioli et al. 2023
- (40) Luo et al. 2023

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 (21). On parle d'ailleurs de remédiation du digestat (22-23), par de multiples techniques (micro-flore indigène, phycoremédiation, évaporation sous vide, centrifugation, stripping des ions ammonium, bioélectricité, production de protéines, compostage aérobic, entomoremédiation, bioraffinement (production de bioéthanol, de biodiesel, de biochar et biohuile, hydrochar, traitement au charbon actif, séchage solaire et acidification ...). Toutes ces filières iront dans le sens de ne plus retourner les digestats au sol.

L'épandage de digestats bruts et liquides occasionnent moins de respiration du sol, et donc moins d'activité microbienne, que l'application de lisiers de porcs, de litières de volailles ou de fumiers de vache ou de bétail (24-26). Aussi, l'épandage de digestat liquide occasionne plus d'émission de N₂O, GES très fort, que celui de fumier de bétail (27). Une constante de ces études est que l'activité enzymatique décroît rapidement (en quelques jours) après application de digestats, signe d'évaporation et lixiviation fortes. D'ailleurs les taux de nitrates augmentent dans les jours suivant l'épandage de digestat (28).

Les ruissellements chargés en azote et phosphore sont encore mal étudiés (29), et les digestats nécessitent bien souvent une réduction du taux d'azote et de phosphore (30-34). 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 (35).

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, échange ionique, carbonisation hydrothermale, pyrolyse, filtration membranaire, précipitation de struvite, évaporation, oxydation chimique ... Il ressort que le compostage est le plus adapté ! (36-39), notamment car il conserve une plus grande biodiversité des sols (40). 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 (41), 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 (42).

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 (43).

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 (44), au détriment de la rentabilité globale. Ces digestats n'offrent pas une meilleure croissance de ray-grass, par contre un plus fort lessivage de N (45).

Des pratiques de rotations culturales (blé-triticales-poi-colza) associées à des épandages de digestat augmentent l'azote résiduel dans les sols, plus que l'utilisation d'un fertilisant minéral (46).

L'abaissement de la charge bactérienne et du taux d'azote des digestats est envisagé par additions de produits d'autres fermentation acide (Jiaosu) (47) ou par divers traitements comme la nanofiltration photocatalytique (48).

En conséquence, l'application de digestats sur différents sols montre une décroissance de biomasse microbienne, et une décroissance de diversité prokaryotique (49). Sur des sols à C/N assez forts, l'application entraîne une décroissance de diversité fongique.

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 (50). Cette surveillance doit s'opérer en toute indépendance, comme pour toute usine correctement gérée.

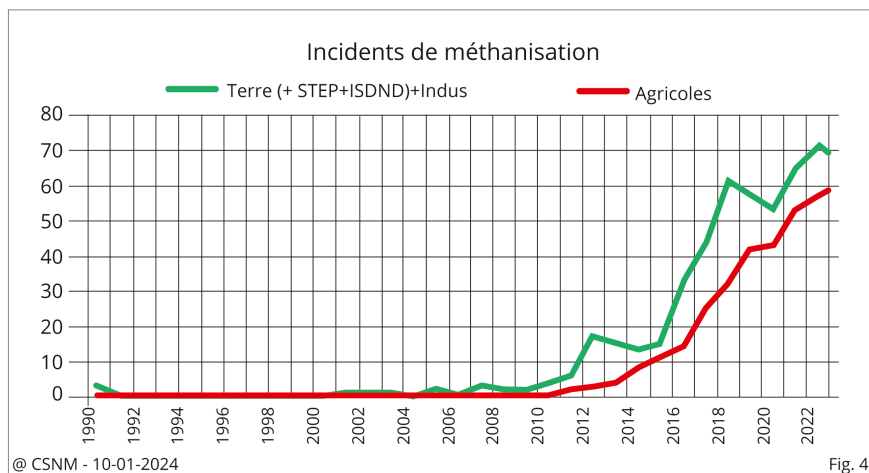
L'accidentologie croissante due à la méthanisation (Fig.4 et Fig.5), scientifiquement documentée (51-52), montre que cette surveillance n'est plus acceptable. Le taux d'accidentologie (nombre d'accident par méthaniseur et par an) (Fig.6) ne cesse d'augmenter depuis l'augmentation des subventions et les usines les plus accidentogènes sont les usines gérées par les grands groupes (Fig.7).

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.

- (41) Van Puffelen et al. 2022
- (42) Malabad et al. 2022
- (43) Wiater 2022
- (44) Skrzypczak et al. 2023
- (45) Rossi et al. 2023
- (46) Nascimento et al. 2023
- (47) Xu et al. 2023
- (48) Chioti et al. 2023
- (49) Vautrin et al. 2024

Surveillance, contrôles, accidentologie

- (50) Lyng et al. 2015
- (51) Moreno et al. 2015
- (52) Moreno et al. 2016



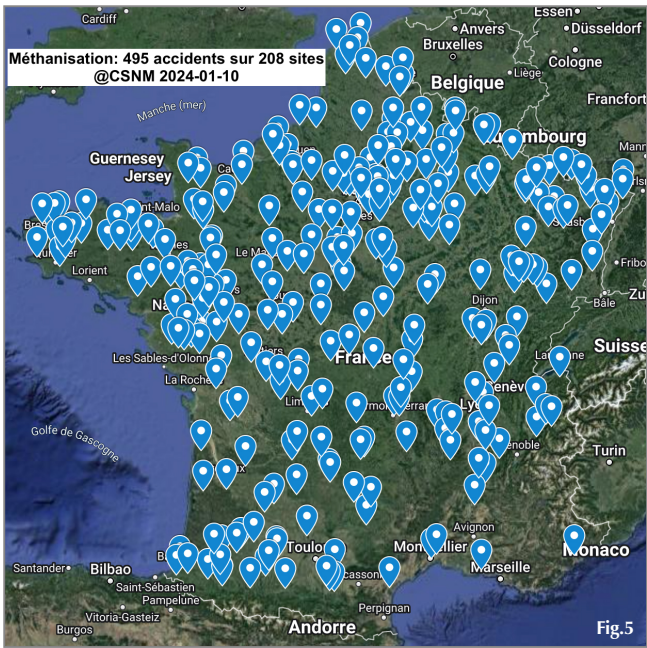


Fig.5

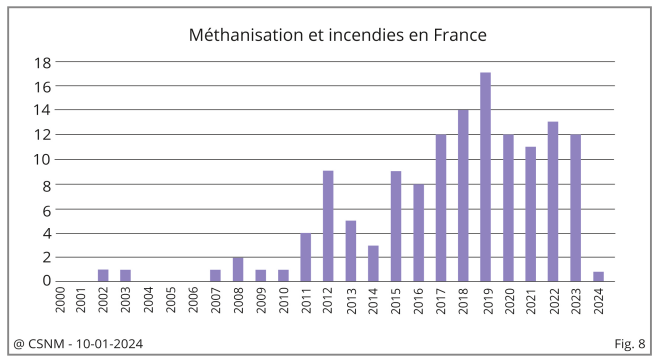


Fig. 8

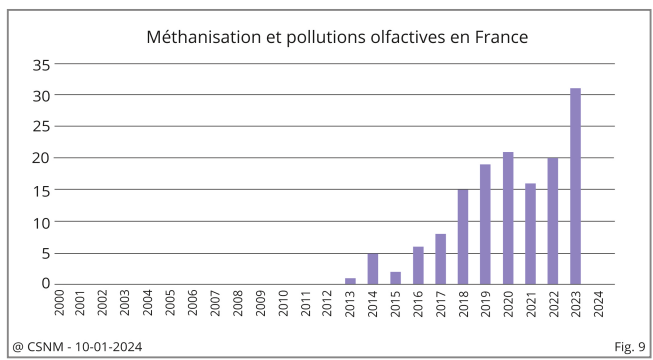


Fig. 9

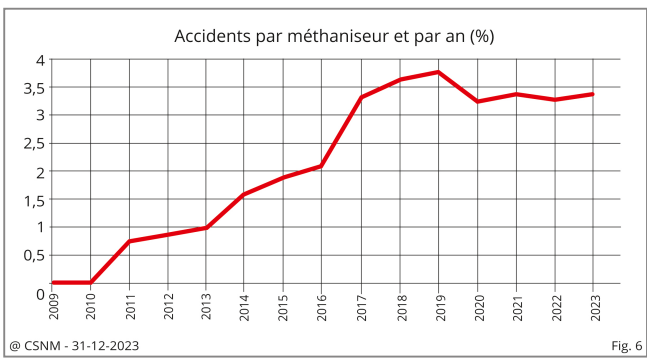


Fig. 6

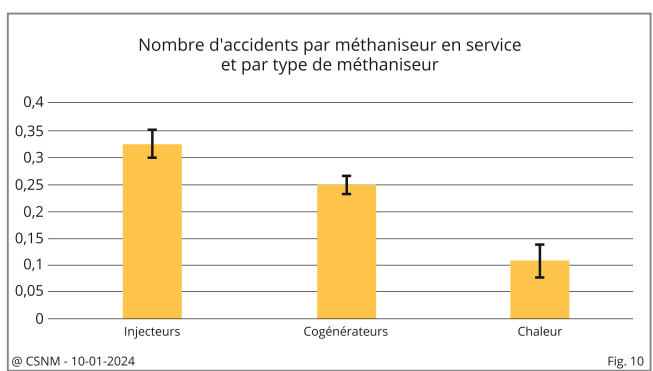


Fig. 10

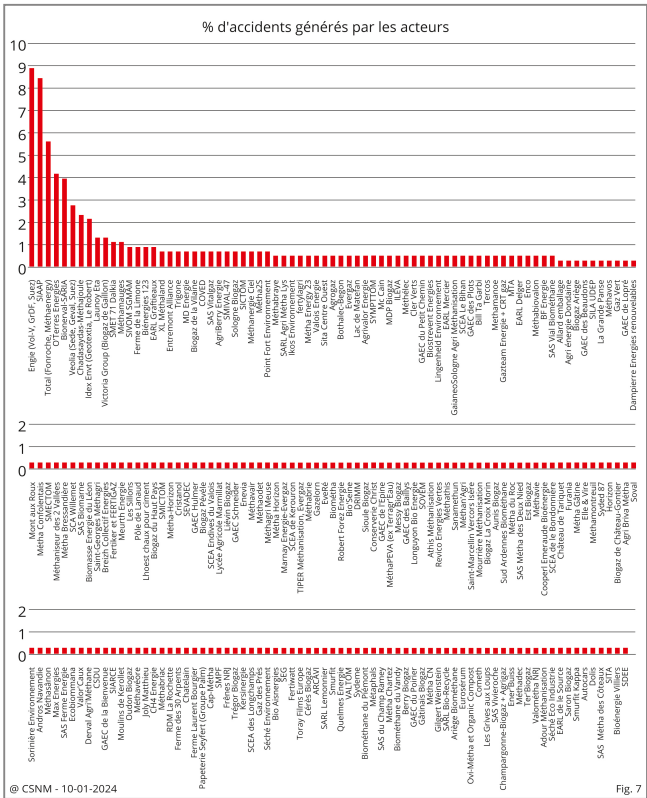


Fig. 7

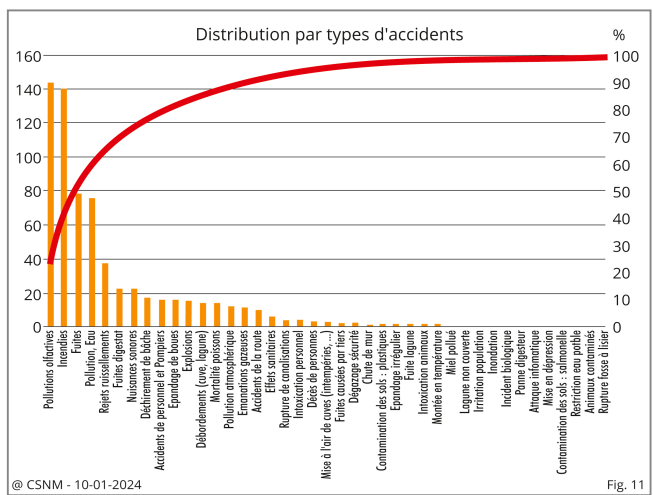


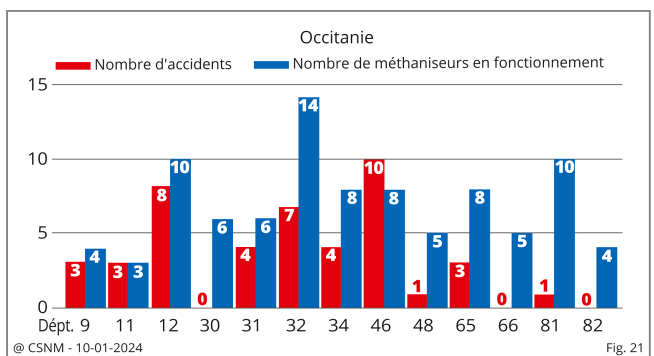
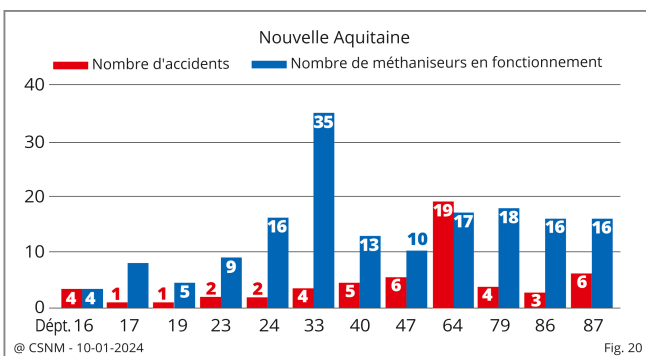
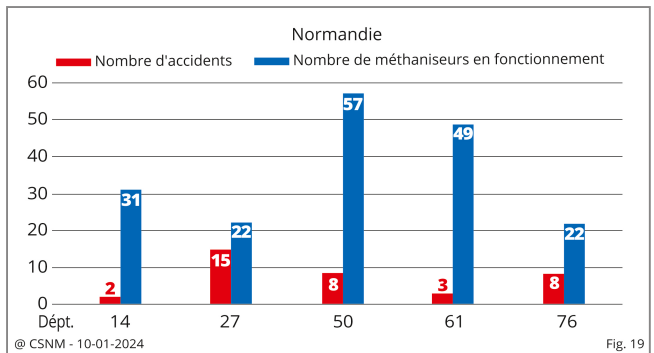
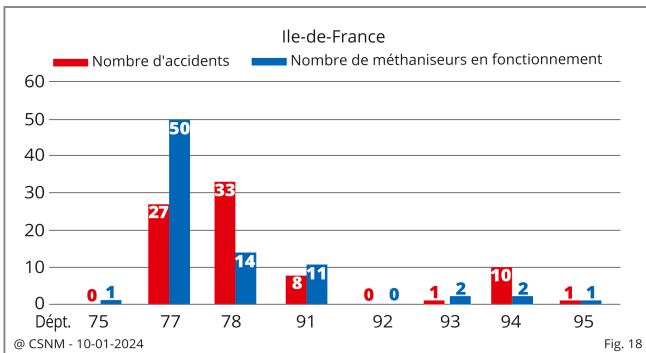
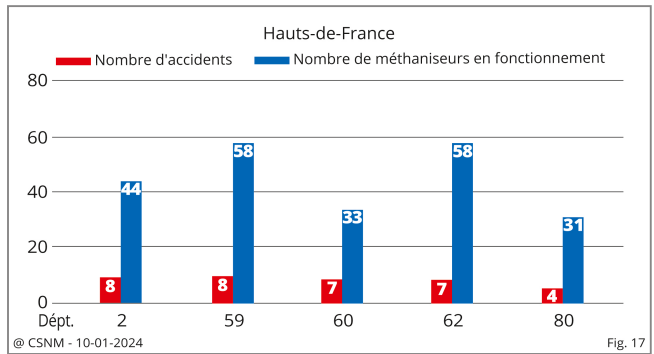
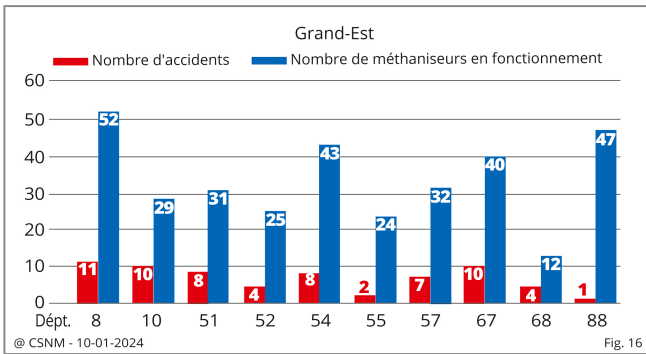
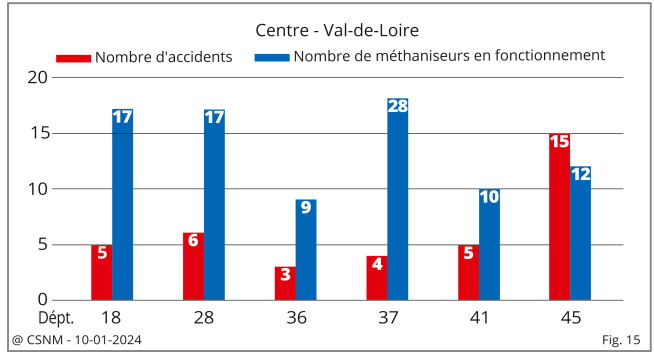
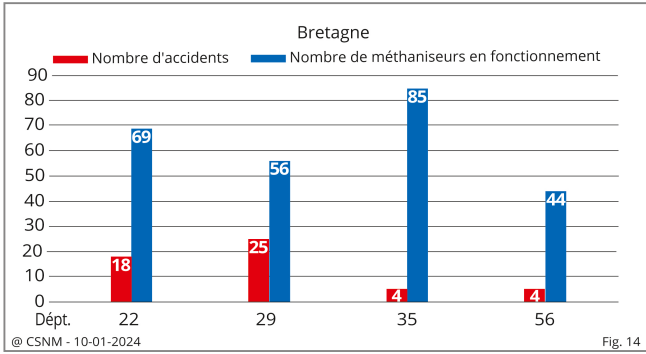
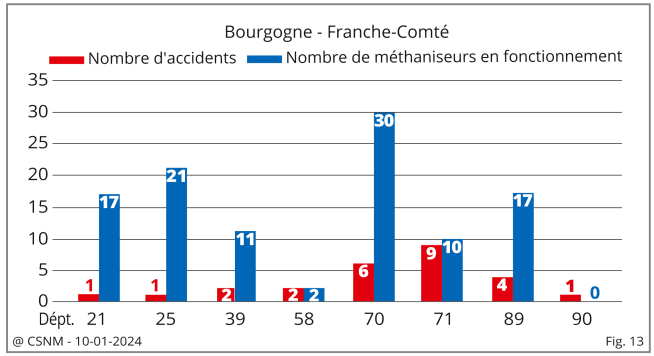
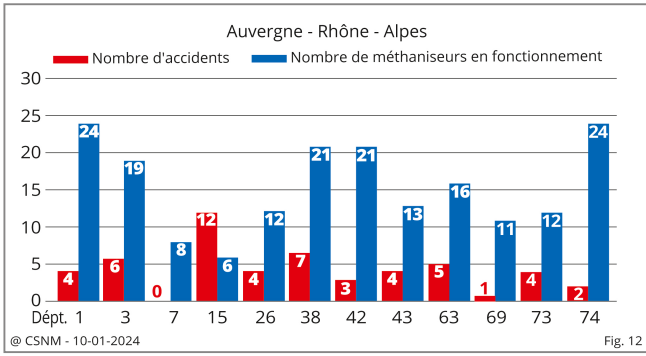
Fig. 11

Fig.5 Cartographie des accidents
Fig.6 nombre d'accidents en France depuis 1990

Fig.7 Pourcentage d'accidents générés par les acteurs. Nous sommes passés de 5,5 accidents par an pour 1000 méthaniseurs à 39,6 depuis 2015, soit une accidentologie multipliée par plus de 7 !

Fig.10 Rapport entre nombre d'accidents et nombre de méthaniseurs en fonctionnement, par type de méthaniseur

Observations du CSNM



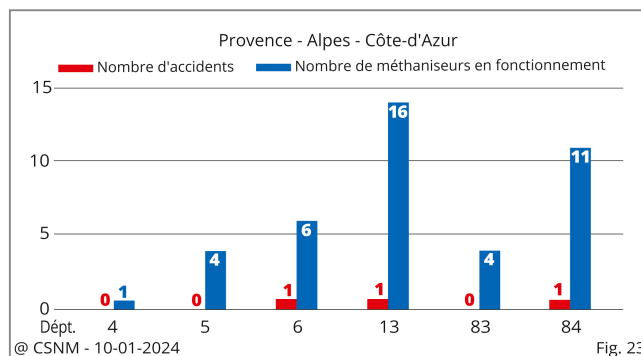
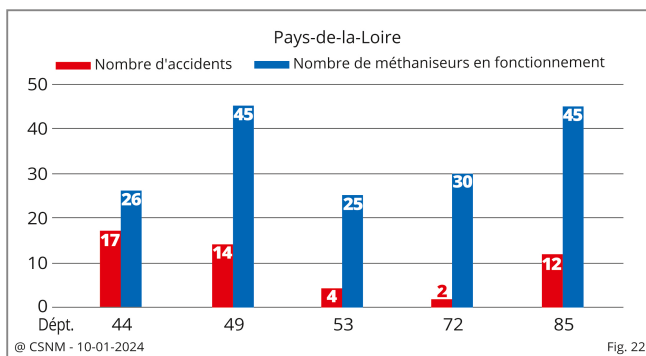


Fig.11 à 23 Répartitions des accidents par régions et départements

Est-il besoin de rappeler les principales nuisances occasionnées autour des sites de méthanisation en France ?

- (Ac) Actu Oise 2023-06-27
- Dernières Nouvelles d'Alsace 2023-05-28
- France 3 Normandie 2023-08-26
- France 3 Région 2023-06-27
- France Bleu 2023-12-17
- L'Aisne Nouvelle 2022-12-22
- L'Alsace 2023-09-12
- L'Est Républicain 2023-05-24
- La Dépêche 2024-01-06
- Le Courrier Cauchois 2023-08-31
- Le Courrier Indépendant 2023-05-14
- Le Parisien 2023-06-27
- Oise Hebdo 2023-06-27
- par exemple
- (Ad) Actu Orléans 2023-09-26
- Dernières Nouvelles d'Alsace 2023-05-19
- L'Alsace 2023-10-25
- L'Eclaireur 2019-09-13
- L'Impartial 2019-07-18
- L'Impartial 2019-08-04
- L'Observateur 2023-12-21
- L'Union 2020-09-04,
- L'Union 2023-02-06
- La Dépêche 2019-02-19
- La Dépêche 2019-02-06
- La Dépêche 2018-10-05
- La République du Centre 2023-10-05
- Le Courrier de l'Eure 2023-10-05
- Le Figaro 2023-10-26
- Le Journal de Saone et Loire 2023-09-14,
- Le Pays Briard 2021-03-17
- Ouest-France 2019-03-04
- Ouest-France 2020-09-18
- Ouest-France 2021-07-30
- RI 2023-03-08
- Sud-Ouest 2023-08-10
- par exemple)
- (53) Awiszus et al. 2018
- (54) Bell et al. 2016
- (55) Krupa 2003
- (56) Werkneh 2022

Les incendies restent une des deux causes principales d'accidents sur les méthaniseurs (Fig.8), à cause du fonctionnement courant et des zones de stockages d'intrants, et même avant la mise en fonctionnement du méthaniseur, avec plus ou moins de dégâts (Ac).

La deuxième cause principale d'accidents de méthanisation provient des pollutions olfactives (Fig.9), provenant principalement des zones de stockages d'intrants, et des stockages et épandages de digestats. Là aussi, les stockages d'intrants débutant usuellement un an avant la mise en marche des méthaniseurs, ce type de pollutions est aussi occasionné avant même leur mise en fonctionnement (Ad).

Le bâchage des intrants et digestats, même s'il n'empêche pas toutes les pertes nuisibles à l'environnement, est loin d'être toujours respecté, même si c'est une recommandation scientifique internationale pour éviter une partie des GES (que l'ADEME recommande également).

La méthanisation en injection est apparue après celle en cogénération. Elle aurait dû en principe bénéficier de la maturité acquise en cogénération. Il n'en est rien, les méthaniseurs injecteurs sont plus accidentogènes que les cogénérateurs (Fig.10).

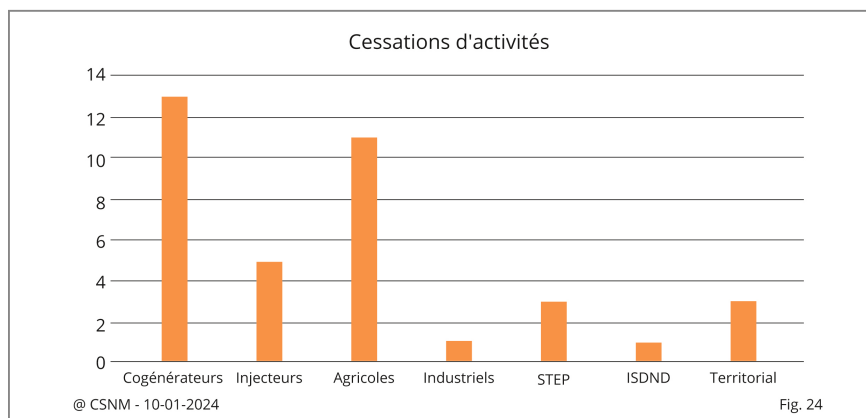
Toutes les Régions sont accidentogènes en ce qui concerne la méthanisation (Fig. 12 à Fig.23).

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 (53-55), avec ses effets sur l'environnement et la végétation, mais de nombreuses autres émissions peuvent s'avérer toxiques (56).

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.

Cessations d'activités et démantèlement

Fig.24 Répartition des méthaniseurs ayant cessé leur activité par type de méthaniseur et type de gestion



Comme toute activité industrielle, la prise en compte du démantèlement des usines après usage doit être assumée par la structure industrielle. Sur 18 cessations d'activités décelées (Fig.24), on remarque que :

- le pourcentage d'injecteurs est bien supérieur à leur représentativité numérique.
- 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.

Nous pouvons nous étonner que les territoires investissent de très grosses sommes dans ce type d'activités sans pouvoir stabiliser la situation (Ae).

Notons également que dans les pays ayant développé des méthaniseurs domestiques (donc de très petits volumes), l'abandon de leur utilisation est également fréquent (57-60).

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.

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 (61-70) : 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, 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 (71), et aucun abattement significatif comparé aux composts pour les phtalates, dioxines, furanes, pesticides, fongicides, herbicides ... (72).

Des COVs sont également émis par les moteurs des cogénérateurs, et peuvent dépasser les seuils admissibles (73).

Phytosanitaires

Des désherbants (diuron par exemple), pesticides et fongicides sont régulièrement observés (74-76).

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 (77-92), les sols épandus pouvant dépasser largement les seuils admissibles (93-95) 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 ! (96-97).

En conséquence, la teneur en métaux lourds dans les végétaux alimentaires peut dépasser les seuils admissibles, en Zn dans les laitues Maravilla (98), et notamment en Cd et Pb pour le maïs grains (99) et Cd, Sb et Sr pour certains champignons de culture comme Pleurotus djamor (100).

Persistance de pathogènes dangereux

Les digestats non pasteurisés ne montrent pas un abattement plus prononcé de pathogènes sévères (Coliformes, Helminthes, novovirus, parvovirus porcine, Salmonella (enterica et senftenberg), Escherichia coli, Listeria monocytogenes, Enterococcus faecalis, Clostridium (botulinum, difficile, perfringens), Cryptosporidium parvum,

(Ae) (La Presse de la Manche 2023-10-22).
 (57) Hewitt et al. 2022
 (58) Lwiza et al. 2017
 (59) Paramonova et al. 2023
 (60) Xie M. et al. 2022

Incidences sur la Santé Environnementale

(61) Ali et al. 2019
 (62) Barcauskaitė 2019
 (63) Golovko et al. 2022
 (64) Kuo et al. 2017
 (65) Molino et al. 2022
 (66) O'Connor et al. 2022
 (67) Rivera-Montenegro et al. 2022
 (68) Tawfik et al. 2022
 (69) Werkneh 2022
 (70) Zhang et al. 2019
 (71) Brändli et al. 2007
 (72) Brändli et al. 2007a
 (73) Kuo et al. 2017
 (74) Glovko et al. 2022
 (75) Li C. et al. 2022
 (76) Tawfik et al. 2022
 (77) Asp et al. 2022
 (78) Bonetta et al. 2014
 (79) Cucina et al. 2021
 (80) Golovko et al. 2022
 (81) Le Pera et al. 2022
 (82) Li Y. et al. 2018
 (83) Li C. et al. 2022
 (84) Morey et al. 2023
 (85) Nkoa 2014
 (86) O'Connor et al. 2022
 (87) Pivato et al. 2016
 (88) Sailer et al. 2022
 (89) Tawfik et al. 2022
 (90) Tshikalange et al. 2022
 (91) Wolak et al. 2023
 (92) Zheng et al. 2022
 (93) Bian et al. 2015
 (94) Li Y. et al. 2018,
 (95) Zheng et al. 2022
 (96) Pivato et al. 2016
 (97) Zheng et al. 2022
 (98) Morey et al. 2023
 (99) Przygocka-Cyna et al. 2020
 (100) Jasinska et al. 2022

- (101) Bonetta et al. 2014
- (102) Chioti et al. 2023
- (103) Garbini et al. 2022
- (104) Chioti et al. 2023
- (105) Cucina et al. 2021
- (106) Le Maréchal et al. 2019
- (107) Owamah et al. 2014
- (108) Russell et al. 2022
- (109) Tawfik et al. 2022
- (110) Nag et al. 2020
- (111) Nag et al. 2021
- (112) Haffiez et al. 2022
- (113) Garbini et al. 2022
- (114) Golovko et al. 2022
- (115) Nesse et al. 2022
- (116) Sun et al. 2020
- (117) Nnorom et al. 2023
- (118) Tsapekos et al. 2022

Mycobacterium sp.) plus que l'utilisation d'effluents simples, montrent des effets phytotoxiques, et présentent donc un risque environnemental et de santé (101-103). Les digestats doivent donc être post-traités pour ne pas représenter un risque important pour la santé et dans les sols (104-109).

Les digestats pasteurisés présentent un risque principalement à cause des espèces pathogènes suivantes, qu'il convient de surveiller aux épandages (110-111) : *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 résistantes 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 (112). Il y a donc un risque élevé de propagation de nombreuses espèces de bactéries antibio-résistantes, notamment de *Bacillus cereus* et de *Clostridium* sp. (113-116). A tel point qu'il devient nécessaire de tenter de diminuer les concentrations de gènes résistants aux antibiotiques (117).

Dans les digestats de boues de STEP, les bactéries des ordres Clostridiales et Bacteriodales et du phylum synergistetes ont tendance à proliférer (118).

Nano-, Micro- et Macro-plastiques

- (119) Keller et al. 2020
- (120) O'Connor et al. 2022
- (121) Weithmann et al. 2018
- (122) Yang et al. 2022
- (123) Peng Wang et al. 2022
- (124) Bowman et al. 2022
- (125) Weithmann et al. 2018

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 (119-121), 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 (122). 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 (123). Il est relevé en Suisse que 70 t/an de plastiques sont déversés dans les sols par méthanisation (124).

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 (125).

Traces médicamenteuses

- (126) Cui et al. 2022
- (127) Golovko et al. 2022
- (128) Li Y. et al. 2018
- (129) Li C. et al. 2022
- (130) Nesse et al. 2022
- (131) Tawfik et al. 2022
- (132) Nesse et al. 2022
- (133) Weckerle et al. 2022

On retrouve des molécules résiduelles médicamenteuses dans les digestats, antibiotiques, stéroïdes, corticoïdes : amoxiciline, ciprofloxacine, fludioxonil, ibuprofène, ipronidazole, nicotine, penicilline G, prednisolone, pyridoxine, phenazone, tetracycline, théobromine, triclocarban, triclosan ... (126-131). Ces présences médicamenteuses ont tendance à développer une faune bactérienne résistance aux antibiotiques, notamment à l'amoxiciline et à la pénicilline G (132). Les stérols et stéroïdes ne sont pas décomposés par la méthanisation (133).

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 (134).

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=%21AJtXTMixtzlFm8c&cid=0FB6E53A7F4B61E7&id=FB6E53A7F4B61E7%2128062&parId=FB6E53A7F4B61E7%2126770&o=OneUp> <https://youtu.be/oTwwM0jCj6A>

L'exemple du bois est à ce titre très évocateur (135) 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 (136). 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 (137-139).

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 (140-142). De plus, aujourd'hui les méthaniseurs créent intentionnellement du méthane, les déchets vrais ne suffisent 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 (143). 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 (143). Les fuites ne sont pas prises en compte dans les ACV.

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 (144).

Rappelons que l'accroissement maximum visé (comparé à l'ère préindustrielle) pour la température moyenne sur le globe est de 1,5°C (accords de Paris, 2015), et que cette température sera dépassée bien avant, probablement 2030 quoi que nous fassions. Selon les scénarii, une fourchette de 1,7 – 2,3°C représente un point de non-retour pour l'élévation du niveau moyen des mers de quelques mètres, qui impactera durablement (des dizaines de milliers d'années) les traits de côtes et les ressources diverses attenantes (145). A ce titre, la méthanisation contribuera de manière d'autant plus importante qu'elle délivrera de l'énergie.

Balance environnementale, Emissions de GES et Gaz à effets sanitaires

La balance environnementale de la méthanisation en termes 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 (146), comparé à un épandage par pulvérisation directe.

(134) Wolak et al. 2023

(135) Techniques de l'Ingénieur 2012

(136) Leopoldina 2012

(137) Fusi et al. 2016

(138) Meyer-Aurich et al. 2012

(139) Meyer-Aurich et al. 2016)

(140) Breunig et al. 2019

(141) Le Pera et al. 2022

(142) Ravina et al. 2015

(143) Grubert 2020

(144) Searchinger et al. 2022

(145) Bochow et al. 2023)

(146) Vuolo et al. 2023

Gaz à Effet de Serre (GES)

- (147) Jouany 2023
- (Af) Delaware State News 2022-11-25
- (148) Harmsen et al. 2023
- (149) Grubert et al. 2019
- (150) Guan et al. 2023
- (151) Nurgaliev et al. 2022
- (152) Purohit et al. 2007
- (153) Valenti et al. 2016
- (154) Bakkaloglu et al. 2021
- (155) Bakkaloglu et al. 2022
- (156) Baldé et al. 2016
- (157) Baldé et al. 2022
- (158) Börjesson et al. 2006,
- (159) Bowman et al. 2022
- (160) Bühler et al. 2022
- (161) Burrow 2019
- (162) Daniel-Gromke et al. 2015
- (163) Delre et al. 2017
- (164) Feng et al. 2018
- (165) Flesch et al. 2011
- (166) Fredenslund et al. 2017
- (167) Fredenslund et al. 2018
- (168) Fusi et al. 2016
- (169) Groth et al. 2015
- (170) Holmgren et al. 2015
- (171) Hrad et al. 2015
- (172) Hrad et al. 2021
- (173) Hrad et al. 2022
- (174) Jéjilnek et al. 2021
- (175) Jensen et al. 2017
- (176) Khalil et al. 1990
- (177) Khoiyangbam et al. 2003
- (178) Khoiyangbam et al. 2004
- (179) Kvist et al. 2019
- (180) Liebetrau et al. 2010
- (181) Liebetrau et al. 2013
- (182) Merico et al. 2020
- (183) Mønster et al. 2015
- (184) Mønster et al. 2019
- (185) Reinelt et al. 2016
- (186) Reinelt et al. 2017
- (187) Reinelt et al. 2020
- (188) Reinelt et al. 2022
- (189) Samuelsson et al. 2018
- (190) Schaum et al. 2016
- (191) Scheutz et al. 2019
- (192) Tauber et al. 2019
- (193) Vergote et al. 2020
- (194) Yoshida et al. 2014
- (195) Zeng et al. 2020
- (196) Bakkaloglu et al. 2022
- (197) Börjesson et al. 2006
- (198) Bowman et al. 2022
- (199) Daniel-Gromke et al. 2015
- (200) Liebetrau et al. 2013
- (201) Bakkaloglu et al. 2022
- (202) Zeng et al. 2022

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 (147). D’autres organismes donnent par exemple 490 (Af). Il est impératif de prendre en compte tous les GES, y compris les GES non-CO₂ (148).

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

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 (149) ! Des estimations de cycles de vie prennent 15 à 20 ans de durée de vie seulement (150-153).

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 (154-195).

Le stockage des digestats représente la source la plus importante d’émissions de CH₄, jusqu’à plus de 21% du total produit (196-200), les stockages à ciel ouvert émettant évidemment plus que les zones couvertes, mais ces dernières restent des émetteurs importants.

La phase de production de biogaz est la seconde plus émettrice, jusqu’à 9,9% (201). Les émissions proviennent des digesteurs, des hygiénisateurs, les valves de pression pouvant représenter 2% (202).

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 (203-205), à cause des valves de sécurité, des systèmes de ventilation et aération, pompes, membranes ...

La phase de stockage d’intrants lisiers-fumiers peut représenter de 1 à 48% de pertes de méthane ! (206). Cependant les plus fortes pertes 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 (207). Signalons que les zones de stockages sont le siège de fermentations anaérobie allant jusqu’à l’auto-inflammation et le déclenchement d’incendies par exemple (Ag).

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 (207-208).

85% des méthaniseurs fuient (209), avec une moyenne de 4,8±0,6% du total produit (établie sur 78 sites mesurés, (Fig.25). Ce qui pour la France représente aujourd’hui une émission équivalente de plus de 8 Mt de CO₂

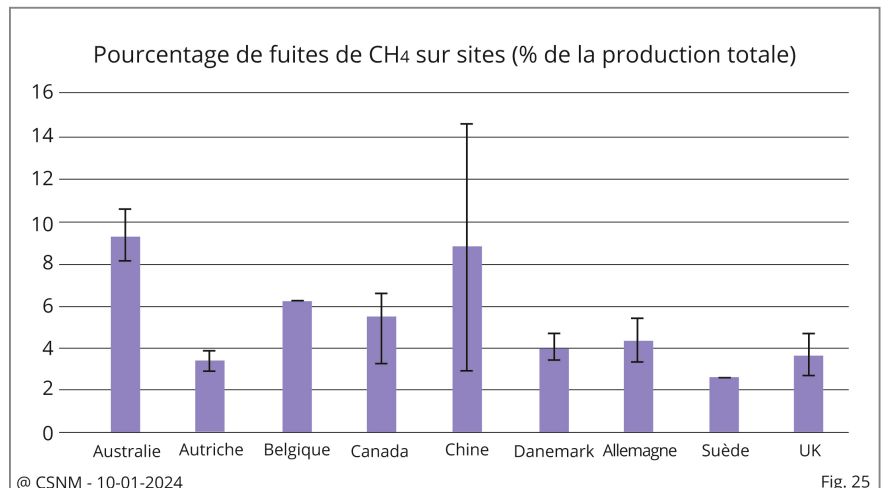


Fig.25 Taux de fuites moyen rapporté à la production totale de CH₄ par pays. Mesures provenant de la littérature scientifique, effectuées par différentes méthodes

chaque année. Il est donc absolument nécessaire de contrôler périodiquement les émissions de CH₄ et de prendre des mesures correctives efficaces (210-211).

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

Bien évidemment les méthaniseurs français sont également sujets à fuites de méthane, de la conception à l'exploitation en passant par les phases de maintenance (Ah).

Les émissions aux épandages.

Ces émissions sont souvent oubliées (212-213), et sont pourtant avérées à tel point que des programmes de recherche tentent de les inhiber par des traitements auxiliaires (214) ou d'extraire NH₃ du digestat (215-216), 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 (217), et un fertilisant classique minéral montre des émissions de N₂O plus faibles qu'un digestat solide (218). Certains envisagent l'utilisation de bactéries réductrices de N₂O pour éviter une partie de la dénitrification et des émissions GES (219) 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 (220-221).

Les digestats liquides étant très évaporables et très lixiviables, leurs émissions de N₂O dépend beaucoup de l'humidité des sols et de leur alcalinité. Pour différents types de sols, les émissions de N₂O et CO₂ sont jusqu'à 2 fois plus fortes par utilisation de digestat solide que par simple utilisation d'urée (222).

Les épandages sur disques rotatifs doivent être absolument proscrits (223).

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 (224).

Les émissions dues à la purification du biogaz en biométhane.

La purification du biogaz en biométhane et l'injection de ce dernier avec sa phase de pressurisation. 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, (225)), absorption chimique sur amines (MEA ou MDEA, (226)) ... qui évidemment abaissent aussi l'efficacité globale du procédé en termes de réductions de GES et de coût (227).

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 (228). 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 (229). On peut facilement imaginer ce qu'il advient en prenant en compte les effets indirects, la balance GES devient vite négative (230). D'autre part, les digestats sont plus minéralisés (donc émettent plus de CO₂) que les sols naturels (231).

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 (232). Ces cultures sont en grande partie responsables des GES de la filière et de son mauvais rendement climatique (233).

(203) Bakkaloglu et al. 2022
 (204) Huerta et al. 2023
 (205) Kvist et al. 2019
 (206) Feng et al. 2018
 (207) Bakkaloglu et al. 2022
 (208) Ravina et al. 2015
 (209) Burrow 2019
 (210) Bakkaloglu et al. 2022
 (211) Hijazi et al. 2016).
 (Ah) Actu Environnement 2023-07-11

(212) Cuéllar et al. 2018
 (213) Fantin et al. 2015
 (214) Kesenheimer et al. 2021
 (215) Riaño et al. 2021
 (216) Rivera et al. 2022
 (217) Piccoli et al. 2022
 (218) Petrova et al. 2021
 (219) Wang X. et al. 2023
 (220) Vu et al. 2015
 (221) Weldon et al. 2022
 (222) Li H. et al. 2023
 (223) Czubaszek et al. 2018
 (224) O'Shea et al. 2022

(225) Molino et al. 2022
 (226) Bas et al. 2022
 (227) Orner et al. 2022

(228) Meyer-Aurich et al. 2016
 (229) Ferrari et al. 2021
 (230) Tamburini et al. 2020
 (231) Häfner et al. 2022

(232) Tamburini et al. 2020
 (233) 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 !

- (234) Bakkaloglu et al. 2022
- (235) Sanchez-Martin et al. 2022

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 (234), 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 (235).

Les phases de compostage de digestat lorsque ce dernier est composté après digestion anaérobie.

- (236) Dietrich et al. 2021
- (237) Orner et al. 2022

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 (236-237).

Gaz à Effet Sanitaires

- (238) Daniel-Gromke et al. 2015
- (239) Börjesson et al. 2006
- (240) Fantin et al. 2015
- (241) Hijazi et al. 2016
- (242) Li Y. et al. 2018
- (243) Maldaner et al. 2018
- (244) Paolini et al. 2018
- (245) Perazzolo et al. 2016
- (246) Reinelt et al. 2017
- (247) Whelan et al. 2010
- (248) Perazzolo et al. 2016

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

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 (238-247).

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 (248). 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.

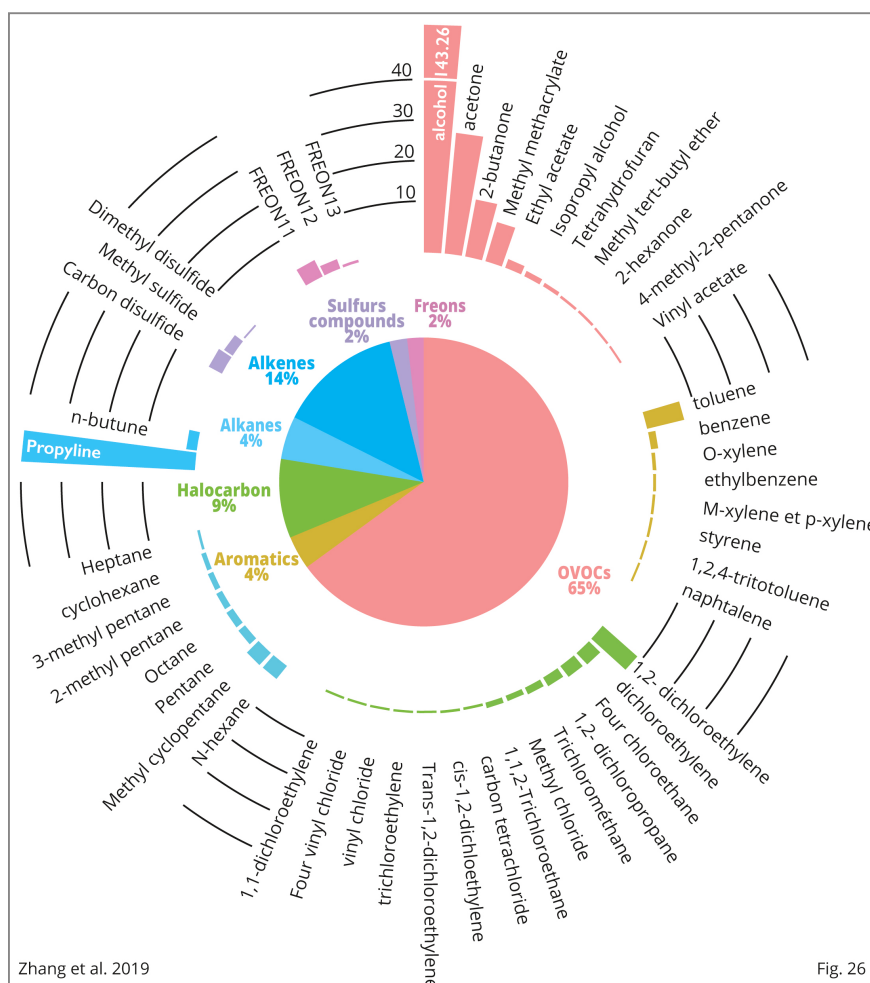


Fig. 26 Composés volatiles émis par les méthaniseurs

Zhang et al. 2019

Fig. 26

L'épandage de digestat, même avec un système de pendillard, émet jusqu'à 12% de NH₃ (249).

La filtration des digestats est également source d'émissions de NH₃, 0,3% en moyenne (250).

Pas moins de 49 COV différents sont détectés dans les émanations de digestats (Fig. 26) (251). Les émissions sur sites montrent la présence de COV dangereux tels que terpènes, cétones, toluène, siloxanes ... (252-254).

Des COVs et du CO sont également détectés au-dessus des seuils admissibles à la combustion en cogénération (255).

Certaines voies de pastillage-séchage de digestat à des fins de réduction de volume pour transport, entraînent jusqu'à 95% de volatilisation de NH₃ ! (256).

Carbone Organique des Sols, amendement

Le bénéfique carbone pour les sols et leur équilibre grâce à la méthanisation est une affirmation qui ne peut être que fausse 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 (257-258). 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% (259). 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 (260). Il est par conséquent nécessaire de posttraiter les digestats pour leur conférer un caractère d'amendement suffisant (261-263).

L'apport de digestat tend à diminuer le rapport C/N du sol épandu comparé au sol sans épandage (264). Il est démontré que le digestat d'effluents bovins ne peut pas être considéré comme un amendement (265-266). 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 (267-268). L'utilisation de digestat solide pour des croissances en pots de basilic sont plus que mitigés (269).

Comme le démontre le programme Ad'Métha (2020-2023), l'utilisation de CIPAN au lieu de CIVE permet d'obtenir plus de carbone dans les sols, et moins de stress hydrique (Ai).

La respiration biologique des sols épandus (un paramètre mesurant l'activité des microorganismes du sol) est inférieure à celle des sols non épandus (270). Cette diminution peut être associée à une baisse de la diversité microbienne du digestat, environ deux fois plus faible que celle du digestat composté (271). Le stress induit par le manque de carbone labile sur la sphère microbienne met en compétition cette dernière avec la macrofaune telle que les vers de terre (272).

Les risques environnementaux et la toxicité des digestats pour les sols sont élevés (273-275).

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 (solutions ammoniacales) directement.

D'ailleurs les études à court terme utilisent souvent comme référence celle des engrais "traditionnels" ou "chimiques" et ne montrent pas de différence remarquable quant à la croissance de biomasse (276-283), voire plutôt en faveur de l'utilisation des ammonitrates avec moins d'azote résiduelle dans le sol (284-285), soit avec plus d'azote résiduelle dans le sol (286). Dans ce dernier cas (moins de croissance de biomasse et moins de N minéral

(249) Finzi et al. 2019
(250) Ricco et al. 2021
(251) Zhang et al. 2019
(252) Gomez et al. 2016
(253) Molino et al. 2022
(254) O'Connor et al. 2022
(255) Kuo et al. 2017
(256) Szymanska et al. 2022

(257) Slepetic et al. 2022
(258) Slepetic et al. 2022a
(259) Reuland et al. 2022
(260) Thomsen et al. 2013
(261) Li Y. et al. 2022
(262) Manu et al. 2022
(263) Zhang et al. 2022
(264) Brtnicky et al. 2022
(265) Vitti et al. 2021
(266) Vu et al. 2015
(267) Piccoli et al. 2022
(268) Thomsen et al. 2013
(269) Asp et al. 2022
(Ai) Terre-Net 2023-10-24
(270) Brtnicky et al. 2022
(271) Mang et al. 2022
(272) Ernst et al. 2008
(273) Bian et al. 2015
(274) Nkoa 2014
(275) Tigni et al. 2016

(276) Asp et al. 2022
(277) Chatzistathis et al. 2022
(278) Piccoli et al. 2023
(279) Ran et al. 2022
(280) Saju et al. 2022
(281) Tshikalange et al. 2022
(282) Vu et al. 2015
(283) Zilio et al. 2022
(284) Petraityte et al. 2022
(285) Saju et al. 2022
(286) Tsachidou et al. 2019

- (287) Bermejo et al. 2010
- (288) Ndiaye et al. 2020
- (289) Przygocka-Cyna et al. 2020
- (290) Tsachidou et al. 2019
- (291) Chatzistathis et al. 2022
- (292) Savoie et al. 2011
- (293) Calisti et al. 2023
- (294) Malabad et al. 2022
- (295) Zuffi et al. 2023
- (296) Iocoli et al. 2019

résiduel), le différentiel en N est forcément soit lixivié soit évaporé plus fortement. Les engrais traditionnels augmentent également la biomasse de sorgho (*Sorghum bicolor sudanense*) comparé aux digestats liquide et solide (287). Les digestats d'aquaculture (de tilapia, *Oreochromis niloticus*) n'ont pas d'effet sur la croissance de tomates (*Solanum lycopersicum*) et d'oignons (*Allium cepa*), contrairement aux engrais NPK (288).

L'utilisation répétée de digestat sur la culture de maïs montre une décroissance de rendement en maïs grain sur trois ans (289), et il en va de même pour l'herbe *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Trifolium repens* et *Trifolium pratense* (290). 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*) (291). 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*) (292). Le compostage de digestat liquide et de pailles de céréales a un effet négatif sur la croissance du noisetier et mitigé sur l'olivier (293). Un taux d'à peine 0,1% N a un effet inhibiteur sur la croissance du bouleau (*Betula pendula*) et son taux de survie (294). 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 ! (295). L'application de lisiers de porcs, de litières de volailles ou de fumiers de vache permet un meilleur développement massique des laitues (*Lactuca sativa*) que l'application de leurs digestats (296).

Quelques références de pollutions aquatiques en France

- AP 2023/ICPE/159
- AP 2022-DCL-BENV-547
- France Bleu 2023-07-25
- 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 2023-10-18
- 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 Républicain Lorrain 2023-11-03
- 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 2023-01-16
- Ouest-France 2023-02-22
- Sentinelles de la Nature 2023-01-11
- Sud-Ouest 2021-03-17
- Voix du Jura 2022-05-27
- (297) Studer et al. 2017

Pollutions aquatiques

L'impact de l'utilisation de CIVEs et autres cultures dédiées à la méthanisation sur les ressources en eau, la biodiversité et l'environnement n'est pas évalué. Or les pollutions aquatiques dues à la méthanisation ne cessent d'augmenter à cause des fuites diverses et des épandages (Fig.27). 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 (297) 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.

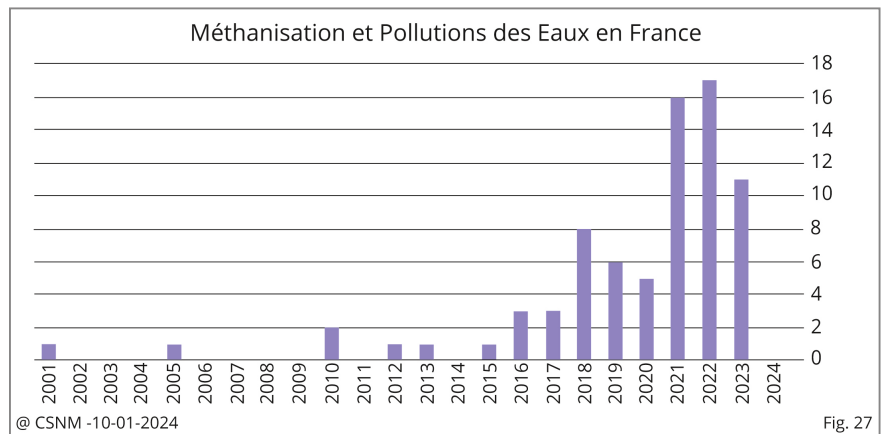


Fig. 27

Concurrences à la surface

Quelle que soit la Région métropolitaine, la concurrence à la surface est un fait (Aj).

Quel que soit le projet de méthanisation, il n'y a aucune garantie formalisée de nonaccapement des terres au détriment des cultures vivrières, de non-intensification de méthanisation (donc de cultures dédiées et d'élevages), ni de non-incorporation d'intrants moins contrôlés dans le futur.

L'accapement se fait au détriment des agriculteurs et au profit des multinationales du gaz (Ak).

Fig.27 Nombre de pollutions aquatiques dues à la méthanisation en fonction des années. Les chiffres ne sont pas définitifs pour les deux dernières années

Accaparement de la biomasse :

- Le fourrage, les pulpes de betteraves, l'herbe pour les bêtes, la paille, les écarts de triages de céréales, les coproduits de l'IAA, commencent à manquer aux éleveurs, bergers et haras, surtout en période de sécheresse. (Al).
- Les méthaniseurs limitrophes cherchent des "déchets" en France (Am).
- Certains méthaniseurs vont chercher de la paille à des centaines de km (An).
- Les quantités projetées d'intrants ne sont pas réalisables, entraînant des problèmes de rentabilité financière (Ao).
- Ces concurrences sont prédites également par FranceAgriMer et limiteront forcément le développement de la méthanisation, sauf à aller chercher des ressources alimentaires hors de France, ce qui est une ineptie environnementale (Ap).
- Devant tous les usages prévus de la biomasse, la méthanisation entrera en concurrence avec les autres filières (Aq).

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 (Ar) :

- Avec une hausse sur le foncier pour les primo-accédant à l'agriculture, qui entrent en compétition directe avec la méthanisation (As).
- Entraînant une hausse des prix (fourrage, paille, déchets de l'agroalimentaire ...) (At). Le prix de la luzerne va jusqu'à doubler dans le département de l'Orne (Au).
- Promouvant une meilleure rentabilité du gaz que de la viande ou que du lait (Av).
- Impactant jusqu'aux coopératives productrices d'aliments pour animaux et produits pharmaceutiques (Aw).
- Les méthaniseurs proposent d'acheter le maïs aux agriculteurs, plus cher que le cours normal (Ax).

Accaparement de la SAU :

- La construction des méthaniseurs en service aujourd'hui a nécessité l'artificialisation de 6100 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 (298).
- 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 ! (Ay).
- L'ADEME projette "À l'horizon 2050, entre 11,5 et 14,3 millions d'hectares de sols agricoles et forestiers pourront être nécessaires pour répondre aux besoins en biomasse énergétique" (Az). Soit quasiment la moitié de la SAU métropolitaine !
- 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 ...), soit la SAU de 16 départements, et épandre sur la SAU de plus de 50 départements !

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

- (Aj) Actu Environnement 2022-09-12
Cultivar 2022-09-09
Environnement Magazine 2023-11-22
L'Usine Nouvelle 2023-01-15
La France Agricole 2022-09-09
Réussir 2022-07-18
Réussir 2022-09-02
- (Ak) Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24
Ouest-France 2023-03-09
Reporterre 2022-09-14
Républicain Lorrain 2021-08-31
- (Al) Courrier Picard 2023-02-01
France 3 2020-07-16
Grands Troupeaux 2020-11-14
L'Est Eclair 2023-07-03
L'Est Républicain 2020-11-26
La Dépêche 2021-03-10
La France Agricole 2022-08-25
La Voix Le Bocage 2023-09-29
Le Parisien 2023-06-27
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 2022-07-18
Réussir 2022-09-02
Web-Agri 2023-03-15
- (Am) Grands Troupeaux 2020-11-14
L'Ardenais 2020-10-07
La Montagne 2022-02-21
La Voix du Nord 2019-06-14
- (An) Sud-Ouest 2022-02-02
- (Ao) Le Dauphiné Libéré 2022-07-28
- (Ap) Clés de la Transition 2022-11-01
- (Aq) L'Usine Nouvelle 2023-10-17
- (Ar) Courrier Picard 2023-02-01,
Grands Troupeaux 2020-11-14,
La Montagne 2022-02-21
Mediapart 2022-09-15
- (As) Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24
OuestFrance 2021-11-30
Ouest-France 2022-08-09
Réussir 2022-09-02
- (At) 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)
Réussir 2022-07-18
- (Au) QP 2023-09-07
- (Av) Réussir 2022-09-29
- (Aw) L'Est Eclair 2023-07-03
- (Ax) Environnement Magazine 2023-11-22
- (Ay) Réussir 2022-09-29
- (Az) Actu Environnement 2023-08-02
(298) Ferrari et al. 2021

(Ba) L'Oise Agricole 2022-05-19
 Le Courrier Picard 2022-08-13
 Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24
 (Bb) Actu Lot 2023-04-01
 (Bc) Terre-Net 2023-10-24

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 (Ba). De même, la résultante méthanisation qu'est l'épandage de digestat menace les réserves hydriques (Bb). Comparé à des rotations culturales reposant sur des CIPAN, l'utilisation de CIVE engendre un stress hydrique plus important (Bc).

Concurrence halieutique et cynégétique :

(Bd) L'Union 2022-05-20
 Voix du Jura 2022-05-27

- 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 (Bd)

Concurrence aux épandages :

(Be) Le Télégramme 2022-06-05

- La conséquence directe d'une distance maximale moyenne d'épandage recouvrant la distance entre méthaniseurs voisins (Fig.1 et Fig.2 page 4) 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 (Be).

Concurrence avec les cultures et l'élevage :

(Bf) Réussir 2021-04-05
 (Bg) Ouest-France 2023-03-09
 (Bh) Référence Agro 2023-05-22
 (Bi) Sud-Ouest 2023-10-11
 (Bj) Le Réveil Normand 2023-11-22

- L'effet négatif de l'implantation des CIVE se fait déjà sentir (Bf) 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 (Bg). Certains évaluent déjà à 30% de biomasse de perdue pour leur élevage (Bh).

Un autre type de concurrence avec l'élevage réside dans certains résidus industriels, autrefois valorisés comme alimentation animale, désormais envoyés au méthaniseur, comme ceux de Mademoiselle Dessert en Dordogne (Bi).

La dérive observée déjà aujourd'hui sur l'accaparement des cultures vivrières a poussé même le Président de région Normandie (Hervé Morin) à suspendre les subventions (Bj).

Concurrences entre agriculteurs :

(Bk) Le Journal du Pays Yonnais 2022-10-24
 (299) Juanpera et al. 2022
 (300) Shapovalov et al. 2022
 (Bl) Ciula et al. 2023
 (Bm) Searchinger et al. 2022
 Réussir 2022-12-16

- 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 (Bk).

Pourtant il existe des méthodes d'optimisation de développement d'une filière afin d'en minimiser les conséquences négatives en fonction du contexte local (299-300). Ces méthodes ne sont jamais utilisées dans le cas de la méthanisation.

Une étude récente élaborée uniquement sur l'utilisation de déchets en Pologne (ISDND, STEP, Agricoles, IAA) montre une balance d'environ 4 TWh d'électricité et 5 TWh de chaleur (Bl). Il peut paraître étonnant que la France montre des ambitions dix fois plus élevées a minima, sans envisager les concurrences inévitables qui seront engendrées.

Les concurrences impliquées dans le plan Européen Fit-for-55, avec 50% des prairies semi-naturelles perdues en Europe (donc une perte de biodiversité et de COS considérables), une multiplication par 4 des importations de bois (donc une déforestation hors Europe accrue), une hausse des importations agricoles, et par voie de conséquences une émission accrue de CO2) sont pourtant dénoncées par les scientifiques (Bm).

Externalités négatives, remédiation, dépréciation immobilière

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

Aucun fond n'est également prévu pour la dévaluation de l'immobilier pour

les riverains, alors même que cette dévaluation est quantifiée typiquement entre 20 à 40% (Fig.24), et ne dépend pas de la région (Bo). L'installation d'un méthaniseur est reconnu comme un facteur d'impossibilité de revente de bien immobilier (100% de dévaluation) (Bp).

- (Bo) La semaine de l'Allier 2019-10-17,
L'Eclairer de Châteaubriand 2020-10-06
Le Maine Libre 2021-10-14
Le Télégramme 2022-11-23
- (Bp) France Bleu Berry 2016-01-14
Le Dauphiné Libéré 2023-03-09).

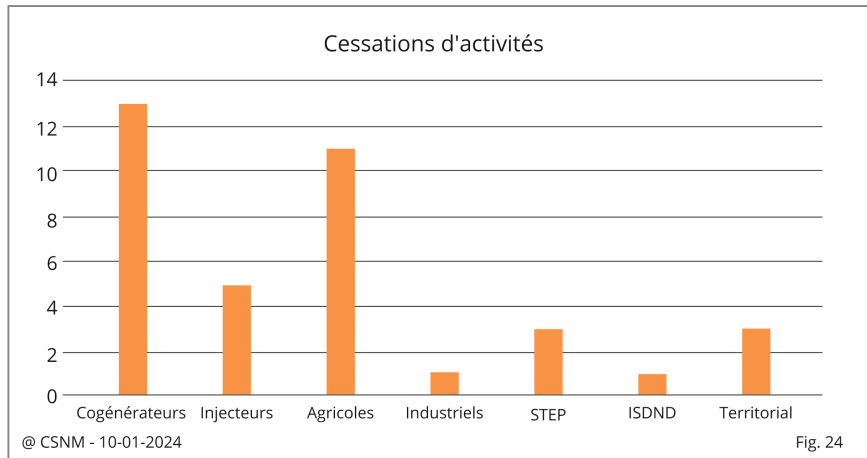


Fig. 24 Dévaluations des biens immobiliers estimées par des cabinets, en fonction du rapport tonnage du méthaniseur sur distance du bien au méthaniseur. 100% signifie "invendable"

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 ?

- (301) Naja et al. 2011

Des métaux lourds (Cr(VI), Pb et Hg par exemple) et des composés organiques volatils cancérigènes (trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, benzène, dichlorobenzène ...) peuvent être présents dans le biogaz (301). 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.

Cycle de vie, Taux de Retour Energétique, Viabilité

L'analyse du cycle de vie total du méthaniseur n'est pas détaillée. Les ACV partiels de la littérature comparent les modes de gestion de production (cogénération/injection, digestat brut/séparé, compostage du digestat ou non ...) pour un type de situation donné. La cogénération est préférée à l'injection d'un point de vue environnemental comme financier (302). A énergie délivrée donnée, produire du biométhane induit une toxicité environnementale plus grande et avec un rendement plus faible que produire du biogaz (303).

- (302) Guan et al. 2023
- (303) Fernandes et al. 2023
- (304) Slamersak et al. 2022
- (305) Weissbach et al. 2018
- (306) Haldar et al. 2023
- (307) Wei, Xu et al. 2023
- (308) Liu Y.-C. et al. 2023

Le 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.

Une revue de littérature montre un TRE pour l'utilisation de la biomasse pour faire du gaz allant de 1 à 4, alors que la viabilité économique est autour de 10 (304-305). Ces études ne tiennent pas compte de tous les effets. 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 (306). Mais aussi, l'effet ILUC est absent des calculs ... Le cas de la production de biogaz par culture de microalgues est particulièrement instructif, les meilleurs scénarii aboutissant à un TRE de 1,2 seulement (307). Le chauffage des réacteurs impacte également le TRE, et il devient nécessaire de chercher des voies de décomposition anaérobie en conditions psychrophiles (308).

Ainsi, la viabilité économique des méthaniseurs est très fragile, car toute

- (309) Huerta et al. 2023
(Bo) France 3 Grand-Est 2023-10-11
 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 Dauphiné Libéré 2023-07-07
 Le Progrès 2023-11-17
 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
(Bp) Le Messager 2022-10-05
 Ouest-France 2022-12-17
(Bq) Le Nouvel Economiste 2022-11-24
(Br) L'Oise Agricole 2023-12-07
(Bs) Ouest-France 2023-01-05
 Procédure Collective 2021-07-09
(Bt) API Ouest-France 2023-09-2
 Les Echos 2023-02-21
(Bu) Techniques de l'Ingénieur 2023-08-03
(Bv) Actualités du Droit 2023-11-15
(Bw) Actu Environnement 2024-01-10

fluctuation de tarifs, de subventions au rachat ou de revente annule potentiellement tout bénéfice, et surtout pour les plus petites usines **(309)**. Ceci crée une contrainte financière supplémentaire sur les exploitations agricoles **(Bo)** ainsi que sur les communes et intercommunalités qui doivent éponger les déficits **(Bp)**. La fluctuation d'approvisionnement en intrants (due aux concurrences à la surface) pose également le même type de problèmes **(Bq)**, tout comme le prix des matériaux à la hausse ou les subventions à la baisse (Entraid 2023-11-21, Ouest-France 2023-04-30, Ouest-France 2023-04-30), ou encore les changements réglementaires mis en place pour lutter contre l'accidentologie croissante **(Br)**. Ainsi, les petites structures sont les premières touchées par les faillites comme Naoden et Certitude Energie Méthanisation par exemple **(Bs)**. Les structures plus moyennes sont également touchées à la moindre fluctuation ou stagnation financière **(Bt)**. Le tout à tel point que, pour compenser les bénéfices si faibles, voire négatifs, il devient nécessaire d'établir des voies détournées d'obligations, par exemple les subventions **(Bu)**, les "certificats de biogaz" **(Bv)**, ou encore la modification du tarif de rachat à la moindre augmentation d'inflation **(Bw)**, autant d'aides qui seront en fait payées par les consommateurs !.

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.

Biodiversité - Ecocité

- (310) Van Midden et al. 2023

Les conséquences sur la biodiversité ne peuvent qu'être négatives puisque le déséquilibre introduit, à hauteur de la demande en énergie, engendre des perturbations physicochimiques et microbiennes de la biosphère des sols et des habitats **(310)**.

Acariens

- (311) Platen et al. 2016

L'effet d'un digestat (qui contient un peu de carbone organique, C_{org}) sur les acariens est quelques fois comparé à un apport nul de C_{org} (engrais purement minéral, type ammonitrate). Dans ce cas, et surtout sur un sol à faible rapport C/N, l'apport de digestat a alors un effet plutôt positif sur les populations d'acariens **(311)**. Cette comparaison est biaisée puisque les acariens ne rencontrent pas la même possibilité de trouver leur énergie dans les deux cas.

Biodiversité microbienne

- (312) Mang et al. 2022
 (313) Brtnicky et al. 2022
 (314) Thomsen et al. 2013
 (315) Ernst et al. 2008
 (316) Mickan et al. 2022
 (317) Garbini et al. 2022
 (318) Nesse et al. 2022
 (319) Luo et al. 2023
 (320) Vautrin et al. 2024

La biodiversité microbienne du digestat est plus faible que celle du même digestat composté **(312)**. A cela s'ajoute la trop grande stabilité du digestat épandu, qui abaisse l'activité de la communauté microbienne **(313-314)** réduisant d'autant la fertilité du sol à court terme et induisant un stress de la sphère microbienne par effet de compétition avec la macrofaune **(315)**. La biodiversité de la rhizosphère de tomates en pots est également affectée par épandage de digestat de déchets de nourriture, avec ou sans biochar **(316)**.

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. **(317-318)**.

Les composts permettent de conserver une plus grande biodiversité dans les sols que les digestats **(319)**.

L'application de digestats sur différents sols montre une décroissance de biomasse microbienne, et une décroissance de diversité prokaryotique **(320)**.

Champignons macroscopiques et champignons microscopiques du sol

- (321) Vitti et al. 2021

L'effet nocif des digestats d'effluents bovins sur les champignons du sol, organismes essentiels à leur équilibre, est mesuré **(321)**. L'épandage de

digestats liquides sur des sols de feuillus (peupliers) entraîne un abatement de la population de certains champignons (ectomycorrhizes) de la rhizosphère du sol, accroît le risque pathogène (322), et représentent des toxicités et un risque environnemental élevés (323).

(322) Yu et al. 2022
(323) Tigini et al. 2016
(324) Savoie et al. 2011
(325) Vautrin et al. 2024

L'usage de digestats d'effluents équin pour la culture des espèces macromycètes *Agaricus* est également reportée comme néfaste à leur croissance (324).

Sur sols à C/N assez forts, l'application de digestats entraîne une décroissance de diversité fongique (325).

Collemboles

Les collemboles représentent, avec les acariens et les nématodes, une des familles essentielles de méso-faune indispensable aux sols. Les épandages de lisiers, digérés ou pas, impactent négativement le nombre de collemboles, et plus fortement les espèces épigées. Toutefois, les épandages de digestats provoquent un impact plus long (326). Bien évidemment, comme dans le cas des acariens, l'effet d'un digestat (qui contient un peu de carbone organique, C_{org}) sur les collemboles ne devrait être comparé qu'à l'apport d'une quantité de C_{org} équivalente et non à un engrais purement minéral (n'apportant aucune énergie aux décomposeurs), comme c'est le cas dans quelques études semblant indiquer un effet positif du digestat (327).

(326) Pommeresche et al. 2017
(327) Platen et al. 2016

Insectes

La destruction d'habitats sur les lieux de construction des méthaniseurs met en danger des espèces protégées (Bx).

(Bx) Rue 89 2022-06-23
(By) Ouest-France 2019-03-04

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 (By).

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 (Bz). Les pollutions aquatiques entraînent également le décès d'espèces en danger comme les castors (Ca).

(Bz) L'Eclaircur 2018-05-02
(Ca) France 3 Grand-Est 2022-08-24

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 (328).

(328) 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 (Cb).

(Cb) 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 (Cc).

(Cc) Chassons 2022-08-30
France 3 Normandie 2022-08-27

Poissons et crustacés

La mortalité poissonnière suite aux écoulements, épandages, de déversements, aux accidents ... de digestats dans des cours d'eaux, est un fait récurrent malheureusement fréquent (Fig.10 - Page 8). 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 (Cd).

(Cd) AP 2022-DCL-BENV-590
France Bleu 2023-07-25
L'Ardennais 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, NH_3 , un des gaz émis par méthanisation,

(329) Krupa 2003

peut donner lieu à des altérations de croissance foliaire, des déficits de floraison et de fruits ... (329).

Vers de terre

- (330) Blouin et al. 2013
- (331) Fusaro et al. 2018
- (332) Lavelle et al. 2006
- (333) Fonte et al. 2023
- (334) Clements 2013
- (335) Ernst et al. 2008
- (336) Koblenz et al. 2015
- (337) Natalio et al. 2021
- (338) Rollett et al. 2021
- (339) Clements 2013
- (340) Koblenz et al. 2015
- (341) Moinard et al. 2021
- (342) Pivato et al. 2016
- (343) Pivato et al. 2018
- (344) Ross et al. 2017
- (345) Lwanga et al. 2016
- (346) Bermejo et al. 2010
- (347) Frøseth et al. 2014
- (348) Koblenz et al. 2015
- (349) Natalio et al. 2021

L'importance des vers de terre sur la santé des sols et leur fertilité n'est plus à démontrer (330-332). Une étude récente évalue leurs contributions en moyenne à 6,5% de la production de grains et à 2,3% celle de légumes au monde ! (333).

Or l'effet des épandages de digestats sur la décroissance des populations de vers de terre et la répartition entre espèces est avéré (334-338). 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 (339-341).

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% (342-343). A la fois le temps et la dose pour atteindre 50% de mortalité (TL50 et DL50 resp.) sont plus faibles à l'épandage de digestats qu'à l'épandage de lisiers (339).

Même les digestats solides après compostage ne semblent pas appréciés de certaines espèces (344).

La présence de micro- et nano-plastiques dans certains digestats représente un risque léthal supplémentaire pour les populations de vers de terre, tels que *Lumbricus terrestris* (345).

A dosages moyens (120 kg N/ha), les populations et masses de vers de terre endogées (*Aporrectodea caliginosa*, *A. icterica* et *A. rosea*) un mois après épandage de digestats liquide et solide ou de lisier et fumiers, remontent par comparaison à un sol non épandu. Toutefois cet effet est plus fort de 20-25% par fertilisation de lisier et fumier (346).

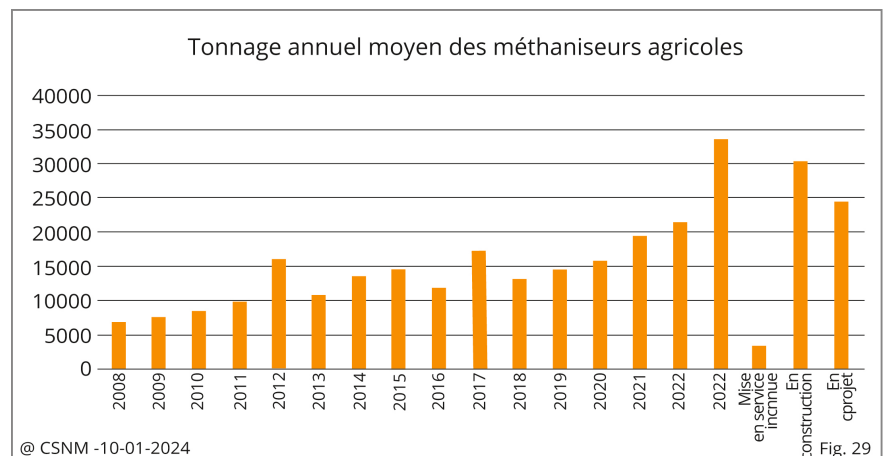
Les populations de vers de terre (*Lumbricus rebellus* et *A. caliginosa*) sont plus importantes dans un sol ayant subit un retour de déchets de moissons que sans retour, et l'application de digestat ne permet pas d'augmenter ces populations (347). Le retour au sol de lisiers est également plus favorable que l'épandage de digestat pour *A. caliginosa*, *A. rosea*, *Allolobophora chlorotica* et *L. terrestris* (348).

On constate une mortalité accrue aux stades juvénile et adulte de l'espèce *Allolobophora chlorotica* soumise à un digestat de déchets alimentaires (349).

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 (Fig.29), signature d'une méthanisation déjà fortement industrialisée même si elle est dénommée

Fig.29 Tonnage d'intrants moyen des méthaniseurs en fonctionnement en fonction de leur année de mise en service. Les méthaniseurs en projet et en phase de construction sont aussi indiqués



"agricole". D'autre part, les méthaniseurs projetés aujourd'hui comportent un tonnage annuel bien supérieur à la moyenne des méthaniseurs agricoles jusqu'en 2022.

L'industrialisation de la filière est d'ailleurs revendiquée ouvertement (Ce).

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 (350).

Dans cette voie, au sein même de la filière méthanisation, certaines équipes de recherche travaillent déjà à prétraiter ou 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 par méthode chimique ou électrochimique, 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 pyrogazéification, 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.

Dérives en filière Méthanisation

Extraire toujours plus de méthane

Des méthodes sont développées pour extraire toujours plus de méthane et/ou d'agrocaburant de la biomasse (351-379) et des boues de stations d'épuration (380).

En rajoutant des étapes de traitement :

- Des intrants : prétraitement des tiges de maïs par vapeur explosive (381), chaulage des cultures stockées en attente de méthanisation (382), application d'un champ électrique même si son effet semble incompris (383), activation de transfert électronique par incorporation d'oxyde de fer sur feutre de carbone (384), ajout d'huiles essentielles sur lisiers bovins (385). Le traitement des intrants pour décomposer le plus possible de lignine, avec comme conséquence moins de digestats solides (386).

Des digestats : oxydation (387), addition d'attapulgite (388), hydrolyse enzymatique (389).

En utilisant le biogaz comme précurseur :

Le biogaz est de plus en plus utilisé comme précurseur d'autres chimies (390), et même pour fabriquer du H₂ à grand renfort de catalyseurs ! (391). Ainsi il ne dessert pas la décroissance de consommation de gaz naturel (ou de pétrole), mais correspond bien à une utilisation dérivée des sols pour diverses industries, donc un accroissement de consommation.

Utiliser toujours plus les digestats

D'autres méthodes sont développées qui feront que les digestats solides et liquides ne retourneront pas aux sols comme amendement et fertilisant (392-394) :

- 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 395-404),
- combinaison des résidus de sucres et de digestats pour former des protéines monocellulaires (405),
- combinaison du digestat liquide avec du CO₂ pour décomposer les tiges de maïs (406),

(Ce) Sud-Ouest 2023-07-24

- (350) Wang W. et al. 2023
- (351) Brémond et al. 2022
- (352) Carmona-Cabello et al. 2022
- (353) Dutta et al. 2021
- (354) Eraky et al. 2022
- (355) Ezieke et al. 2022,
- (356) Ghavami et al. 2022
- (357) Gougoulas et al. 2021
- (358) Guan et al. 2021
- (359) He, Lin et al. 2022
- (360) Liu P. et al. 2023
- (361) He, Zhu et al. 2022
- (362) Kovalev et al. 2021
- (363) Luo et al. 2022
- (364) Ma et al. 2022
- (365) Mazurkiewicz et al. 2023
- (366) Mendoza-Tinoco et al. 2023
- (367) Peng Zhang et al. 2022
- (368) Reza et al. 2016
- (369) Sailer et al. 2022
- (370) Shao et al. 2022
- (371) Tawfik et al. 2022
- (372) Thapa et al. 2021
- (373) Vargas-Estrada et al. 2023
- (374) Wang J. et al. 2022
- (375) Wang S. et al. 2022
- (376) Wang X. et al. 2022
- (377) Wei et al. 2021
- (378) Xie et al. 2022
- (379) Zerback et al. 2022
- (380) Dutta et al. 2022).
- (381) Shevidi et al. 2023
- (382) Van Vlierberghe et al. 2022
- (383) Mendoza-Tinoco et al. 2023
- (384) Wang Z.-W. et al. 2023
- (385) Mazurkiewicz et al. 2023
- (386) Karrabi et al. 2023
- (387) Otto et al. 2023
- (388) Zhang et al. 2023
- (389) Steinbrecher et al. 2022
- (390) Wang D.-H. et al. 2022
- (391) Pajak et al. 2023
- (392) Czekala et al. 2022
- (393) Eraky et al. 2022
- (394) Rizzioli et al. 2023
- (395) Catenacci et al. 2022
- (396) Latini et al. 2021
- (397) Lee et al. 2021
- (398) Li Y. et al. 2022
- (399) Mickan et al. 2022
- (400) Peng Zhang et al. 2022
- (401) Song et al. 2021
- (402) Wang N. et al. 2022
- (403) Wang N. et al. 2022a
- (404) Weldon et al. 2022
- (405) Bertasini et al. 2022
- (406) Ma et al. 2022

(407) Aquino et al. 2023
 (408) Bach et al. 2022
 (409) Béji et al. 2022
 (410) Bertasini et al. 2022
 (411) Carucci et al. 2022
 (412) Chong et al. 2022
 (413) Cusick et al. 2014
 (414) Guruchandran et al. 2022
 (415) Karanasiou et al. 2023
 (416) Kubar et al. 2022
 (417) Kumar et al. 2022
 (418) Li Y. et al. 2022
 (419) Palakodeti et al. 2022
 (420) Riewklang et al. 2023
 (421) Van Puffelen et al. 2022
 (422) Wang et al. 2022a
 (423) He et al. 2022a
 (424) Weckerle et al. 2022
 (425) Zaffar et al. 2023
 (426) Zeng et al. 2023
 (427) Ablicieva et al. 2022
 (428) AlMallahi et al. 2022
 (429) Asp et al. 2022
 (430) Bignami et al. 2022
 (431) Guruchandran et al. 2022
 (432) Hultberg et al. 2022
 (433) Saju et al. 2022
 (434) Tallou et al. 2022
 (435) Chuka-Ogwude et al. 2022
 (436) Dutta et al. 2021
 (437) Fu et al. 2022
 (438) Le Pham et al. 2022
 (439) Olugbemide et al. 2022
 (440) Pizzera et al. 2019
 (441) Pleissner et al. 2023
 (442) Sanchez-Quintero et al. 2023
 (443) Tawfik et al. 2022
 (444) Wang Q. et al. 2021
 (445) Xie et al. 2023
 (446) Xu Y. et al. 2022
 (447) Sempere et al. 2022
 (448) Mo et al. 2023
 (449) Chaturvedi et al. 201
 (450) Jasim et al. 2022
 (451) Gebhardt et al. 2021
 (452) Gebhardt et al. 2022
 (453) Benedetti et al. 2022
 (454) Cao et al. 2019
 (455) Dutta et al. 2021
 (456) Dzedzic et al. 2021
 (457) Dzedzic et al. 2022
 (458) Ghavami et al. 2022
 (459) Peng Zhang et al. 2022
 (460) Basinas et al. 2023
 (461) Pawlak-Kruczek et al. 2023
 (462) Chuda et al. 2021
 (463) Moure Abelenda et al. 2022
 (464) Baldi et al. 2018
 (465) Li D. et al. 2022
 (466) Manu et al. 2022
 (467) Cusick et al. 2014
 (468) Li Y. et al. 2022
 (469) Ablicieva et al. 2022
 (470) Morey et al. 2023
 (471) Szymanska et al. 2022
 (472) Van Puffelen et al. 2022
 (473) Celletti et al. 2021
 (474) Guruchandran et al. 2022
 (475) Skrzypczak et al. 2023
 (476) Wang, He et al. 2022a
 (477) Fei et al. 2023
 (478) Sanchez-Quintero et al. 2023
 (479) Chioti et al. 2023

- 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 (407-426)
- immobilisation des métaux lourds (427),
- réutilisation en des cultures intensifiées et/ou en milieu inadapté naturellement (428-434),
- nourrir des larves d'insectes ou des cultures de microalgues (435-445), éventuellement en rajoutant une étape de filtration ou d'ultrafiltration (446) ce qui pénalisera le rendement global
- assécher le biogaz de H₂S (447), ou de H₂O (448), là aussi en utilisant des procédés énergivores
- être utilisés comme précurseurs de fabrication dans d'autres filières bétons, microélectronique, ... (449-450), fibres de digestats solides comme renforts de matériaux composites (451-452)
- être envisagés comme combustible en incinération en les transformant (par exemple par carbonisation hydrothermale) ! (453-459) ou pyrolysé avant incorporation au sol ! (460)
- utiliser la carbonisation hydrothermale pour décomposer la biomasse restante (461).

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 (462-463),
- de baisser chimiquement et/ou physiquement la quantité d'azote (464-466) et/ou de phosphore (467-468),
- de pastiller ou assécher pour le transport à cause du surplus d'épandage (469-472),
- pour tenter d'en abattre la toxicité (473-475),
- par électrodialyse (476).
- par précipitation chimique et ajout de cendres volantes (477).
- par ajout de charbon actif (478).
- pour abattre leur charge pathogène (479).

Certains voient l'ajout de légumes et légumineuses (cultivées ?) comme des moyens de relever ou abaisser le rapport C/N (480).

Pyrogazéification

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

Gazéification 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 ?

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 (481).

Ce procédé correspond à des demandes électriques irréalisables de manière soutenable si l'on veut que la méthanation substitue d'autres énergies de manière conséquente (Cf).

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 (482-505).
- La réduction d'émission de méthane par méthanisation est comparée aux émissions de cuves de lisiers ouvertes (506) ou de tas de fumiers laissés en tas (507).
- 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 (508) ou en défaveur du digestat (509).
- 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 (510).
- 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 (511-512), 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.

Subventionnement

Les subventions allouées à la méthanisation (Fig.30) sont hors de toute raison en comparaison du peu d'énergie recueillie par ce procédé. D'ailleurs même le Président de TotalEnergies Biogaz le dit (Cg). Ce caractère déraisonnable est renforcé par l'absence de certaines impositions des structures méthanisantes (Ch).

- Nous relevons plus de 910 M€ distribués en France pour la construction des méthaniseurs, soit 820 000 € par méthaniseur, a minima (Nous estimons

(480) Brtnicky et al. 2022
 (481) Sun et al. 2022
 (Cf) Contrepoints 2015-07-20
 (482) Awadalla et al. 2023
 (483) Basinas et al. 2023
 (484) Brtnicky et al. 2022
 (485) Chatzistathis et al. 2022
 (486) Dubis et al. 2022
 (487) Erraji et al. 2023,
 (488) Kovačević et al. 2022
 (489) Li F. et al. 2023
 (490) Malabad et al. 2022
 (491) Mickan et al. 2022
 (492) Nascimento et al. 2023
 (493) Platen et al. 2016
 (494) Piccoli et al. 2023,
 (495) Ran et al. 2022
 (496) Romanowska-Duda et al. 2023
 (497) Rossi et al. 2023
 (498) Saju et al. 2022
 (499) Skrzypczak et al. 2023
 (500) Slepetiene et al. 2022a
 (501) Tsachidou et al. 2019
 (502) Velechovsky et al. 2021
 (503) Weldon et al. 2022
 (504) Zilio et al. 2022
 (505) Zuffi et al. 2023
 (506) Holly et al. 2017
 (507) Maldaner et al. 2018
 (508) Uzinger et al. 2021
 (509) Rossi et al. 2023
 (510) Moinard et al. 2021
 (511) Ramirez-Islas et al. 2020
 (512) Samoraj et al. 2022

(Cg) Sud-Ouest 2023-07-24
 (Ch) article 1463 du CGI

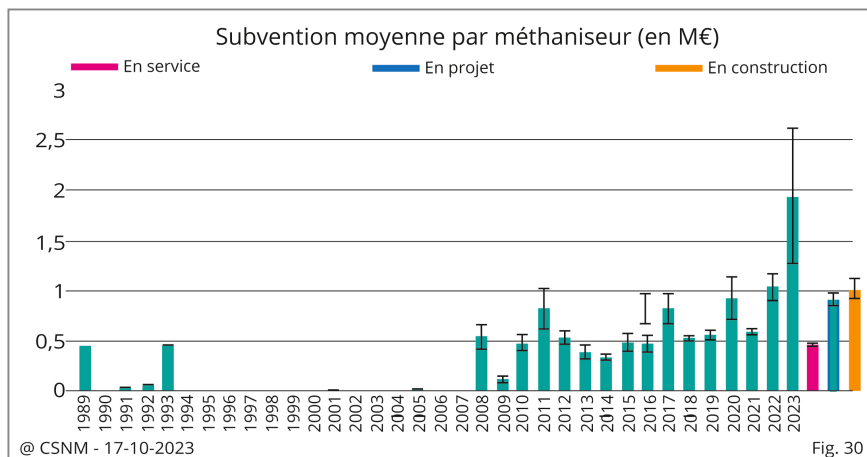
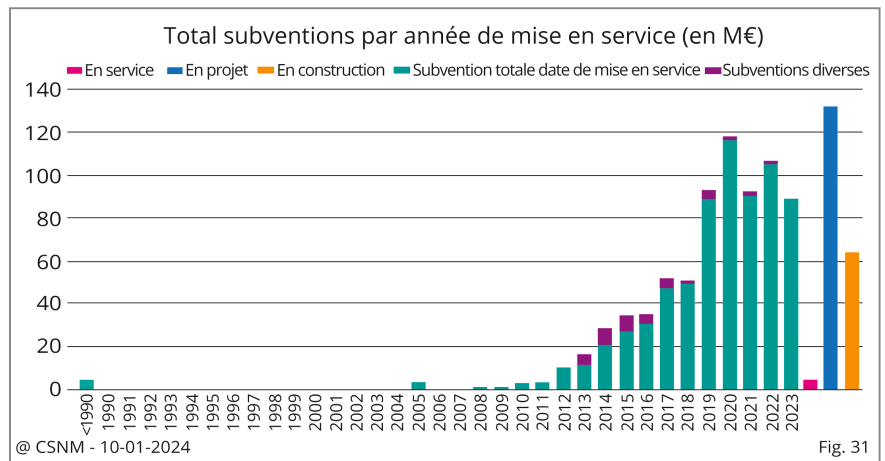


Fig.30 Subventions moyennes allouées par méthaniseur en fonction des années (sources ADEME, Régions, Départements, Communes ...)

Fig.31 Subventions totales par années



à 2 Mds d'€ les subventions totales allouées à la construction) car la collecte de ces données est très peu ouverte.

- 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.

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.

- (513) Purohit et al. 2007
 (514) Caposciutti et al. 2020
 (515) Lajdova et al. 2016

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 (513-514), 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 (515).

Distance aux Riverains, NIMBY et résistance avertie

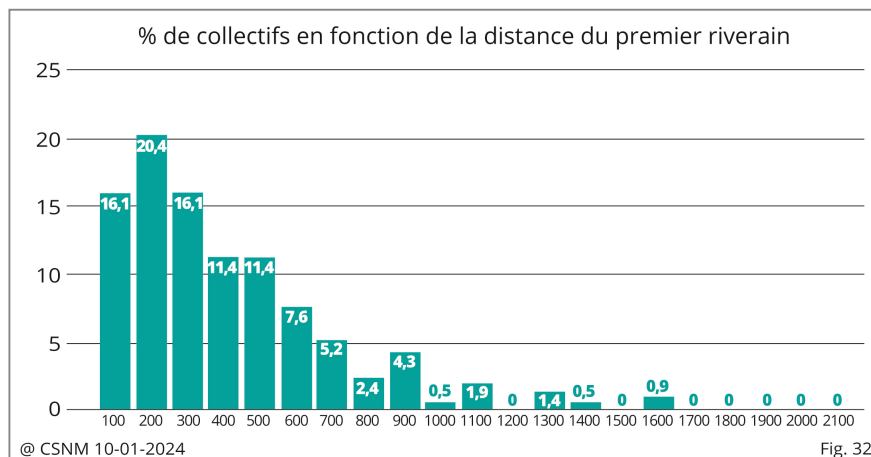
- (516) Trom 1999
 (517) Bourdin 2019
 (518) Bourdin, Colas et al. 2020
 (519) Lanotte et al. 2022

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 (516). Au contraire, les riverains s'informent, et, en particulier pour la méthanisation, entrent en conditions de résistance avertie (517-519).

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 (520-521).

(520) Bourdin, Nadou 2020
(521) 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 (Fig.32), 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.



Illégalités, irrégularités, condamnations, intimidations : faits

Du simple fait d'intimidation aux condamnations conséquentes, en passant par des irrégularités donnant lieu à mises en demeure 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 (Ci).
- 150 000 € d'amende (50 000€ avec sursis) pour Engie, pour pollution aquatique par négligence en 2020 (Cj).
- 113 500 € d'amende pour la SAS Bod-Fao Energie (50 000€ avec sursis) pour pollution de cours d'eau (Ck).
- 74 077 € d'amende pour Biogasy (Les Herbiers) pour faits de pollutions aquatiques et mortalité piscicole (Cl).
- 20 000 € d'amende (5 000 avec sursis) pour Bioénergies 123 (Azat-le-Ris et Peyrat-de-Bellac) pour pollutions de champs par ruissellements et intoxication animale (Cm).
- 10 000 € d'amende pour prise illégale d'intérêts de Pascal Gaillot, Présidente de la commission environnement du Grand-Est (Cn).
- 42 925 € d'amende pour pollution de rivière et réparations de la société Mathéos Gardhailac (Co).
- 8 000 € d'amende pour Biogasy (Les Herbiers) pour faits de pollutions aquatiques et mortalité piscicole (Cp).
- Astreinte de 100 /j jusqu'à satisfaction de mise en demeure à la Centrale Beauce Gâtinais Biogaz (Cq).
- Condamnation de la SARL Cap-Métha pour pollution de cours d'eau (Cr).
- Condamnation de la SARL Moulins de Kérollet à 3000 € pour pollution de cours d'eau et mortalité de poissons (Cs).
- Condamnation de la SCEA Le Bihan à 2500 € pour pollution de cours d'eau (Ct).

- (Ci) Réussir 2022-02-02
- (Cj) France3 Bretagne 2023-11-16
- (Ck) Le Télégramme 2023-06-29
- (Cl) TJ de La Roche-sur-Yon du 13/12/2022
- (Cm) France3 Haute-Vienne 2024-01-08, La France Agricole 2024-01-1
- (Cn) Rue 89 2022-09-06, L'Est Eclair 2019-03-14, Le Canard Enchaîné 2019-03-13
- (Co) La Commère 2022-03-07
- (Cp) Ouest-France 2023-01-16
- (Cq) AP 2020-05-04
- (Cr) Le Télégramme 2020-08-25
- (Cs) TGI de Vannes du 15/01/2018
- (Ct) Le Courrier Indépendant 2023-05-17

Ecart à l'éthique de l'Etat

(Cu) L'Union 2018-09-27
L'Union 2018-10-12
(Cv) La Dépêche 2019-09-02
Le Télégramme 2020-03-03
(Cw) La Gazette du Morbihan 2022-09-22
(Cx) Mediapart 2023-03-13

- 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" (Cu).
- Permis de construire ou augmentations signés par les préfetures avant consultations ou enquêtes publiques (Cv).
- Les distributions de tracts sont interdits sur certains marchés par les préfets, et les gendarmes dépêchés sur les lieux (Cw).
- 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 (Cx).

Intimidations

(Cy) 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
OuestFrance 2020-02-08
Ouest-France 2020-11-30
Reporterre 2023-03-02

- 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 ... (Cy).

Irrégularités

(Cz) AP 2023-11-06, AP 2023-09-08a
AP 2023-09-08b, AP 2023-07-08
AP 2023-06-27, AP 2023-05-29
AP 2023-04-21, AP 2023-03-06
AP 2023-01-17, AP 2022-06-30
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 2019-08-13, AP-2019-08-01
AP 2019-05-13, AP 2018-05-01
Dernières Nouvelles d'Alsace 2023-05-19
L'Eclair 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
Sud-Ouest 2023-08-10
(Da) Courrier de l'Ouest 2018-05-31
(Db) La Gazette du Centre Morbihan
2021-03-27
(Dc) L'Union 202103-12
(Dd) L'Union 2023-02-06
L'Union 2022-11-08
PC 051075 18 K0008-M02

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 :

- des manquements : au respect des mises en demeure, aux consignes d'incendie, aux plans de permis, aux relevés de torchages, à la signalétique, au plan de maintenance,
- des épandages irréguliers : surnuméraires ou sur surfaces interdites ou trop importantes, en périodes interdites, avec insuffisance de suivis,
- des absences : de plan d'épandage, de zonage ATEX, 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, d'absences de déclaration d'accidents,
- des défauts ou insuffisance : de torchères, de la maintenance, des capacités de stockages, d'étanchéité de zones d'intrants, de clôtures de lagunes, de zone de rétention de digestat,
- des dépassements de tonnages d'intrants,
- 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, d'astreinte 24/24, de positionnements d'installations électriques,
- des démarrages de production, de stockages, d'augmentation avant autorisations légales,
- de rejets polluants : de lixiviats et digestats sur voiries et en milieux naturels, de pollutions olfactives, de fuites de biogaz, ... (Cz).

Les irrégularités de procédures sont également nombreuses, des élus-porteurs de projets se permettant de prendre part aux discussions lors de votes de subventions (Da). Certains montages de projets semblent à tout le moins mélanger les genres et sont questionnables (Db). On remarque aussi certains non-respect de formalités administratives (Dc) et des mises en exploitation d'usines non conformes au permis de construire initial (Dd).

Écarts à l'éthique des industriels

Les industriels du gaz (TotalEnergies, GRDF) interviennent dans certaines écoles primaires, collèges (**De**), lycées et universités (**Df**), financent des associations environnementales (FNE, WWF) pour mener des débats divers, souvent accompagnés d'élus ! (**Dg**), soutenus par les Régions (**Dh**).

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

Exemples flagrants de faux déchets

De plus en plus d'études pointent l'utilisation de biomasses usuellement nécessaires à d'autres applications directes : alimentation humaine et animale, 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. Il est par exemple parfaitement inconcevable d'importer de très loin (du Brésil ou d'ailleurs) des aliments pour l'élevage en très grandes quantités, quand dans le même temps on sacrifie des surfaces où une alimentation souvent plus saine (en tout cas mieux contrôlée) aurait pu être produite.

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

- amidon de tapioca (**522**) : alimentation, agent épaississant, friture,
- balles de riz (**523**),
- cendres de bagasse de canne à sucre (**524**) : amendement, construction (aditions pouzolanique),
- déchets de poissons (**525**) : farines, engrais,
- déchets de desserts industriels (**Dj**) : alimentation animale,
- drêches d'orge et malt, pot ale (**526**) : alimentation animale,
- effluents d'aquaculture (**527**) : alimentation animale et amendement,
- épiluchures d'ignames (**528**) : alimentation animale, compost,
- fumiers et lisiers bovins (**529**), équins : fertilisation et amendement des sols
- jacinthes d'eau (**530**) : compost, systèmes d'épuration,
- lactoserum (**531**), acides gras laitiers (**532**): alimentation humaine (fromages de lactoserum, poudres et protéines de lactoserum, lactose et dérivés, transformation IAA (concentrat (WPC) et isolats (WPI)) et bétailière,
- marcs de pommes (**533**), de raisins (**531**),
- pailles (**Dk**) d'orge (**531**), de riz (**531-532-534**) : litières, isolation, mytiliculture et fertilisation naturelle,
- palmes (rafles, fibres, effluents) (**535-536**) : épandages, compostages pour retour au sol,
- pelouses (**537**) : fertilisant naturel,
- pulpes de betteraves (**DI**) : alimentation animale,
- résidus de nourriture à base de poulets (**538**) : alimentation pour animaux,
- tiges et résidus de maïs (**531-539-540-541**) : litières, construction,
- tomates (peaux, graines) (**531**) : alimentation élevage.

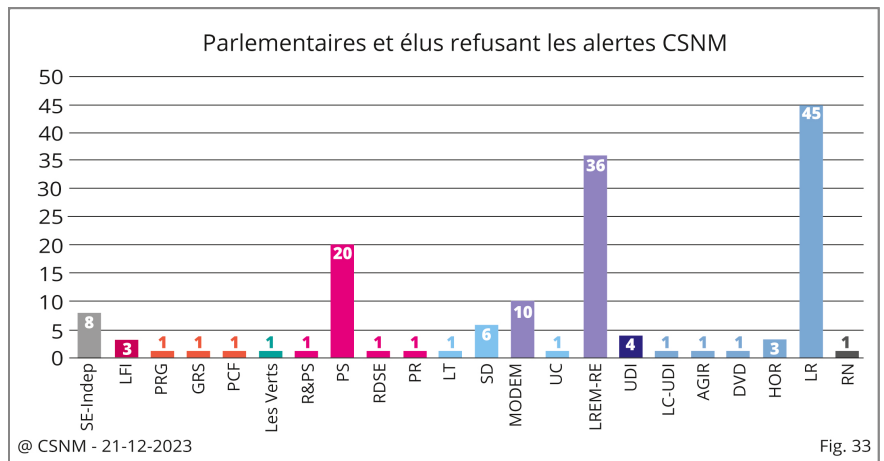
Intérêt des élus

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 (Fig.33) est une sorte de mesure de leur préoccupation aux problèmes des riverains.

- (**De**) La Dépêche 2023-02-16
Le Courrier Cauchois 2023-03-02
- (**Df**) ESSOR Loire 2023-08-06,
Presse Agence 2023-07-28
Sud-Ouest 2023-05-09
- (**Dg**) Le Courrier Cauchois 2023-03-02
- (**Dh**) Presse Agence 2023-07-28
- (**Di**) Karimi et al. 2022

- (522) Riewklang et al. 2023
- (523) Matin et al. 2022
- (524) Garcia-Perez et al. 2023
- (525) Ingabire et al. 2023
- (526) Hackula et al. 2023
- (527) Ndiaye et al. 2020
- (528) Nweke et al. 2021
- (529) Mazurkiewicz et al. 2023
- (530) Ingabire et al. 2023
- (531) Dinuccio et al. 2010
- (532) Liu Y.-C. et al. 2023
- (533) Ampese et al. 2022
- (534) Nguyen et al. 2016
- (535) Suksaroj et al. 2023
- (536) Tan et al. 2023
- (537) Ulukardesler 2023
- (538) Hasan et al. 2018
- (539) He et al. 2019
- (540) Ma et al. 2022
- (541) Sumardiono et al. 2022
- (**Dj**) Sud-Ouest 2023-10-11
- (**Dk**) Paris Normandie 2023-06-21
- (**DI**) Web-Agri 2023-03-15

Fig.33 Nombre d'élus (Députés, Sénateurs, Conseillers Régionaux, Maires) ayant demandé le retrait de leur adresse du listing de mailing du CSNM, en fonction de leur étiquette politique



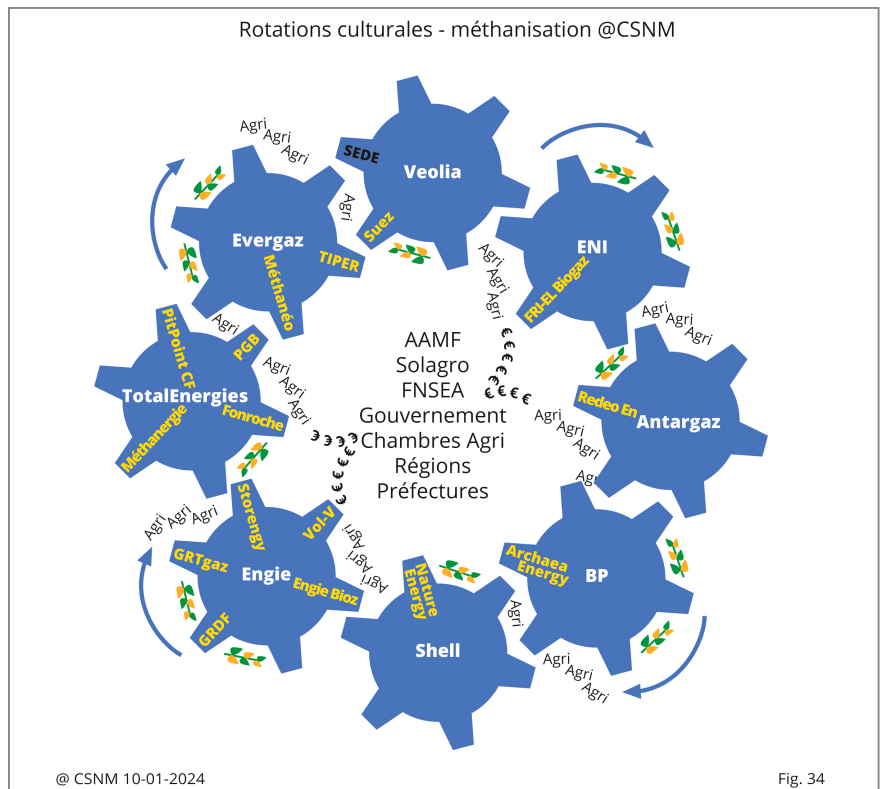
(542) Goulet 2023-09-07

Fort heureusement, certains parlementaires prennent conscience de certaines dérives et dangers, et tentent de réagir (542).

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 (Fig.34). De fait, l'objectif des agriculteurs-méthaniseurs sera contraint par cette relation à évoluer vers la seule demande énergétique au détriment des sols.

Fig.34 Liens de filiations entre multinationales de l'énergie et équipementiers et gestionnaires de réseaux liés à la méthanisation



Tous ces faits sont partagés par nombre d'organisations scientifiques et scientifiques individuels, nationaux et internationaux (Académie des Sciences Allemande Léopoldina, Union of Concerned Scientists, GREFFE, 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
Coodonateur CSNM

Références scientifiques

- (1) **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.
- (2) **Soltanzadeh A., Mahdinia M., Golmohammadpour H., Pourbabaki R., Mohammad-Ghasemi M., SadeghiYarandi 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**
- (3) **Stolecka Katarzyna, Rusin Andrzej (2021).** Potential hazards posed by biogas plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **135** 110225
- (4) **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
- (5) **Trávníček P., Kotek L. (2015).** Risks associated with the production of biogas in Europe. *Process Safety Progress* **34** 172-178
- (6) **Mbareche, Veillette, Dubuis, Bakhiyi, Marchand, Zayed, Lavoie, Bilodeau, Duchaine (2018).** Fungal bioaerosols in biomethanization facilities. *Journal of the Air & Waste Management Association* **68** 1198
- (7) **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
- (8) **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
- (9) **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.
- (10) **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
- (11) **Grouiez Pascal (2021).** Une analyse de filière des dynamiques de revenus de la méthanisation agricole. *Notes et Etudes Socio Economiques* **49** 41-61
- (12) **Huerta J.D., Bose A., Wall D.M., Murphy J.D., O'Shea R. (2023).** Assessing the cost variability of emissions abatement in small-scale on-farm anaerobic digestion. *DeCarbon* **1** 100008
- (13) **Lubanska A., Kazak J.K. (2023).** The Role of Biogas Production in Circular Economy Approach from the Perspective of Locality. *Energies* **16** 3801
- (14) **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
- (15) **Caposciutti G., Baccioli A., Ferrari L., Desideri U. (2020).** Biogas from Anaerobic Digestion: Power Generation or Biomethane Production? *Energies* **13** 743
- (16) **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
- (17) **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
- (18) **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
- (19) **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
- (20) **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
- (21) **Chojnacka K., Moustakas K. (2024).** Anaerobic digestate management for carbon neutrality and fertilizer use: A review of current practices and future opportunities. *Biomass and Bioenergy* **180** 106991
- (22) **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
- (23) **Jasinska A., Grosser A., Meers E. (2023).** Possibilities and Limitations of Anaerobic Co-Digestion of Animal Manure—A Critical Review. *Energies* **16** 3885
- (24) **Iocoli G.A., Zabaloy M.C., Pasdevicelli G., Gómez M.A. (2019).** Use of biogas digestates obtained by anaerobic digestion and co-digestion as fertilizers: Characterization, soil biological activity and growth dynamic of *Lactuca sativa* L.. *Science of The Total Environment* **647** 11-19
- (25) **Meng X., Ma C., Petersen S.O. (2022).** Sensitive control of N₂O emissions and microbial community dynamics by organic fertilizer and soil interactions. *Biology and Fertility of Soils* **58** 771-788
- (26) **Risberg K., Cederlund H., Pell M., Arthurson V., Schnürer A. (2017).** Comparative characterization of digestate versus pig slurry and cow manure – Chemical composition and effects on soil microbial activity. *Waste Management* **61** 529-538
- (27) **Meng X., Ma C., Petersen S.O. (2022).** Sensitive control of N₂O emissions and microbial community dynamics by organic fertilizer and soil interactions. *Biology and Fertility of Soils* **58** 771-788
- (28) **Johansen A., Carter M.S., Jensen E.S., Hauggard-Nielsen H., Ambus P. (2013).** Effects of digestate from anaerobically digested cattle slurry and plant materials on soil microbial community and emission of CO₂ and N₂O. *Applied Soil Ecology* **63** 36-44
- (29) **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
- (30) **Cusick R.D., Ullery M.L., Dempsey B.A., Logan B.E. (2014).** Electrochemical struvite precipitation from digestate with a fluidized bed cathode microbial electrolysis cell. *Water Research* **54** 297-306
- (31) **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
- (32) **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
- (33) **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*
- (34) **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
- (35) **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

- (36) Jasinska A., Grosser A., Meers E. (2023). Possibilities and Limitations of Anaerobic Co-Digestion of Animal Manure—A Critical Review. *Energies* **16** 3885
- (37) Kovačić Durdica, Lončarić Z., Jović J., Samac D., Popović B., Tišma M. (2022). Digestate Management and Processing Practices: A Review. *Applied Sciences* **12** 9216
- (38) 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* **350** 131552
- (39) Rizzoli 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
- (40) Luo Y., Chavez-Rico V.S., Sechi V., Bezemer T.M., Buisman C.J.N., ter Heijne A. (2023). Effect of organic amendments obtained from different pretreatment technologies on soil microbial community. *Environmental Research* **232** 116346
- (41) 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
- (42) 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
- (43) Wiater J. (2022). Sequential Analysis of Phosphorus Compounds Contained in the Substrates and the Digestate. *Water* **14** 3655
- (44) 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
- (45) Rossi G., Beni C., Benedetti A., Felici B., Neri U. (2023). Effect of Mineral or OFMSW Digestate Fertilization on Ryegrass and Nitrogen Leaching. *Agronomy* **13** 1316
- (46) Nascimento G., Villegas D., Cantero-Martinez C. (2023). Crop diversification and digestate application effect on the productivity and efficiency of irrigated winter crop systems. *European Journal of Agronomy* **148** 126873
- (47) Xu S., Gu X., Wu Q., Gao Y., Cai Y., Ma S., Zheng Z., Wang X. (2023). An ecological and economic approach to enhancing the agronomic quality of anaerobic digestate: Effects of adding agricultural Jiaosu on metabolism and the microbial community. *Chemical Engineering Journal* **468** 143648
- (48) Chioti A.G., Sarikaki G., Tsioni V., Kostopoulou E., Romanos G.E., Falaras P., Sfetsas T. (2023). Disinfection of Digestate Effluents Using Photocatalytic Nanofiltration. *Fermentation* **9** 662
- (49) Vautrin F., Piveteau P., Cannavacciuolo M., Barré P., Chauvin C., Villenave C., Cluzeau D., Hoefner K., Mulliez P., Jean-Baptiste V., Vrignaud G., Tripied J., Dequiedt S., Maron P., Ranjard L., Sadet-Bourgeteau S. (2024). The short-term response of soil microbial communities to digestate application depends on the characteristics of the digestate and soil type. *Applied Soil Ecology* **193** 105105
- (50) 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
- (51) Moreno V.C., Cozzani V. (2015). Major accident hazard in bioenergy production. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **35** 135-144
- (52) 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
- (53) 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
- (54) 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
- (55) Krupa S.V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environmental Pollution* **124** 179-221
- (56) Werkneh A.A. (2022). Biogas impurities: environmental and health implications, removal technologies and future perspectives. *Heliyon* **8** e10929
- (57) 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
- (58) 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
- (59) 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
- (60) 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
- (61) 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
- (62) Barcauskaitė K. (2019). Gas chromatographic analysis of polychlorinated biphenyls in compost samples from different origin. *Waste Management & Research* **37** 556-562
- (63) 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
- (64) 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
- (65) 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
- (66) 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
- (67) 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*
- (68) 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*
- (69) Werkneh A.A. (2022). Biogas impurities: environmental and health implications, removal technologies and future perspectives. *Heliyon* **8** e10929
- (70) 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
- (71) 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
- (72) Brändli R.C., Kupper T., Bucheli T.D., Zennegg C., 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
- (73) 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
- (74) 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
- (75) 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
- (76) 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*
- (77) 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
- (78) 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
- (79) 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
- (80) 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
- (81) 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
- (82) 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
- (83) 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
- (84) Morey L., Fernández B., Tey L., Biel C., Robles-Aguilar A., Meers E., Soler J., Porta R., Cots M., Riau V. (2023). Acidification and solar drying of manure-based digestate to produce improved fertilizing products. *Journal of Environmental Management* **336** 117664
- (85) Nkoa R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development* **34** 473-492
- (86) 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
- (87) 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
- (88) 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
- (89) 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*
- (90) Tshikalange B., Ololade O., Jonas C., Bello Z.A. (2022). Effectiveness of cattle dung biogas digestate on spinach growth and nutrient uptake. *Heliyon* **8**(3) e09195
- (91) 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
- (92) 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
- (93) 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
- (94) 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
- (95) 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
- (96) 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
- (97) 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
- (98) Morey L., Fernández B., Tey L., Biel C., Robles-Aguilar A., Meers E., Soler J., Porta R., Cots M., Riau V. (2023). Acidification and solar drying of manure-based digestate to produce improved fertilizing products. *Journal of Environmental Management* **336** 117664
- (99) Przygocka-Cyna K., Grzebisz W. (2020). The Multifactorial Effect of Digestate on the Availability of Soil Elements and Grain Yield and Its Mineral Profile zThe Case of Maize. *Agronomy* **10** 275
- (100) 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
- (101) 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
- (102) Chioti A.G., Sarikaki G., Tsioni V., Kostopoulou E., Romanos G.E., Falaras P., Sfetsas T. (2023). Disinfection of Digestate Effluents Using Photocatalytic Nanofiltration. *Fermentation* **9** 662
- (103) Garbini G.L., Grenni P., Rauseo 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*
- (104) Chioti A.G., Sarikaki G., Tsioni V., Kostopoulou E., Romanos G.E., Falaras P., Sfetsas T. (2023). Disinfection of Digestate Effluents Using Photocatalytic Nanofiltration. *Fermentation* **9** 662
- (105) 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
- (106) Le Maréchal C., Druilhe C., Repérant E., Boscher E., Rouxel S., Roux S.L., Poëzévara 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
- (107) 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
- (108) 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
- (109) 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*
- (110) 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
- (111) 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
- (112) 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
- (113) Garbini G.L., Grenni P., Rauseo 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*
- (114) 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
- (115) 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*
- (116) 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
- (117) Nnorom M.-A., Saroj D., Avery L., Hough R., Guo B. (2023). A review of the impact of conductive materials on antibiotic resistance genes during the anaerobic digestion of sewage sludge and animal manure. *Journal of Hazardous Materials* **446** 130628
- (118) 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
- (119) 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
- (120) 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
- (121) 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
- (122) 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
- (123) 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
- (124) 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
- (125) 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
- (126) 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
- (127) 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
- (128) 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
- (129) 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
- (130) 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*
- (131) 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*
- (132) 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*
- (133) 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*
- (134) 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
- (135) 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-derection-de-co2-de-lue-6828/>
- (136) Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften (2012). Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen
- (137) 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
- (138) 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
- (139) Meyer-Aurich A., Lochmann Y., Klaus H., Prochnow A. (2016). Comparative Advantage of Maize- and GrassSilage Based Feedstock for Biogas Production with Respect to Greenhouse Gas Mitigation. *Sustainability* **8** 617
- (140) 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
- (141) 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
- (142) 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

- (143) 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
- (144) 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
- (145) Bochow N., Poltronieri A., Robinson A., Montoya M., Rypdal M., Boers N. (2023). Overshooting the critical threshold for the Greenland ice sheet. *Nature* **622** 528-536
- (146) Vuolo M.R., Acutis M., Tyagi B., Boccasile G., Perego A., Pelissetti S. (2023). Odour Emissions and Dispersion from Digestate Spreading. *Atmosphere* **14** 619
- (147) 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
- (148) Harmsen M., Tabak C., Höglund-Isaksson L., Humpenöder F., Purohit P., van Vuuren D. (2023). Uncertainty in non-CO2 greenhouse gas mitigation contributes to ambiguity in global climate policy feasibility. *Nature Communications* **14** 2949
- (149) 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
- (150) Guan J., Li N., Li H., Yao X., Long Y., Wang S., Ji A., Xue Y. (2023). Life Cycle Environmental and Economic Assessment of Different Biogas and Biogas Residue Operation Models. *Processes* **11** 3005 (1-17)
- (151) Nurgaliev T., Koshelev V., Müller J. (2022). Simulation Model for Biogas Project Efficiency Maximization. *BioEnergy Research*
- (152) 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
- (153) 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
- (154) 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
- (155) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (156) 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
- (157) Baldé H., Wagner-Riddle C., MacDonald D., VanderZaag A. (2022). Fugitive methane emissions from two agricultural biogas plants. *Waste Management* **151** 123-130
- (158) Börjesson, P., Berglund M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems - Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* **30** 469-485
- (159) 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
- (160) 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
- (161) Burrow A. (2019). Reducing the risk of biogas leakage. *Filtration+Separation* **56** 24-26
- (162) 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
- (163) 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
- (164) 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
- (165) Flesch T.K., Desjardins R.L., Worth D. (2011). Fugitive methane emissions from an agricultural biodigester. *Biomass and Bioenergy* **35** 3927-3935
- (166) 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*
- (167) 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
- (168) 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
- (169) 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
- (170) 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**
- (171) Hrad M., Piringner M., Huber-Humer M. (2015). Determining methane emissions from biogas plants – Operational and meteorological aspects. *Bioresource Technology* **191** 234-243
- (172) 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
- (173) 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
- (174) 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
- (175) 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
- (176) 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
- (177) 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
- (178) 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
- (179) Kvist T., Aryal N. (2019). Methane loss from commercially operating biogas upgrading plants. *Waste Management* **87** 295-300
- (180) Liebetrau J., Clemens J., Cuhls C., Hafermann C., Friehe J., Weiland P., Daniel-Gromke J. (2010). *Engineering in Life Sciences* **10** 595-599
- (181) 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
- (182) Merico E., Grasso F.M., Cesari D., Decesari S., Belosi F., Manarini F., Nuntius 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
- (183) 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
- (184) Mønster J., Kjeldsen P., Scheutz C. (2019). Methodologies for measuring fugitive methane emissions from landfills – A review. *Waste Management* **87** 835-859
- (185) 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
- (186) 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
- (187) 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
- (188) 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** 294303
- (189) 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
- (190) Schaum C., Fundneider T., Cornel P. (2016). Analysis of methane emissions from digested sludge. *Water Science and Technology* **73** 1599-1607
- (191) Scheutz C., Fredenslund A.M. (2019). Total methane emission rates and losses from 23 biogas plants. *Waste Management* **97** 38-46
- (192) Tauber J., Parravicini V., Svardal K., Krampe J. (2019). Quantifying methane emissions from anaerobic digesters. *Water Science and Technology* **80** 1654-1661
- (193) 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
- (194) 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
- (195) 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
- (196) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (197) Börjesson, P., Berglund M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems - Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* **30** 469-485
- (198) 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
- (199) 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
- (200) Liebetrau J., Clemens J., Cuhls C., Hafermann C., Friehe J., Weiland P., Daniel-Gromke J. (2010). *Engineering in Life Sciences* **10** 595-599
- (201) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (202) 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
- (203) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (204) Huerta J.D., Bose A., Wall D.M., Murphy J.D., O'Shea R. (2023). Assessing the cost variability of emissions abatement in small-scale on-farm anaerobic digestion. *DeCarbon* **1** 100008
- (205) Kvist T., Aryal N. (2019). Methane loss from commercially operating biogas upgrading plants. *Waste Management* **87** 295-300
- (206) 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
- (207) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (208) 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
- (209) Burrow A. (2019). Reducing the risk of biogas leakage. *Filtration+Separation* **56** 24-26
- (210) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (211) 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
- (212) Cuéllar A.D., Webber M.E. (2018). Cow power: the energy and emissions benefits of converting manure to biogas. *Environmental Research Letters* **3** 034002
- (213) 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
- (214) Kesenheimer K., Augustin J., Hegewald H., Köbke S., Dittert K., Rübiger T., Quinones T.S., Prochnow A., Hartung J., Fuß R., Stichothe 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
- (215) 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
- (216) 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
- (217) 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
- (218) 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* 2021 - **11** 2215
- (219) Wang X., Xiang B., Li J., Zhang M., Frostegard A., Bakken L., Zhang X. (2023). Using adaptive and aggressive N₂O-reducing bacteria to augment digestate fertilizer for mitigating N₂O emissions from agricultural soils. *Science of The Total Environment* **903** 166284
- (220) 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
- (221) 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
- (222) Li H., Song X., Wu D., Wei D., Ju X. (2023). Digestate induces significantly higher N₂O emission compared to urea under different soil properties and moisture. *Environmental Research* 117617

- (223) 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
- (224) 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
- (225) 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
- (226) Bas M.S., Aragón A.J., Torres J.C., Osorio F. (2022). Purification and upgrading biogas from anaerobic digestion using chemical adsorption 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
- (227) 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*
- (228) 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
- (229) 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
- (230) 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
- (231) Häfner F., Hartung J., Möller K. (2022). Digestate Composition Affecting N Fertiliser Value and C Mineralisation. *Waste and Biomass Valorization*
- (232) 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
- (233) 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
- (234) Bakkaloglu S., Cooper J., Hawkes A. (2022). Methane emissions along biomethane and biogas supply chains are underestimated. *One Earth* **5** 724-736
- (235) 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
- (236) Dietrich M., Fongen M., Foeroid B. (2021). Anaerobic digestion affecting nitrous oxide and methane emissions from the composting process. *Bioresource Technology Reports* **15** 100752
- (237) 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*
- (238) 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
- (239) Börjesson, P., Berglund M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems - Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy* **30** 469-485
- (240) 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
- (241) 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
- (242) 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
- (243) 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
- (244) 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
- (245) Perazzolo F., Mattachini G., Tambone F., Calcante A., Provolò G. (2016). Nutrient losses from cattle co-digestate slurry during storage. *Journal of Agricultural Engineering* **47** 94
- (246) 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
- (247) Whelan M.J., Everitt T., Villa R. (2010). A mass transfer model of ammonia volatilization from anaerobic digestate. *Waste Management* **30** 1808-1812
- (248) Perazzolo F., Mattachini G., Tambone F., Calcante A., Provolò G. (2016). Nutrient losses from cattle co-digestate slurry during storage. *Journal of Agricultural Engineering* **47** 94
- (249) Finzi A., Riva E., Bicoku A., Guido V., Shallari S., Provolò 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
- (250) Ricco C.R., Finzi A., Guido V., Riva E., Ferrari O., Provolò G. (2021). Evaluation of ammonia emissions from filtration of digestate used for fertigation. *Journal of Agricultural Engineering* **52** 1187
- (251) 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
- (252) 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
- (253) 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
- (254) 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
- (255) 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
- (256) 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
- (257) Slepeliene A., Kochiieru M., Jurgutis L., Mankeviciene A., Skersiene A., Belova O. (2022). The Effect of Anaerobic Digestate on the Soil Organic Carbon and Humified Carbon Fractions in Different Land-Use Systems in Lithuania. *Land* **11** 133
- (258) Slepeliene 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
- (259) 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
- (260) 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

- (261) 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*
- (262) 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
- (263) 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
- (264) 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
- (265) 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
- (266) 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
- (267) 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
- (268) 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
- (269) 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
- (270) 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
- (271) 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
- (272) Ernst G., Müller A., Göhler H., Emmerling C. (2008). C and N turnover of fermented residues from biogas plants in soil in the presence of three different earthworm species (*Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa*, *Aporrectodea caliginosa*). *Soil Biology and Biochemistry* 40 1413-1420
- (273) 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
- (274) Nkoa R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 34 473-492
- (275) Tigrini 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
- (276) 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
- (277) 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
- (278) 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
- (279) Ran Y., Bai X., Long Y., Ai P. (2022).. Yield and Quality of Rice under the Effects of Digestate Application. *Agriculture* 12 514
- (280) 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
- (281) Tshikalange B., Ololade O., Jonas C., Bello Z.A. (2022). Effectiveness of cattle dung biogas digestate on spinach growth and nutrient uptake. *Heliyon* 8(3) e09195
- (282) 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
- (283) 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 digestatederived ammonium sulphate to replace synthetic fertilizers: The effects on soil, environment, and crop production. *Science of The Total Environment* 152919
- (284) 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
- (285) 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
- (286) Tsachidou B., Scheuren M., Gennen J., Debbaut V., Toussaint B., Hissler C., George I., Delfosse P. (2019). Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Science of The Total Environment* 666 212-225
- (287) Bermejo G., Ellmer F., Krück S. (2010). Use of dry and wet digestates from biogas plants as fertilizer in plant production. *Proceedings of the 14th Ramiran International Conference* 89-92
- (288) Ndiaye N.A., Maiguizo-Diagne H., Diadihou H.D., Ndiaye W.N., Diedhiou F., Cournac L., Gaye M.L., Fall S., Brehmer P. (2020). Methanogenic and fertilizing potential of aquaculture waste: towards freshwater farms energy self sufficiency in the framework of blue growth. *Reviews in Aquaculture* 12 1435-1444
- (289) 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
- (290) Tsachidou B., Scheuren M., Gennen J., Debbaut V., Toussaint B., Hissler C., George I., Delfosse P. (2019). Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Science of The Total Environment* 666 212-225
- (291) 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
- (292) 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
- (293) 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

- (294) 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
- (295) 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
- (296) Iocoli G.A., Zabaloy M.C., Pasdevicelli G., Gómez M.A. (2019). Use of biogas digestates obtained by anaerobic digestion and co-digestion as fertilizers: Characterization, soil biological activity and growth dynamic of *Lactuca sativa* L.. *Science of The Total Environment* **647** 11-19
- (297) 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
- (298) 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
- (299) Juanpera M., Ferrer-Martí L., Diez-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
- (300) 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
- (301) 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
- (302) Guan J., Li N., Li H., Yao X., Long Y., Wang S., Ji A., Xue Y. (2023). Life Cycle Environmental and Economic Assessment of Different Biogas and Biogas Residue Operation Models. *Processes* **11** 3005 (1-17)
- (303) Fernandes D.J., Ferreira A.F., Fernandes E.C. (2023). Biogas and biomethane production potential via anaerobic digestion of manure: A case study of Portugal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **188** 113846
- (304) Slameršak A., Kallis G., O'Neill D.W. (2022). Energy requirements and carbon emissions for a low-carbon energy transition. *Nature Communications* **13** 6932
- (305) Weissbach D., Herrmann F., Ruprecht G., Huke A., Czerski 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
- (306) Haldar D., Bhattacharjee N., Shabbirahmed A.M., Anisha G.S., Patel A.K., Chang J.-S., Dong C.-D., Singhania R.R. (2023). Purification of biogas for methane enrichment using biomass-based adsorbents: A review. *Biomass and Bioenergy* **173** 106804
- (307) Wei C., Xu Y., Xu L., Liu J., Chen H. (2023). Comparative life-cycle assessment of various harvesting strategies for biogas production from microalgae: Energy conversion characteristics and greenhouse gas emissions. *Energy Conversion and Management* **289** 117188
- (308) Liu Y.-C., Ramiro-Garcia J., Paulo L.M., Braguglia C.M., Gagliano M.C., O'Flaherty V. (2023). Psychrophilic and mesophilic anaerobic treatment of synthetic dairy wastewater with long chain fatty acids: Process performances and microbial community dynamics. *Bioresource Technology* **380** 129124
- (309) Huerta J.D., Bose A., Wall D.M., Murphy J.D., O'Shea R. (2023). Assessing the cost variability of emissions abatement in small-scale on-farm anaerobic digestion. *DeCarbon* **1** 100008
- (310) Van Midden C., Harris J., Shaw L., Sizmur T., Pawlett M. (2023). The impact of anaerobic digestate on soil life: A review. *Applied Soil Ecology* **191** 105066
- (311) Platen R., Glemnitz M. (2016). Does digestate from biogas production benefit to the numbers of springtails (Insecta: Collembola) and mites (Arachnida: Acari)? *Industrial Crops and Products* **85** 74-83
- (312) 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
- (313) Brtnický 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
- (314) 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
- (315) Ernst G., Müller A., Göhler H., Emmerling C. (2008). C and N turnover of fermented residues from biogas plants in soil in the presence of three different earthworm species (*Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa*, *Aporrectodea caliginosa*). *Soil Biology and Biochemistry* **40** 1413-1420
- (316) Mickan B.S., Ren A.-T., Buhlmann 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
- (317) 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*
- (318) 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*
- (319) Luo Y., Chavez-Rico V.S., Sechi V., Bezemer T.M., Buisman C.J.N., ter Heijne A. (2023). Effect of organic amendments obtained from different pretreatment technologies on soil microbial community. *Environmental Research* **232** 116346
- (320) Vautrin F., Piveteau P., Cannavacciuolo M., Barré P., Chauvin C., Villenave C., Cluzeau D., Hoeffner K., Mulliez P., Jean-Baptiste V., Vignaud G., Tripied J., Dequiedt S., Maron P., Ranjard L., Sadet-Bourgeteau S. (2024). The short-term response of soil microbial communities to digestate application depends on the characteristics of the digestate and soil type. *Applied Soil Ecology* **193** 105105
- (321) 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
- (322) 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
- (323) Tigin 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
- (324) Savoie J.-M., Vedier R., Blanc F., Minvielle N., Rousseau 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
- (325) Vautrin F., Piveteau P., Cannavacciuolo M., Barré P., Chauvin C., Villenave C., Cluzeau D., Hoeffner K., Mulliez P., Jean-Baptiste V., Vignaud G., Tripied J., Dequiedt S., Maron P., Ranjard L., Sadet-Bourgeteau S. (2024). The short-term response of soil microbial communities to digestate application depends on the characteristics of the digestate and soil type. *Applied Soil Ecology* **193** 105105
- (326) Pommeresche R., Løes A.-K., Torp T. (2017). Effects of animal manure application on springtails (Collembola) in perennial ley. *Applied Soil Ecology* **110** 137-145
- (327) Platen R., Glemnitz M. (2016). Does digestate from biogas production benefit to the numbers of springtails (Insecta: Collembola) and mites (Arachnida: Acari)? *Industrial Crops and Products* **85** 74-83

- (328) Mbah J.T., Chmist-Sikorska J., Szoszkiewicz K., Czekała W. (2021). The effects of inflow of agricultural biogas digestate on bivalves' behavior. *Environmental Science and Pollution Research* **28** 67385-67393
- (329) Krupa S.V. (2003). Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environmental Pollution* **124** 179-221
- (330) Blouin M., Hodson M.E., Delgado E.A., Baker G., Brussaard L., Butt K.R., Dai J., Dendooven L., Peres G., Tondoh J.E., Cluzeau D., Brun J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science* **64** 161-182
- (331) Fusaro, S.; Gavinelli, F.; Lazzarini, F. & Paoletti, M. G. (2018) Soil Biological Quality Index based on earthworms (QBS-e). A new way to use earthworms as bioindicators in agroecosystems Ecological Indicators, Elsevier BV, 2018, **93**, 1276-1292
- (332) Lavelle P., Decaëns T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P., Rossi J.-P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* **42** S3-S15
- (333) Fonte S.J., Hsieh M., Mueller N.D. (2023). Earthworms contribute significantly to global food production. *Nature Communications* **14**
- (334) Clements L.J. (2013). The Suitability of Anaerobic Digesters on Organic Farms, PhD Thesis, University of Southampton
- (335) Ernst G., Müller A., Göhler H., Emmerling C. (2008). C and N turnover of fermented residues from biogas plants in soil in the presence of three different earthworm species (*Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa*, *Aporrectodea caliginosa*). *Soil Biology and Biochemistry* **40** 1413-1420
- (336) 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
- (337) Natalio A.I.M., Back M., Richards A., Jeffery S. (2021). The effects of saline toxicity and food-based AD digestate on the earthworm *Allolobophora chlorotica*. *Geoderma* **393** 115005
- (338) 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
- (339) Clements L.J. (2013). The Suitability of Anaerobic Digesters on Organic Farms, PhD Thesis, University of Southampton
- (340) 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
- (341) 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
- (342) 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
- (343) Pivato A., Lavagnolo M.C., Manachini B., Raga R., Beggio G., Vanin S. (2018). Acute toxicity tests using earthworms to estimate ecological quality of compost and digestate. *Journal of Material Cycles and Waste Management* **20** 552-560
- (344) 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 380latilizat using two different earthworm species. *Archives of Agronomy and Soil Science* **63** 1939-1950
- (345) 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 lessigreaterLumbricus terrestrisless/igreater (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*). *Environmental Science & Technology* **50** 2685-2691
- (346) Bermejo G., Ellmer F., Krück S. (2010). Use of dry and wet digestates from biogas plants as fertilizer in plant production. *Proceedings of the 14th Ramiran International Conference* 89-92
- (347) Frøseth R.B., Bakken A.K., Bleken M.A., Riley H., Pommeresche R., Thorup-Kristensen K., Hansen S. (2014). Effects of green manure herbage management and its digestate from biogas production on barley yield, N recovery, soil structure and earthworm populations. *European Journal of Agronomy* **52** 90-102
- (348) 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
- (349) Natalio A.I.M., Back M., Richards A., Jeffery S. (2021). The effects of saline toxicity and food-based AD digestate on the earthworm *Allolobophora chlorotica*. *Geoderma* **393** 115005
- (350) Wang W., Chang J.-S., Lee D.-J. (2023). Anaerobic digestate valorization beyond agricultural application: Current status and prospects. *Bioresource Technology* **373** 128742
- (351) 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
- (352) 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** 123200
- (353) 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
- (354) 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
- (355) 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
- (356) 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
- (357) Gougoulis N., Papapolymerou G., Mpesios A., Kasiteropoulou D., Metsoviti M.N., Gregoriou M. E. (2021). Effect of macronutrients and of anaerobic digestate on the heterotrophic cultivation of *Chlorella vulgaris* grown with glycerol. *Environmental Science and Pollution Research*
- (358) Guan J., Li N., Li H., Yao X., Long Y., Wang S., Ji A., Xue Y. (2023). Life Cycle Environmental and Economic Assessment of Different Biogas and Biogas Residue Operation Models. *Processes* **11** 3005 (1-17)
- (359) 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
- (360) 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
- (361) 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
- (362) Kovalev A. A., Kovalev D. A., Nozhevnikova A. N., Zhuravleva E. A., Katraeva I. V., Grigoriev V.S., Littl 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
- (363) 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
- (364) 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

- (365) Mazurkiewicz J.; Sidoruk, P.; Dach, J.; Szumacher-Strabel, M.; Lechniak, D.; Galama, P.; Kuipers, A.; Antkowiak, I. R. & Cieslak, A. (2023) Leverage of Essential Oils on Faeces-Based Methane and Biogas Production in Dairy Cows *Agriculture*, 2023, **13**, 1944
- (366) 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
- (367) 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
- (368) 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
- (369) 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
- (370) 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
- (371) 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*
- (372) 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
- (373) 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
- (374) 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*
- (375) 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
- (376) 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*
- (377) 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
- (378) 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
- (379) 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
- (380) 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
- (381) 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
- (382) Van Vlierberghe C. V., Escudíe 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
- (383) 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
- (384) Wang Z.-W., Wei C.-H., Yu H.-R., Qu F.-S., Rong H.-W., He J.-G., Liu G.-L., Huang X., Ngo H.H. (2023). Preparation and mechanism of carbon felt supported iron trioxide and zero-valent iron for enhancing anaerobic digestion performance. *Chemical Engineering Journal* **468** 143565
- (385) Mazurkiewicz J.; Sidoruk, P.; Dach, J.; Szumacher-Strabel, M.; Lechniak, D.; Galama, P.; Kuipers, A.; Antkowiak, I. R. & Cieslak, A. (2023) Leverage of Essential Oils on Faeces-Based Methane and Biogas Production in Dairy Cows *Agriculture*, 2023, **13**, 1944
- (386) 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
- (387) Otto P., Alipoursarbani M., Torrent D., Latorre-Pérez A., Paust T., Albert A., Abendroth C. (2023). Microbiome Characterization after Aerobic Digestate Reactivation of Anaerobically Digested Sewage Sludge. *Fermentation* **9** 471
- (388) Zhang M., Zhu Q., Yu P., Wang H., Guo X. (2023). Influence of attapulgite on biogas production and the evolution of dissolved organic matter during anaerobic digestion. *Industrial Crops and Products* **202** 116979
- (389) Steinbrecher T.; Bonk, F.; Scherzinger, M.; Lüdtke, O. & Kaltschmitt, M. (2022) Fractionation of Lignocellulosic Fibrous Straw Digestate by Combined Hydrothermal and Enzymatic Treatment *Energies* **15**, 6111
- 390) 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
- (391) Pajak M., Brus G., Kimijima S., Szym J.S. (2023). Enhancing Hydrogen Production from Biogas through Catalyst Rearrangements. *Energies* **16** 4058
- (392) Czekala W., Jasiński T., Grzelak M., Witaszek K., Dach J. (2022). Biogas Plant Operation: Digestate as the Valuable Product. *Energies* **15** 8275
- (393) 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
- (394) Rizzoli 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
- (395) 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
- (396) 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
- (397) 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
- (398) 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*
- (399) Mickan B.S., Ren A.-T., Buhlmann 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
- (400) 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
- (401) 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
- (402) 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
- (403) Wang N., Huang D., Bai X., Lin Y., Miao Q., Shao M., Xu Q. (2022a). Mechanism of digestate-derived biochar on odorous gas emissions and humification in composting of digestate from food waste. *Journal of Hazardous Materials* **434** 128878
- (404) 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**
- (405) Bertasini D., Binati R.L., Bolzonella D., Battista F. (2022). Single Cell Proteins production from food processing effluents and digestate. *Chemosphere* **296** 134076
- (406) 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
- (407) 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
- (408) 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
- (409) Béji O., Adouani N., Poncin S., Li H.-Z. (2022). Growth of Microalgae-Bacteria Flocs for Nutrient Recycling from Digestate and Liquid Slurry and Methane Production by Anaerobic Digestion. *Applied Sciences* **12** 7634
- (410) Bertasini D., Binati R.L., Bolzonella D., Battista F. (2022). Single Cell Proteins production from food processing effluents and digestate. *Chemosphere* **296** 134076
- (411) Carucci A., Erby G., Puggioni G., Spiga D., Frugoni F., Milia S. (2022). Ammonium recovery from agroindustrial digestate using bioelectrochemical systems. *Water Science and Technology* **85** 2432-2441
- (412) 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
- (413) Cusick R.D., Ullery M.L., Dempsey B.A., Logan B.E. (2014). Electrochemical struvite precipitation from digestate with a fluidized bed cathode microbial electrolysis cell. *Water Research* **54** 297-306
- (414) 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*
- (415) 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
- (416) 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
- (417) Kumar S., Posmanik R., Spatari S., Ujor V.C. (2022). Repurposing anaerobic digestate for economical biomanufacturing and water recovery. *Applied Microbiology and Biotechnology*
- (418) 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*
- (419) 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
- (420) Riewklang K., Polprasert C., Nakason K., Polprasert S., Kwonpongsagoon S., Mahasandana S., Panyapinyopon B. (2023). Enhancing chemical phosphorus precipitation from tapioca starch anaerobic digestion effluent in a modified pilot-scale fluidized bed reactor. *Environmental Research* **231** 116277
- (421) 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
- (422) Wang N., Huang D., Bai X., Lin Y., Miao Q., Shao M., Xu Q. (2022a). Mechanism of digestate-derived biochar on odorous gas emissions and humification in composting of digestate from food waste. *Journal of Hazardous Materials* **434** 128878
- (423) 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
- (424) 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*
- (425) Zaffar N., Ferchau E., Heilmeier 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
- (426) 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
- (427) Ablieieva I., Berezchna I., Berezchny 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
- (428) 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
- (429) 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**
- (430) 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
- (431) 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*

- (432) 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
- (433) 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
- (434) 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
- (435) Chuka-Ogwude D., Mickan B.S., Oghonna 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*
- (436) 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
- (437) 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
- (438) 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
- (439) Olugbemide A.D., Likozar 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
- (440) Pizzera A., Scaglione D., Bellucci M., Marazzi F., Mezzanotte V., Parati K., Ficara E. (2019). Digestate treatment with algae-bacteria consortia: A field pilot-scale experimentation in a sub-optimal climate area. *Bioresource Technology* **274** 232-243
- (441) 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*
- (442) Sánchez-Quintero Á., Leca M.-A., Bennici S., Limousy L., Monlau F., Beigbeder J.-B. (2023). Treatment and Valorization of Agro-Industrial Anaerobic Digestate Using Activated Carbon Followed by *Spirulina platensis* Cultivation. *Sustainability* **15** 4571
- (443) 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*
- (444) Wang Q., Cheronis J., Higgins B. (2021). Acclimation of an algal consortium to sequester nutrients from anaerobic digestate. *Bioresource Technology* **342** 125921
- (445) 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
- (446) Xu Y., Russell J., Algahtani G.S.M., Oatley-Radcliffe D.L. (2022). Valorising Nutrient-Rich Digestate as a Waste-Based Media for Microalgal Cultivation: Bench-Scale Filtration Characterisation and Scale-Up for a Commercial Recovery Process. *Energies* **15** 5976
- (447) Sempere F., Sánchez C., Baeza-Serrano Á., Montoya T. (2022). Anoxic desulphurisation of biogas from fullscale anaerobic digesters in suspended biomass bioreactors valorising previously nitrified digestate centrate. *Journal of Hazardous Materials* **439** 129641
- (448) 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
- (449) Chaturvedi V., Usangonkar S., Shelke M.V. (2019). Synthesis of high surface area porous carbon from anaerobic digestate and it's electrochemical study as an electrode material for ultracapacitors. *RSC Advances* **9** 36343-36350
- (450) 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
- (451) 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)
- (452) Gebhardt M., Lemmer A. (2022). Investigation of biogas digestate as fiber materials for composites. *Wood and Fiber Science* **54** 246-256
- (453) 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
- (454) Cao Z., Jung D., Olszewski M.P., Arauzo P.J., Kruse A. (2019). Hydrothermal carbonization of biogas digestate: Effect of digestate origin and process conditions. *Waste Management* **100** 138-150
- (455) 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
- (456) 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
- (457) 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
- (458) 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
- (459) 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
- (460) 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
- (461) Pawlak-Kruczek H., Urbanowska A., Niedzwiecki L., Czerep M., Baranowski M., Aragon-Briceño C., Kabsch-Korbutowicz M., Arora A., Seruga P., Wnukowski M., Mularski J., Bramer E., Brem G., Pozarlik A. (2023). Hydrothermal Carbonisation as Treatment for Effective Moisture Removal from Digestate—Mechanical Dewatering, Flashing-Off, and Condensates' Processing. *Energies* **16** 5102
- (462) 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
- (463) 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
- (464) 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
- (465) 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
- (466) 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
- (467) Cusick R.D., Ullery M.L., Dempsey B.A., Logan B.E. (2014). Electrochemical

- struvite precipitation from digestate with a fluidized bed cathode microbial electrolysis cell. *Water Research* **54** 297-306
- (468) 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*
- (469) Ablieieva 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
- (470) Morey L., Fernández B., Tey L., Biel C., Robles-Aguilar A., Meers E., Soler J., Porta R., Cots M., Riau V. (2023). Acidification and solar drying of manure-based digestate to produce improved fertilizing products. *Journal of Environmental Management* **336** 117664
- (471) 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
- (472) 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
- (473) 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
- (474) 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*
- (475) 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
- (476) Wang N., Huang D., Bai X., Lin Y., Miao Q., Shao M., Xu Q. (2022a). Mechanism of digestate-derived biochar on odorous gas emissions and humification in composting of digestate from food waste. *Journal of Hazardous Materials* **434** 128878
- (477) 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*
- (478) Sánchez-Quintero Á., Leca M.-A., Bennici S., Limousy L., Monlau F., Beigbeder J.-B. (2023). Treatment and Valorization of Agro-Industrial Anaerobic Digestate Using Activated Carbon Followed by *Spirulina* platensis Cultivation. *Sustainability* **15** 4571
- (479) Chioti A.G., Sarikaki G., Tsioni V., Kostopoulou E., Romanos G.E., Falaras P., Sfetsas T. (2023). Disinfection of Digestate Effluents Using Photocatalytic Nanofiltration. *Fermentation* **9** 662
- (480) Brtnicky M., Kintl A., Holatko J., Hammerschmidt 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
- (481) 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
- (482) 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
- (483) 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
- (484) Brtnicky M., Kintl A., Holatko J., Hammerschmidt 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
- (485) 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
- (486) 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
- (487) 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*
- (488) 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
- (489) 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*
- (490) Malabad A.M., Zapata-Carbonell J., Maurice N., Ciadamidaro L., Pfindler 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
- (491) Mickan B.S., Ren A.-T., Buhlmann 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
- (492) Nascimento G., Villegas D., Cantero-Martinez C. (2023). Crop diversification and digestate application effect on the productivity and efficiency of irrigated winter crop systems. *European Journal of Agronomy* **148** 126873
- (493) Platen R., Glemnitz M. (2016). Does digestate from biogas production benefit to the numbers of springtails (Insecta: Collembola) and mites (Arachnida: Acari)? *Industrial Crops and Products* **85** 74-83
- (494) 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
- (495) Ran Y., Bai X., Long Y., Ai P. (2022). Yield and Quality of Rice under the Effects of Digestate Application. *Agriculture* **12** 514
- (496) Romanowska-Duda Z., Janas R., Grzesik M., van Duijn B. (2023). Valorization of sorghum ash with digestate and biopreparations in the development biomass of plants in a closed production system of energy. *Scientific Reports* **13** 18604
- (497) Rossi G., Beni C., Benedetti A., Felici B., Neri U. (2023). Effect of Mineral or OFMSW Digestate Fertilization on Ryegrass and Nitrogen Leaching. *Agronomy* **13** 1316
- (498) 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
- (499) 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
- (500) 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
- (501) **Tsachidou B., Scheuren M., Gennen J., Debbaut V., Toussaint B., Hissler C., George I., Delfosse P. (2019)**. Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Science of The Total Environment* **666** 212-225
- (502) **Velechovský J., Mal'vik M., Kaplan L., Tlustoš P. (2021)**. Application of Individual Digestate Forms for the Improvement of Hemp Production. *Agriculture* **11** 1137
- (503) **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
- (504) **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 digestatederived ammonium sulphate to replace synthetic fertilizers: The effects on soil, environment, and crop production. *Science of The Total Environment*, 152919
- (505) **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
- (506) **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
- (507) **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
- (508) **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
- (4099) **Rossi G., Beni C., Benedetti A., Felici B., Neri U. (2023)**. Effect of Mineral or OFMSW Digestate Fertilization on Ryegrass and Nitrogen Leaching. *Agronomy* **13** 1316
- (510) **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
- (511) **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
- (512) **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
- (513) **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
- (514) **Caposciutti G., Baccioli A., Ferrari L., Desideri U. (2020)**. Biogas from Anaerobic Digestion: Power Generation or Biomethane Production? *Energies* **13** 743
- (515) **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
- (516) **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
- (517) **Bourdin S. (2019)**. Le NIMBY ne suffit plus ! Étude de l'acceptabilité sociale des projets de méthanisation. *L'Espace Politique* **38**
- (518) **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
- (519) **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
- (520) **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
- (521) **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
- (522) **Riewklang K., Polprasert C., Nakason K., Polprasert S., Kwonpongagoon S., Mahasandana S., Panyapinyopol B. (2023)**. Enhancing chemical phosphorus precipitation from tapioca starch anaerobic digestion effluent in a modified pilot-scale fluidized bed reactor. *Environmental Research* **231** 116277
- (523) **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
- (524) **Garcia-Perez T., Ortiz-Ulloa J.A., Jara-Cobos L.E., Pelaez-Samaniego M.R. (2023)**. Adding Value to Sugarcane Bagasse Ash: Potential Integration of Biogas Scrubbing with Vinasse Anaerobic Digestion. *Sustainability* **15** 15218
- (525) **Ingabire H., M'arimi M.M., Kiriamiti K.H., Ntambara B. (2023)**. Optimization of biogas production from anaerobic co-digestion of fish waste and water hyacinth. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts* **16** 110
- (526) **Hackula A., Shinde R., Hickey D., O'Shea R., Murphy J.D., Wall D.M. (2023)**. Two-phase anaerobic digestion for enhanced valorisation of whiskey distillery by-products. *Bioresource Technology* **383** 129239
- (527) **Ndiaye N.A., Maiguizo-Diagne H., Diadhiou H.D., Ndiaye W.N., Diedhiou F., Cournac L., Gaye M.L., Fall S., Brehmer P. (2020)**. Methanogenic and fertilizing potential of aquaculture waste: towards freshwater farms energy self sufficiency in the framework of blue growth. *Reviews in Aquaculture* **12** 1435-1444
- (528) **Nweke C.N., Nwabanne J.T. (2021)**. Anaerobic Digestion of Yam Peel for Biogas Production: A Kinetic Study. *Journal of Engineering and Applied Sciences* **18** 275-286
- (529) **Mazurkiewicz J.; Sidoruk, P.; Dach, J.; Szumacher-Strabel, M.; Lechniak, D.; Galama, P.; Kuipers, A.; Antkowiak, I. R. & Cieslak, A. (2023)** Leverage of Essential Oils on Faeces-Based Methane and Biogas Production in Dairy Cows *Agriculture, 2023, 13, 1944*
- (530) **Ingabire H., M'arimi M.M., Kiriamiti K.H., Ntambara B. (2023)**. Optimization of biogas production from anaerobic co-digestion of fish waste and water hyacinth. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts* **16** 110
- (531) **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
- (532) **Liu Y.-C., Ramiro-Garcia J., Paulo L.M., Braguglia C.M., Gagliano M.C., O'Flaherty V. (2023)**. Psychrophilic and mesophilic anaerobic treatment of synthetic dairy wastewater with long chain fatty acids: Process performances and microbial community dynamics. *Bioresource Technology* **380** 129124
- (533) **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**
- (534) **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
- (535) **Suksaroj C., Jearat K., Cherypiw N., Rattanapan C., Suksaroj T.T. (2023)**. Promoting Circular Economy in the Palm Oil Industry through Biogas Codigestion of Palm Oil Mill Effluent and Empty Fruit Bunch

Pressed Wastewater.
Water **15** 2153

(536) Tan V.W.G., Chan Y.J., Arumugasamy S.K., Lim J.W. (2023). Optimizing biogas production from palm oil mill effluent utilizing integrated machine learning and response surface methodology framework. *Journal of Cleaner Production* **414** 137575

(537) Ulukardesler A.H. (2023). Anaerobic co-digestion of grass and cow manure: kinetic and GHG calculations. *Scientific Reports* **13** 6320

(538) 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

(539) 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

(540) 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

(541) 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

(542) 2023-09-07. Question écrite n°08314 – 16ième Législature, de Mme Nathalie Goulet (sénatrice de l'Orne, Union Centriste) : Dérèglement des cours des intrants lié aux pratiques de la méthanisation "XXL"

Articles de presse nationale

2024-01-10 Actu Environnement : Tarif d'achat du biogaz : les règles d'indexation sont modifiées pour limiter l'impact de l'inflation. Par Sophie Fabrégat

2024-01-10 La France Agricole : Un méthaniseur condamné à 20 000 € d'amende pour pollution.

2024-01-08 France 3 Haute-Vienne : Méthanisation. « Ils ont vu leurs bêtes dépérir petit à petit » : une usine condamnée pour pollution en Haute-Vienne. Par Nicolas Chigot et Antoine Jégat

2024-01-06 La Dépêche : Un feu de bâtiment agricole mobilise plus d'une trentaine de pompiers gersois en pleine nuit à Saint-Michel

2023-12-21 L'Observateur : Monchecourt : l'usine de méthanisation épinglée par la préfecture. Par Issa Khreichi

2023-12-17 France Bleu : Aubervilliers : un car roulant au biogaz prends feu dans un dépôt RATP, 7 véhicules détruits. Par Valentin Bertrand

2023-12-07 L'Oise Agricole : Le nombre de nouvelles unités en chute libre. Par Eglantine Puel

2023-11-22 Environnement Magazine : Méthanisation : la Normandie suspend ses aides suite à des dérives. La Rédaction

2023-11-22 Le Réveil Normand : Gel des subventions à la méthanisation en Normandie : « la prise de conscience est tardive ». Par Vincent Guerrier

2023-11-21 Enraid : Enquête sur les performances économiques de la méthanisation. Par Vincent Demazel

2023-11-17 Le Progrès Jura : Energie : La méthanisation « n'est pas aussi rentable que prévue ». Par Arnaud Bastion

2023-11-16 France3 Bretagne : Méthaniseur de Chateaulin. Engie condamné à 150 000 euros d'amende pour "négligence". Par Stéphane Grammont

2023-11-15 Actualités du Droit : Obligation de restitution de certificats de biogaz : un décret est en cours de consultation. Par Aude Sany

2023-11-03 Le Républicain Lorrain : Augny. Les élus dénoncent « une nouvelle pollution » du ruisseau Saint-Pierre. Par G.I.

2023-10-26 Le Figaro : Pyrénées-Atlantique : la "puanteur" issue d'un méthaniseur de TotalEnergies excède les riverains

2023-10-25 L'Alsace : A Ungersheim, le méthaniseur n'est déjà plus en odeur de sainteté. Par Michel Hartmann

2023-10-24 Terre-Net : Pour un approvisionnement durable des méthaniseurs agricoles. Par Sophie Guyomar

2023-10-22 La Presse de la Manche : Manche. A l'arrêt, le moteur de cette usine de traitement de déchets mis en vente. Par Gilles Patry

2023-10-18 L'Est Républicain : Molay : un tracteur se renverse et déverse « au moins 15000 litres » de purin dans la rivière Rigotte

2023-10-17 L'Usine Nouvelle : La France va manquer de biomasse pour se décarboner. Par Aurélie Barbaux

2023-10-11 France 3 Grand-Est : 19/20 Champagne-Ardenne, Les méthaniseurs moins rentables en Haute-Marne

2023-10-11 Sud-Ouest : Dordogne : Les déchets de Mademoiselle Desserts filent désormais dans une station de méthanisation toute proche. Par Hélène Rietsch

2023-10-05 La République du Centre : Griselles. Le point sur les projets de méthaniseurs

2023-10-05 Le Courrier de l'Eure : A Sainte-Colombe-La-Commanderie, les riverains se plaignent des fortes odeurs. Par Thomas Guilbert

2023-09-29 La Voix Le Bocage : Méthanisation dans le Calvados : ces élus s'opposent à une expérimentation. Par Nathan Blouin

2023-09-26 ActuOrléans : Marigny-les-Usages : la nouvelle centrale biogaz va alimenter 2000 foyers de l'agglomération. Par Yohann Desplat

2023-09-25 API Ouest-France : Agripower : chiffre d'affaires en forte baisse et pertes en vue sur 2022/2023

2023-09-14 Le Journal de Saone et Loire : Les mauvaises odeurs leur empoisonne la vie depuis 20 ans. Par Renaud Lamboloz

2023-09-12 L'Alsace : Ungersheim : début de feu à l'unité de méthanisation

2023-08-31 Le Courrier Cauchois : Saint-Jean-de-Folleville. Opération d'ampleur ce matin, une entreprise de biogaz en feu, des salariés évacués. Par Adrien Verger

2023-08-26 France 3 Normandie : Un feu se déclare sur un site de méthanisation, à Etréville dans l'Eure. Par Myriam Libert et Mickaël Goavec

2023-08-10 Sud-Ouest : Mourenx : des riverains dénoncent les odeurs générées par l'usine BioBéarn, TotalEnergies va bâcher les tas de broyats. Par Florent Heib

2023-08-06 ESSOR Loire : Roanne : des lycées de Roanne participent au challenge Méth'Agri Camp

2023-08-03 Techniques de l'Ingénieur : Coup de boost pour le biométhane. Par Stéphane Signoret

2023-07-28 Presse Agence, la lettre économique et politique de PACA : Avignon : des lycéens participent au challenge Méth'Agri Camp. Par Floriane

2023-07-25 France Bleu : Une quantité « impressionnante » de poissons morts dans une rivière à Mignéville. Par Marie Roussel

2023-07-24 Sud-Ouest : Biogaz : "la filière doit faire disparaître les moutons noirs qui font mal au secteur". Par Bastien Souperbie

2023-07-11 Actu Environnement : Mieux maîtriser les émissions fugitives de biométhane dans les exploitations. Par Fanny Bénard

2023-07-07 Le Dauphiné Libéré : A Veihy-Foncenex, nos détritiques se renouvellent en biogaz. Par Jade Lacroix

2023-07-06 Ouest-France : Une boule de feu atteint la pelleuse, une personne brûlée hélicoptérée à l'hôpital en Bretagne

2023-07-03 L'Est Eclair : Forêts, lacs, terres en Champagne : des zones à identifier pour les énergies renouvelables. Par Christophe Ruszkiewicz

2023-06-29 Le Télégramme : Pollutions de la Flèche : un agriculteur condamné à 113 500 € d'amende

2023-06-27 France 3 Région : Un incendie se déclare sur le chantier d'un méthaniseur

...

dans l'Oise. Par Lucie Caillieret

2023-06-27 Actu Oise : Une unité de méthanisation en construction touchée par un incendie près de Compiègne

2023-06-27 Oise Hebdo : Explosion sur le site en construction du méthaniseur de Saint-Etienne-Roilaye. Par Fabrice Alves-Teixeira

2023-06-27 Le Parisien : Dans l'Oise, l'incendie sur le chantier d'un méthaniseur ravive les craintes des opposants. Par Hervé Sénamaud

2023-06-21 Paris Normandie : La centrale biométhane Caux Vallée de Seine produit du gaz vert pour 1700 foyers. Par Anne-Marie Quémener

2023-05-28 Dernières Nouvelles d'Alsace : Valff. Incendie au méthaniseur du Piémont des Vosges

2023-05-24 L'Est Républicain : Gourgeon. Un feu de digesteur se déclare à l'usine de méthanisation agricole

2023-05-22 Référence Agro : Alimentation animale et méthanisation, une concurrence de plus en plus vive. Par Eloi Pailloux

2023-05-19 Dernières Nouvelles d'Alsace : Ritteshoffen. L'unité de méthanisation épinglée pour des non-conformités. Par Alexandre Rol

2023-05-17 Le Courrier Indépendant : Pollution de l'eau en Centre-Bretagne : deux petites amendes pour cet éleveur

2023-05-14 Le Courrier Indépendant : Côtes d'Armor : un incendie dans une usine de méthanisation. Par Yann Scavarda

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

2023-04-01 Actu Lot : Lot. Pourquoi les agriculteurs ont-ils gâché l'inauguration de la maison du parc ? Par Jean-Claude Bonnemère

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 : "dés 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

2022-02-21 Les Echos : Charwood Energy a réalisé un chiffre d'affaires 2022 moins bon que prévu. Par Stanislas du Guerny

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

2023-01-16 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'apprête 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

2022-12-16 Réussir : Les bioénergies sont une fausse bonne idée si l'usage des sols est ignoré selon le Cirad. Par Valérie Godement

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 Cyrien Mercier

2022-11-15 Réussir : Méthanisation : quel bilan entre les disponibilités en biomasse et les besoins ? Par Sophie Bourgeois

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-Henri Girard-Claudon

2022-10-05 Le Messenger 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 LallouetGeffroy

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

2022-08-24 France 3 Grand-Est : Ardennes :

le bassin d'un méthaniseur déborde, pollution d'une rivière sur 4,5 km
Par Vincent Ballester

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 Castelnau-Barbarens, un projet de méthaniseur fait grincer des dents.
Par Aïmen 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'Ille-

et-Vilaine et de la Mayenne
Pollution : 400 kg de poissons retrouvés morts dans l'étang communal de Lapenty.
Par Corentin Gouriou.

2022-07-18 Réussir : Coproduits pour

l'alimentation des bovins : un gisement de plus en plus convoité. Par Cyrielle Delisle

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

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 Le Pays Briard : Seine-et-Marne :

d'où venait cette forte odeur de soufre sentie hier par les habitants d'Ussy-sur-Marne ?
Par Margaux Desdet

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 de méthaniseur.
Par Antoine Pardessus

2021-03-10 La Dépêche-Le Petit Meunier

Produits cellulosiques - 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'Eclaircur 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

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'Éclaircur

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.

2019-08-04 L'Impartial : A Gaillon, dans

l'Eure, l'usine Biogaz va devoir réduire les mauvaises odeurs. Par Jean-Paul Gosselin

2019-07-18 L'Impartial : Des travaux pour

supprimer les odeurs. Le Préfet met en demeure "Biogaz"

2019-07-09 L'Ardenne

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 essor. Les méthaniseurs à la frontière viennent chercher leurs "déchets" en France.
Par Lisa Lasselin

2019-04-18 Biogaz World (Web)

Risques et mesures de sécurités liés aux installations de méthanisation.

Par Marjolaine

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

2019-02-19 La Dépêche : Mauvaises

odeurs : Le méthaniseur de Gramat bloqué par des gilets jaunes et des agriculteurs. Par Laëtitia Bertoni

2019-02-06 La Dépêche : Lot : Les habitants

d'un village vivent dans la puanteur à cause d'une usine de méthanisation. Par Rémi Buhagiar

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

2018-10-05 La Dépêche : BioQuercy :

l'appel pressant de V. Labarthe

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'Éclaircur

Soudan : Le site de compostage pollué ?

2016-01-14 France Bleu Berry

Feux : La méthanisation pas en odeur de sainteté. Par Michel Benoît

2015-07-20 Contrepoints : Méthanation,

réalité ou fiction ? Par Michel Gay

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

Questions écrites et orales de parlementaires

2023-09-07

Question écrite n°08314
16ième législature, de Mme Nathalie Goulet (sénatrice de l'Orne, Union Centriste) :
Dérèglement des cours des intrants lié aux pratiques de la méthanisation "XL"
[https://www.senat.fr/basile/visio.do?id=qSEQ230908314&idtable=SEQ230908314&rch=qs&date=date\]ORep&_c=déchets+animaux&al=true](https://www.senat.fr/basile/visio.do?id=qSEQ230908314&idtable=SEQ230908314&rch=qs&date=date]ORep&_c=déchets+animaux&al=true)

...

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

2023-11-06

AP 2023/DRIEAT/UD77/135 : Arrêté de mise en demeure, Préfecture de Seine-et-Marne, société Equimeth

2023-09-08b

AP 2023/ICPE/324 : Aarrêté de mise en demeure, Préfecture de Loire-Atlantique, SARL Brigitte et Thierry

2023-09-08a

AP 2023/ICPE/300 : Arrêté de mise en demeure, Préfecture de Loire-Atlantique, société Valdis à Issé

2023-07-15

AP 2023/DDPP/02415 : Arrêté de mise en demeure, Préfecture de Loire-Atlantique, société Méetha, Sede-Veolia, à Soudan

2023-06-27

AP 12-2023-06-27-00006 : Arrêté de mise en demeure, Préfecture de l'Aveyron suite à visite du 11 mai 2023. SAS Prometer à Montbazens

2023-05-29

AP E-2023-156 : Arrêté du 6 mai 2023, de prescription de mises en sécurités et mesures immédiates, suite à visite d'inspection du 30-05-2023. Société Bioquercy, TotalEnergies à Gramat

2023-04-21

AP 2023/ICPE/159 : Arrêté de mise en demeure du 21 avril 2023, Préfecture de Loire-Atlantique, suite à visite d'inspection du 7 mars 2023. SAS Métha des Côteaux, à Pouillé-les-Côteaux

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 MéthabazEngie

2022-06-30

AP DCAT/BEPE/n°2022-122 : Arrêté de mise en demeure du 30 juin 2022, Préfecture de Moselle. SAS Méthabiovalor

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

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

2021-12-30

Arrêté du 30 décembre 2021 20212323,
Préfecture du Puy-de-Dôme. SAS Méthélec

2021-12-27

Arrêté du 2^e 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

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

2019-08-13

Arrêté de mise en demeure n° 2019/ICPE/
212, Préfecture de Loire-Atlantique. Société
Valdis, SARIA

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 Biogasyll-SARIA

2018-05-01

AP 2018/DDPP/) : Arrêté de mise en
demeure, Préfecture de Loire-Atlantique,
société Méetha, Sede-Veolia, à Soudan

...

Les 31 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
retraité Paris Sud, *Physique, Electronique.*

Chateigner Daniel

Professeur des Universités Université
Normandie de Caen *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.*

Le Lan Jean-Pierre

Professeur des Universités Ecole Nationale
Supérieure des Arts et Métiers, Angers,
retraité *Electronique, réseaux
informatiques, Environnement Prévention des
déchets.*

Lorblanchet Michel

Directeur de Recherches CNRS, retraité
Préhistoire, spécialiste des grottes ornées.

Morales Magali

Maître de Conférences, HDR Université de
Caen Normandie *Physique.*

Murray Hugues

Professeur émérite des Universités, Ecole
Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen
Physique.

Raveau Bernard

Académicien des Sciences, Professeur des
Universités Université de Caen Normandie
Chimie.

Réveillac Liliane

Médecin Hospitalier Hôpital de Cahors
Radiologie.

Salomon Jean-Noël

Professeur des Universités Université de
Bordeaux, retraité *Géographie Physique.*

Serreau Raphaël

Directeur de Recherches Laboratoire
PsycoMADD, AP-HP Université Paris Saclay
*Médecin de Santé Publique, praticien
hospitalier.*

Tarrisse André

Docteur Ingénieur DDAF du Lot, retraité
Hydrogéologie.

Texier Hervé

Professeur des Universités Université de
Caen Normandie, retraité *Biochimiste-
Géochimiste*

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.*

...