



Unis pour défendre un monde vivable

# METHANISATION

## ETAT DES LIEUX DE L'ANALYSE DE CONTROVERSE

Etat des lieux au 20 décembre 2021

AGISSEZ AVEC NOUS, REJOIGNEZ-NOUS SUR [FNE.ASSO.FR](https://fne.asso.fr)

# METHANISATION : ETAT DES LIEUX DE L'ANALYSE DE CONTROVERSES

au 20/12/2021<sup>1</sup>

## Préambule

L'opportunité de développer la méthanisation dans le cadre des politiques agricoles et énergétiques fait l'objet depuis plusieurs années de débats assez vifs, au plan général ou à l'occasion de l'étude de chaque projet particulier. Afin d'actualiser l'avis exprimé dans sa note de 2015 sur le sujet, France Nature Environnement (FNE) a décidé de mettre en place une démarche d'analyse des controverses suscitées par la méthanisation en milieu agricole. L'objectif en est de pouvoir ultérieurement définir ses orientations de principe sur la base d'un état des lieux portant sur les points de vue argumentés des experts en présence.

La présente note est établie par les deux animateurs mandatés pour conduire cette démarche, Michel Dubromel (FNE) et Michel Badré (Humanité et Biodiversité), sous leur propre responsabilité, et sans préjuger des prises de position de nature et politique qui suivront à l'initiative de FNE.

Elle s'appuie sur un travail d'explicitation de leurs positions effectué par un groupe d'experts, sur la base d'une liste de questions controversées examinée avec eux, à partir d'une liste élaborée par un groupe de travail interne à FNE.

Chacune des 8 questions identifiées comme controversées a donné lieu à des réponses argumentées de ceux des experts qui souhaitaient y répondre. Ces réponses de premier rang ont ensuite été à nouveau soumises au groupe d'experts, pour que ceux qui le souhaitaient puisse contre-argumenter les premières réponses.

L'ensemble des fiches relatives à chaque question comportant les réponses initiales des experts, puis les contre-arguments de ceux qui le souhaitaient, et le cas échéant les compléments que des experts ont souhaité apporter en fin de démarche, sont annexés au présent rapport.

Les deux rédacteurs ont ensuite identifié, pour chaque question et au vu des arguments et contre-arguments présentés, les points de divergence les plus significatifs avec leurs argumentations, et les points de vigilance qui peuvent en résulter.

---

<sup>1</sup> Le projet d'analyse de controverses a été organisé par FNE en avril 2021 pour une échéance à fin décembre 2021. A cette date, plusieurs études sont en cours sur différents sujets.

Cette note ne se substitue en rien à des études scientifiques complètes<sup>2</sup> sur la méthanisation effectuées par des organismes scientifiques avec les méthodes d'expertise contradictoire classiques, notamment de revue de bibliographie et de relecture par les pairs.

Son seul objet est d'examiner les réponses aux questions posées apportées par les experts et praticiens ayant accepté de participer à la démarche, et d'identifier les éléments d'appréciation qui en résultent sur les enjeux actuels ou à venir de la méthanisation, à partir des points de vue ainsi exprimés. Cette note distingue, selon les contributions des experts, des prises de positions personnelles et les argumentaires basés sur des études scientifiques ou des rapports et retours d'expérience documentés.

Les experts ayant fourni des réponses sont Mme Houot (Inrae), MM Bernet (Inrae), Couturier (Solagro), Jouany (association GREFFE), Thual (Ademe), Vrignaud (ACE méthanisation). Un bref CV de chacun est [joint en annexe](#). L'objectif de cette analyse de controverse étant de recueillir des avis techniques précis et argumentés, nous avons choisi de faire appel à des professionnels impliqués dans la méthanisation : l'existence de « liens d'intérêt », inévitable et normale concernant des professionnels du secteur, ne s'oppose en effet en rien à l'expression argumentée de leurs points de vue, fondés sur leur expérience et rendus publics, dans une telle analyse de controverses.

Les animateurs auraient souhaité qu'un plus grand nombre d'experts participent à la démarche, en particulier parmi ceux ayant émis des objections de principe à l'égard de la politique de développement de la méthanisation: ils ont regretté qu'un seul d'entre eux accepte de le faire, ce dont il doit être ici remercié. Le Collectif scientifique national méthanisation raisonné (CSNM), sollicité, a refusé de participer à la démarche.

Ils auraient souhaité aussi pouvoir parvenir, comme cela s'est fait sur d'autres thèmes, à une note validée par tous les experts sur leurs points d'accord et de divergence. Cela aurait nécessité un délai nettement plus long, d'où la forme finalement retenue d'une note d'état des lieux plus brève établie sous la seule responsabilité des animateurs et n'engageant pas les experts. Pour limiter les risques d'erreur d'interprétation celle-ci a cependant été soumise en relecture à tous les experts, dont les avis sont exprimés dans les fiches annexées.

Les deux animateurs de cette analyse remercient les experts pour toutes leurs contributions et ils invitent le lecteur à une lecture très attentive de ce rapport et des fiches annexées.

---

2 cf. notamment

[https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/Rapport%20ACV\\_Biomethane%20issu%20de%20ressources%20agricoles\\_INRAE%20Transfert\\_GRDF....pdf](https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/Rapport%20ACV_Biomethane%20issu%20de%20ressources%20agricoles_INRAE%20Transfert_GRDF....pdf)

## **Question 1: bilan net des émissions de gaz à effet de serre avec ou sans méthanisation**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

Les questions posées aux experts :

- Question générique :
  - Est-ce que l'introduction d'une unité de méthanisation dans un contexte de production agricole donné conduit à améliorer, ou à dégrader, le bilan carbone global (émissions atmosphériques de GES) ?
- Questions spécifiques:
  - L'introduction d'une unité de méthanisation conduit-elle à améliorer, ou à dégrader, le bilan carbone global par comparaison avec la pratique majoritaire de stockage des fumiers au moins plusieurs semaines avant épandage ?
  - L'introduction d'une unité de méthanisation conduit-elle à améliorer, ou à dégrader, le bilan carbone global par comparaison avec le compostage des effluents d'élevage avant épandage ?
  - Est-ce qu'une unité collective et territoriale de méthanisation possède un bilan GES global, tous critères pris en compte, meilleur ou moins bon qu'une installation à la ferme ?

**Les réponses des experts** comparent, conformément à la demande et à partir d'une analyse de cycle de vie (ACV), les deux scénarios suivants:

- un scénario avec méthanisation, celle-ci étant alimentée par des productions agricoles d'origine diverse (lisiers, déchets de culture, cultures intermédiaires à vocation énergétique – CIVE – et le cas échéant changement d'usage des terres au profit de cultures énergétiques principales), le biométhane produit étant injecté dans le réseau de distribution de gaz en substitution à du gaz fossile, et les digestats issus du méthaniseur étant épandus sur les cultures en place;
- un scénario de référence sans méthanisation, dans lequel les co-produits agricoles (lisiers, déchets...) sont directement épandus sur place, et le gaz du réseau est d'origine fossile.

**Il y a consensus entre tous les experts** sur la nécessité de prendre en compte dans les impacts du scénario "méthanisation" toutes les émissions de GES liées d'une part aux pratiques agricoles spécifiques à la méthanisation (notamment CIVE ou changement d'usage des terres pour cultures énergétiques principales), et d'autre part au fonctionnement du méthaniseur. Les émissions de GES, traduites en équivalent CO<sub>2</sub>, doivent intégrer les différences de pouvoir de réchauffement global (PRG) entre gaz émis, le méthane ayant un PRG beaucoup plus fort que le dioxyde de carbone.

**Il y a en revanche dissensus entre experts** sur les principaux points suivants:

- l'un des experts estime que les émissions de CO<sub>2</sub> directement liées à la combustion finale du biométhane, comme celles liées à la séparation du CH<sub>4</sub> et du CO<sub>2</sub> inclus dans le biogaz doivent être comptabilisées dans le bilan, au débit de la méthanisation, au même titre que la combustion finale du méthane fossile dans le scénario de référence. Les autres experts se fondent sur le raisonnement utilisé aux niveaux national (suivi des émissions nettes de GES) et international (GIEC) pour la prise en compte de la réémission du CO<sub>2</sub> initialement capté par photosynthèse, dit aussi « CO<sub>2</sub> biogénique » : toutes les molécules de CO<sub>2</sub> ré-émises dans l'atmosphère en cours ou en fin de cycle par combustion ou décomposition de produits d'origine végétale correspondent exactement, en quantité et par leurs impacts, à des molécules de CO<sub>2</sub> prélevées dans l'atmosphère lors de la croissance des végétaux. L'impact de la combustion finale cumulé avec celui de la photosynthèse initiale sur le bilan net des émissions de CO<sub>2</sub> et donc sur la teneur en CO<sub>2</sub> de

l'atmosphère, sur le pas de temps d'analyse de la politique climatique<sup>3</sup>, est donc nul. A l'inverse, la combustion du méthane fossile occasionne une augmentation nette de l'effet de serre par rapport à l'ère préindustrielle, la captation du CO<sub>2</sub> atmosphérique pour constituer les gisements remontant à plusieurs centaines de millions d'années.

- *L'impact des changements d'usage des terres, au profit de cultures principales à vocation énergétique* : les points de vue différents ne résultent pas d'écarts dans les estimations unitaires d'émissions selon l'origine des intrants, mais d'une appréciation différente des besoins de changement d'usage des terres. Un expert estime que le changement d'usage des terres pour alimenter les méthaniseurs est inéluctable dès maintenant et ne pourra que s'accroître, notamment pour rentabiliser de grosses installations qui doivent avoir un rayon d'approvisionnement réduit. Les autres estiment que le développement des CIVE, qui ne met pas en cause la vocation principale des surfaces concernées, permet actuellement et à moyen terme de rester très en dessous du maximum réglementaire de 15% d'approvisionnement assuré par cultures principales énergétiques, et permet donc d'éviter les changements d'usage des terres au profit de cultures principales énergétiques (cf. aussi plus loin les réponses à la question 7).
- *L'importance des fuites de méthane dans les méthaniseurs*. Là encore, les divergences ne viennent pas de l'évaluation de l'impact unitaire des fuites, mais de l'appréciation de leur volume, constaté ou supposé pour l'avenir. Aucun expert ne conteste que l'émission de CH<sub>4</sub> dans l'atmosphère doit être la plus réduite possible, le PRG du méthane émis dans l'atmosphère par les fuites étant bien plus élevé que celui du CO<sub>2</sub> qui a été absorbé pour la production des intrants par photosynthèse. Mais l'un des experts évalue le volume des fuites entre 5 et 7% de la production de biométhane, voire plus, alors que les autres citent des références d'études ou de suivi d'installation comprises entre 0 et 2%, l'écart en CO<sub>2</sub> eq résultant de ces estimations différentes étant très important (cf. fiches détaillées jointes).
- *Différents points de moindre portée* concernant l'installation et le démantèlement des méthaniseurs, la séparation du biométhane et du CO<sub>2</sub> dans le biogaz, etc. (cf. fiches détaillées jointes)

**Les résultats de la comparaison entre les deux scénarios**, exprimés en kg CO<sub>2</sub> eq / Mwh pour du gaz injecté dans le réseau, font apparaître compte tenu de ces divergences, des résultats très contrastés :

- pour un des experts, une émission nette de GES dans le scénario "méthanisation" de l'ordre de 680 kg CO<sub>2</sub> eq/Mwh, à comparer à environ 240 kg CO<sub>2</sub> eq/Mwh (combustion du seul méthane fossile) dans le scénario de référence, soit près de trois fois plus. L'impact du scénario méthanisation se réduit de près de la moitié (multiplication des émissions de CO<sub>2</sub> eq par 1,5 et non 3), si les émissions sont comptées en valeur nette, déduction faite de la captation initiale de CO<sub>2</sub> atmosphérique par la photosynthèse, toutes les autres hypothèses retenues par cet expert étant par ailleurs maintenues ;
- pour tous les autres experts, une émission nette dans le scénario "méthanisation" de l'ordre de 80 à 120 kg CO<sub>2</sub> eq/Mwh<sup>4</sup> selon les hypothèses, soit une division par un facteur de 2 à 3 par rapport au scénario de référence (méthane fossile) ;
- les écarts entre ces évaluations s'expliquent essentiellement par le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> eq en émissions brutes ou nettes, l'estimation des fuites de méthane, et celle des changements d'usage des terres ( cf. fiches détaillées) ; L'expert ayant les estimations d'émissions les plus fortes s'appuie essentiellement

---

3 On rappelle que la politique climatique vise principalement à limiter la hausse des températures mondiales par rapport à celle de l'ère préindustrielle (1850), en limitant la progression de l'effet de serre due à l'augmentation de teneur atmosphérique des différents GES sur la même période.

4 Il n'est pas tenu compte ici du stockage de carbone dans le sol par les CIVE, que l'ACV Inrae citée en note 1 mentionne. A partir d'un potentiel donné de CIVE, ce stockage vient a priori réduire dans des proportions sans doute faibles aussi bien la production de biométhane que les émissions atmosphériques de CO<sub>2</sub>, le carbone correspondant étant prélevé sur le même CO<sub>2</sub> capté par photosynthèse.

sur une étude fondée sur le contexte allemand<sup>5</sup>, les autres s'appuient sur les suivis d'installations françaises existantes.

- Les experts soulignent par ailleurs tous que la comparaison des émissions de GES, en équivalent CO<sub>2</sub>, entre méthane d'origine fossile et biométhane dépend de la destination finale du biométhane, injection de gaz dans le réseau ou production d'électricité (avec ou sans cogénération de chaleur). Dans ce dernier cas, la comparaison en ACV entre les émissions de la méthanisation destinée à produire ensuite de l'électricité et d'autres modes de production électrique (notamment nucléaire ou ENR), exprimées en kg CO<sub>2</sub>eq/Mwh électrique produit, est beaucoup moins favorable à la méthanisation, compte tenu du mauvais rendement de la production d'électricité par voie thermique. Comme pour tous les cas de co-génération, cette perte de rendement peut être plus limitée si l'énergie thermique du moteur est valorisée.

***Au vu des divergences entre experts, les auteurs de la présente note ont examiné les documents de référence produits notamment en matière de suivi, et analysé les justifications de principe validées au niveau international par la communauté scientifique en matière de prise en compte du CO<sub>2</sub> dit « biogénique ». Ils constatent que les évaluations d'une division par 2 à 3 des émissions de gaz à effet de serre, exprimées en équivalent CO<sub>2</sub>, entre le scénario de référence (pas de méthanisation, gaz fossile dans le réseau) et le scénario avec méthanisation et injection de biométhane dans le réseau sont cohérentes avec les documents de suivi des installations, et avec les justifications scientifiques du calcul des émissions de gaz à effet de serre. Ils observent que ce constat repose sur le niveau actuel, limité, des changements d'usage des terres en cultures principales à vocation énergétique, et sur le niveau moyen, limité aussi, de fuites constatées dans les rapports de suivi des installations existantes.***

***Les points de vigilance*** résultant de cette analyse sur le critère particulier des émissions de gaz à effet de serre, pour les politiques futures comme pour l'étude des projets particuliers actuels, portent donc principalement sur le contrôle des approvisionnements en cultures dédiées (en évitant les changements d'usage au profit de cultures principales énergétiques), et sur la maîtrise des fuites à un niveau inférieur à 1 ou 2% de la production. Il y a lieu aussi bien entendu d'examiner la destination énergétique finale (injection de gaz dans le réseau ou production d'électricité), dont on a vu qu'il s'agit d'un critère essentiel en matière d'émissions rapportées au kwh produit en énergie finale.

---

<sup>5</sup> Meyer-Aurich et al (2012). Impact of uncertainties on greenhouse gas mitigation potential of biogas production from agricultural resources. *Renewable Energy*, 37, 277-284.

## **Question 2: impacts de la méthanisation sur les propriétés agronomiques des sols**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

Les questions posées aux experts :

- Question génériques sur la qualité des sols
  - Est-ce que l'introduction d'une unité de méthanisation dans un contexte de production agricole donné conduit à améliorer ou dégrader les propriétés agronomiques ou physico-chimiques des sols (y compris le stockage du carbone dans le sol) ?
- Questions spécifiques
  - L'introduction d'une unité de méthanisation provoque-t-elle, et si oui dans quels cas, des changements de systèmes de culture susceptibles d'avoir des effets sur les sols (succession de cultures, introduction de CIVE, gestion des résidus...) ?
  - Quels sont les effets sur les sols (stockage de C, biologie des sols, propriétés physiques des sols, présence et activité des vers de terre, ...) du changement de destination des intrants par rapport aux pratiques hors méthanisation ?
  - Quels sont les effets sur les sols (stockage de C, biologie des sols, propriétés physiques des sols, présence et activité des vers de terre, ...) de l'introduction de CIVE et le cas échéant de cultures dédiées à la méthanisation ?
  - Quels sont les effets des apports de digestats sur les sols (stockage de C, biologie des sols, propriétés physiques des sols, présence et activité des vers de terre, ...), quelles économies d'engrais associées aux apports de digestats ? Quelles émissions gazeuses associées aux apports de digestats ( $NH_3$ ,  $N_2O$ ,  $CH_4$  ...), quelles solutions pour les minimiser et maximiser l'intérêt agronomique ?

Les réponses des experts, appuyées sur de nombreuses références scientifiques ou d'études spécifiques, traitent essentiellement des impacts de la gestion des digestats. Il n'apparaît pas de distinction par rapport aux tailles/ organisation des unités de méthanisation.

### **Les principaux points de dissensus portent sur les sujets suivants :**

- Le stockage du carbone : alors qu'un expert exprime son point de vue alertant sur le fait que les systèmes de culture associés à la méthanisation ne permettraient pas d'atteindre l'objectif des "4 pour 1000", un autre expert mentionne une étude<sup>6</sup> démontrant une perte de carbone similaire pendant le stockage des intrants sur plateforme avant épandage et durant le traitement par méthanisation. Par contre, les experts se rejoignent sur la nécessité de couvrir les stockages des digestats après méthanisation, tout en remarquant que la mise en oeuvre de cette couverture peut être très contraignante.
- La biologie des sols : un expert mentionne une perte potentielle de matière organique liée au processus de méthanisation, notamment parce que la partie de Carbone labile - très utile pour la vie microbienne des sols - a été éliminée au cours de la méthanisation. La perte de matière organique pourrait aussi s'accompagner de diminution de l'activité biologique dans les sols. D'autre part, un autre expert rapporte que le périmètre d'ensemble d'une unité de méthanisation permet de collecter d'autres intrants qui vont permettre de neutraliser ou de dépasser cette perte de matière organique.
- L'impact des CIVE: en reprenant l'alerte – déjà mentionnée au début de ce chapitre - concernant la non-atteinte de l'objectif "4 pour 1000", un expert mentionne une étude confirmant que la mise en place de CIVE dans la rotation permet d'augmenter le flux de Carbone restitué au sol.

---

6 Emission d'ammoniac et GES des fumiers de bovins – Ademe décembre 2015

- La volatilisation du  $\text{NH}_3$  à l'épandage : il y a bien consensus entre les experts pour affirmer qu'il pourrait y avoir des pertes importantes en fonction des modes d'apport des digestats et des conditions climatiques au moment de l'apport. Par contre un expert cite un exemple<sup>7</sup> où 80 % de l'azote ammoniacal s'est volatilisé en apport sur blé dû au vent alors que d'autres études mentionnent une perte nettement plus faible, à condition de respecter les bonnes pratiques d'épandage<sup>8</sup>.
- Les impacts sur les changements de culture sont analysés en détail dans les réponses à la question 7

**Les constats et les points de vigilance** concernant ces analyses concernent d'abord la biologie des sols et les populations de vers de terre. Alors qu'un expert exprime des craintes sur les impacts de la méthanisation sur les sols (stockage de Carbone - 4 pour 1000 – et biologie des sols), d'autres experts, se fondant sur de nombreuses études, disent que rien ne le démontre. Nous constatons que, malgré le nombre d'études dont il est fait état, il ne se dégage pas une conclusion claire et précise de l'ensemble des travaux. A noter que des travaux en cours apporteront des éléments de réponses complémentaires comme le programme Methabiosol.

---

<sup>7</sup> <https://www.action-agricole-picarde.com/digestats-de-methanisation-quel-interet-agronomique>

<sup>8</sup> [https://atee.fr/system/files/2019-12/2011%2012\\_biogaz\\_guide\\_bonnes\\_pratiques\\_methanisation.pdf](https://atee.fr/system/files/2019-12/2011%2012_biogaz_guide_bonnes_pratiques_methanisation.pdf)

### **Question 3: Bilan énergétique**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

Les questions posées aux experts:

- Question générique:
  - Est-ce que l'introduction d'une unité de méthanisation dans un contexte de production agricole donné conduit à améliorer, ou à dégrader, le bilan énergétique global (production moins consommation d'énergie) du système d'exploitation agricole concerné ?
- Questions spécifiques:
  - Comment l'ensemble des changements de pratiques induits par l'unité de méthanisation (y compris Cive, etc.) fait-il évoluer le bilan énergétique à l'échelle de l'exploitation agricole dans le cas d'une installation locale « à la ferme », par rapport à une situation de référence sans méthanisation ?
  - Comment l'ensemble des changements de pratiques induits par l'unité de méthanisation (y compris Cive, etc.) fait-il évoluer le bilan énergétique dans le cas d'une installation collective de taille importante ?

### **Les réponses des experts**

En amont de l'évaluation du rendement énergétique de la méthanisation, objet de la question, deux questions de principe ont été évoquées par certains des experts interrogés :

- l'utilisation du taux de retour énergétique (TRE) ou ERoEI en anglais ("Energy return on Energy invested"). Celui-ci est considéré dans son principe comme l'indicateur le plus significatif pour effectuer des comparaisons, mais nécessite de préciser sans ambiguïté le périmètre d'évaluation des énergies investies et produites: cette précision n'est pas toujours apportée, notamment dans le tableau OPECST cité par l'un des experts et donnant le TRE d'un grand nombre de sources d'énergie, mais sans préciser leur périmètre d'évaluation. Les sources disponibles ne donnent par ailleurs, dans l'état actuel, aucune valeur de TRE pour la production de biométhane, et obligent donc à rechercher des productions comparables (notamment dans la réponse de l'un des experts, sous réserve d'éléments de comparaison fiables et d'une définition précise du périmètre d'évaluation, l'éthanol).
- l'appréciation d'un TRE considéré comme acceptable, en relation avec des indicateurs généraux de la situation économique tels que le PIB, pour justifier l'utilisation d'un mode de production énergétique donné. Cette question, importante dans son principe, renvoie à des options politiques dépassant le cadre de la présente note d'analyse : celle-ci se limite à examiner les caractéristiques de performance comparées de la méthanisation et d'autres sources d'énergie citées par les experts, à périmètres d'évaluation comparables, sans en tirer à ce stade de jugement en opportunité.

Les estimations fournies par les experts, plutôt qualitatives que quantitatives sans doute en raison de la diversité des situations, ne permettent pas de fournir de résultats aisément généralisables.

### **Points de dissensus et de consensus, et résultats avancés par les experts**

L'un des experts a fourni, faute de données directement disponibles pour lui sur le biométhane, des estimations de TRE par analogie avec celui de l'éthanol d'origine agricole, à partir des données fournies par l'OPECST dans un tableau (cf. fiche annexée) ne spécifiant pas clairement le périmètre des évaluations. Il en déduit pour la méthanisation un rendement énergétique mauvais, susceptible même d'être inférieur à 1. Pour les autres, la source documentaire chiffrée fournissant directement des données de rendement et d'efficacité énergétique de la méthanisation pour les installations actuelles est celle des quatre campagnes d'évaluation effectuées par l'Ademe depuis 2010 sur des installations existantes. Ces études ne portent que sur un nombre d'installations assez restreint.

La dernière en date, publiée en 2020<sup>9</sup>, indique<sup>10</sup> pour les installations ayant fait l'objet d'un bilan complet une efficacité énergétique (rapport entre l'énergie récupérée et l'énergie consommée, pour des périmètres de comparaison identiques) de l'ordre de 6 pour les installations dont le gaz est directement injecté sur le réseau, et de 2 lorsque la méthanisation sert à la production électrique après transformation de l'énergie thermique en électrique, l'utilisation de chaleur en cogénération améliorant ce ratio. Le périmètre d'évaluation du rendement étant limité ici au méthaniseur lui-même, l'un des experts ajoute que l'étude Ademe de 2017 sur le suivi des installations de méthanisation avait montré que la consommation d'énergie liée au transport des intrants et à l'épandage des digestats variait entre 1 et 5% de l'énergie produite, donc ne modifiait pas sensiblement les résultats.

### Constats, et points de vigilance

Les auteurs de la présente note constatent, comme indiqué ci-dessus, que l'évaluation du taux de rendement énergétique est très dépendante de l'utilisation finale du biométhane produit et du scénario de référence hors méthanisation servant de base de comparaison: la même installation fournissant du biométhane injecté dans le réseau de distribution de gaz en substitution à du gaz fossile pourra faire apparaître un rendement énergétique nettement meilleur que si cette installation est utilisée ensuite pour produire de l'électricité et comparée à d'autres dispositifs de production électrique (ENR ou nucléaire), du seul fait du rendement énergétique de la production d'électricité par voie thermique.

***Plus généralement, et même si les résultats de suivis d'installation cités par les experts font apparaître que la méthanisation produit nettement plus d'énergie qu'elle n'en consomme, sous réserve de précisions à apporter sur le périmètre d'analyse pris en compte, ces résultats restent peu nombreux et liés aux conditions particulières de chaque installation suivie. Ils nécessiteraient des travaux plus systématiques et de portée plus large pour consolider, ou le cas échéant contredire, les premières conclusions actuellement disponibles sur cette question du rendement énergétique<sup>11</sup>.***

---

9 [https://librairie.ademe.fr/cadic/4912/0\\_suivi\\_methanisation\\_2020\\_rapport\\_vf.pdf](https://librairie.ademe.fr/cadic/4912/0_suivi_methanisation_2020_rapport_vf.pdf), pages 38 à 52 pour ce qui concerne le bilan énergétique

10 Cf p 52 de l'étude citée, sous réserve d'une inversion des définitions de "rendement énergétique" dans le document Ademe?

11 L'un des experts a souligné par ailleurs que la vocation d'un méthaniseur, à la différence des autres systèmes de production d'énergie comme l'éolien ou le photovoltaïque, n'est pas uniquement de produire de l'énergie mais également du digestat qui permet de se substituer aux engrais chimiques ainsi que de traiter des déchets/résidus organiques et ainsi de réduire les émissions de GES liées à la décomposition non maîtrisée de ces déchets

#### **Question 4 : un bilan global sur l'accidentologie, y compris les problèmes liés aux contaminants**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

L'intitulé des questions posées aux experts :

- Question générique
  - Est-ce que l'introduction d'une unité de méthanisation dans un contexte de production agricole donné conduit à augmenter les risques sanitaires et l'accidentologie par rapport à la situation de référence antérieure?  
*Préciser, le cas échéant, en quoi des conditions de contexte différentes (système d'exploitation agricole concerné, nature des intrants, taille de l'installation, ...) ou des modalités d'organisation et de fonctionnement de l'installation (portage de l'opération, ...) peuvent modifier les réponses à la question posée.*
- Questions spécifiques
  - Quels sont les flux de contaminants associés aux digestats ?
  - Quel est le devenir des contaminants au cours de la méthanisation (contaminants organiques, ETM, pathogènes...) ?

Il y a consensus entre les experts pour identifier l'ensemble des risques sanitaires et pour mentionner la potentialité d'odeurs nauséabondes liées à l'activité de méthanisation.

Les principaux points de dissensus portent sur les points suivants ;

- Les odeurs nauséabondes : les problèmes les plus fréquemment mentionnés par les riverains concernent les émissions de H<sub>2</sub>S et de NH<sub>3</sub>, deux produits dont la toxicité est prouvée. Une analyse plus détaillée porte sur les intrants dont le potentiel fermentescible est élevé : les émissions correspondent à des Composés Organiques Volatils bien identifiés, notamment par leur odeur caractéristique. Par contre, les émissions de H<sub>2</sub>S se faisant pendant le processus de méthanisation - c'est-à-dire en milieu fermé - ces émissions ne devraient en théorie pas être perçues, sauf accident à résoudre immédiatement.
- La quantité totale de sinistres : selon un expert, il faut prendre en compte un total de 234 sinistres sur la période 2015 à 2020. Selon l'analyse de la base ARIA, il faut prendre en compte 89 accidents sur la période 2016 à 2020. Une autre analyse issue de la base BARPI indique un total de 76 accidents pour la période 2015-2019. L'accidentologie est principalement liée à des débordements de cuves – notamment de digestats – et les évolutions réglementaires récentes, imposant des zones de rétention et des couvertures de fosses, devraient permettre de réduire l'occurrence de ces sinistres.
- Les contaminants : sont rappelés les problèmes potentiels liés aux ETM - Eléments Trace Métalliques - qui doivent faire l'objet d'études car ils peuvent concerner notre ressource d'eau potable. Plusieurs experts rappellent au préalable que le plus important à retenir pour les ETM est que cela ne dépend pas de la méthanisation, mais des ETM présents dans les déchets qui sont introduits dans le digesteur. La méthanisation ne présente pas plus de problèmes liés aux ETM que pour les effluents d'élevage épandus en direct ou pour les autres modes de recyclage des biodéchets ou autres intrants. D'autres experts relèvent que les ETM n'étant pas lixiviés, ils présentent essentiellement un risque pour les sols et les produits qui y poussent. En ce qui concerne les matières organiques (pesticides, etc.), elles sont actuellement restituées directement au sol dans la situation de référence. En ce qui concerne les agents pathogènes, les nombreuses études déjà réalisées mentionnent une réduction des agents pathogènes éventuellement contenus dans les intrants par le processus de méthanisation - par un facteur 100, voire 1000 dans certains cas - selon une analyse bibliographique<sup>12</sup>. Par contre, la teneur en pathogènes étant directement liée à la qualité des intrants, il est rappelé que l'hygiénisation des intrants est obligatoire pour certains cas bien

---

12 [https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f33\\_impactsdelamethanisationsurlesgermespathogenes.pdf](https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/f33_impactsdelamethanisationsurlesgermespathogenes.pdf)

définis. La pollution par les ETM a fait l'objet d'études spécifiques<sup>13</sup>, notamment pour identifier les apports primaires indépendants du processus de méthanisation. Un avis sur l'augmentation des teneurs en contaminants - organiques et ETM - devra être validé par une étude du CIRAD<sup>14</sup>.

Les **constats et points de vigilance** concernent la partie accidentologie qui a un impact direct sur les exploitants et sur les riverains. Il semble essentiel de clarifier les bases de données de référence, notamment parce que les activités de méthanisation peuvent concerner d'autres secteurs d'activité que le secteur agricole. En outre, concernant le problème spécifique de gestion des capacités de production et de stockage du biogaz, contrairement à la méthodologie générale rappelée à la première question, la situation de référence - production et stockage de gaz d'origine fossile - ne peut pas être évaluée dans le périmètre de cette analyse;

***Le travail mené jusqu'ici et les réponses fournies par les experts à ce stade ne permettent pas d'apporter une conclusion générale sur les risques d'accidents : ces risques sont surtout liés au mode de gestion de chaque projet et leur maîtrise relève surtout de la bonne application de la réglementation ICPE.***

---

13 [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/57992\\_sogreah.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/57992_sogreah.pdf)

14 Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

## Question 5: la pollution de l'air et de l'eau

[Télécharger les échanges entre experts](#)

Les questions posées aux experts :

- Question générique sur la pollution de l'eau et de l'air:
  - Est-ce que l'introduction d'une unité de méthanisation dans un contexte de production agricole donné conduit à améliorer, ou à dégrader, le niveau de pollution des eaux et de l'air du système d'exploitation agricole concerné ?
- Questions spécifiques:
  - **Pollution de l'eau:**
    - Comment maîtriser les incidents ou accidents liés à la mauvaise maîtrise du méthaniseur et des intrants (fuites sous les tas d'intrants, débordement de cuves...) ? (Citer les études, si elles existent, faisant le lien entre ces incidents et le type de méthanisation).
    - Quels sont les impacts sur l'eau de l'utilisation des digestats ? Quelle est la valeur fertilisante azotée des digestats ? Comment raisonner les apports pour éviter la surfertilisation, les apports aux mauvais moments (en lien avec stockage)
    - Quels sont les impacts sur l'eau de l'intégration des CIVE ou de la modification des pratiques culturales liées à l'introduction de la méthanisation ?
  - **Pollution de l'air**
    - Quels sont les principaux risques de la méthanisation par rapport à la qualité de l'air?

Les principaux points de dissensus :

- L'étude réalisée par INRAE et INRAE Transfert : Cette étude apporte des conclusions très précises en ce qui concerne les pollutions de l'air et de l'eau. Quel que soit le système agricole (culture ou élevage) étudié, les indicateurs de pollution de l'air – en lien avec les modes différents de couverture de stockage des digestats ou des effluents bruts - sont améliorés. Par contre, les conclusions sont différentes pour la pollution de l'eau: l'étude relève de meilleures performances pour le scénario élevage, mais de moins bonnes performances de certains indicateurs pour le scénario cultures. Par rapport à ces résultats, sans mentionner leur nombre ni leur contenu, un expert mentionne les plaintes fréquentes et nombreuses des riverains concernant la pollution de l'air, a contrario des conclusions de l'étude.
- La pollution de l'air par les pathogènes : plusieurs études mentionnent une augmentation possible de la pollution de l'air par les pathogènes, notamment pour les exploitants. D'autres experts, tout en mentionnant que les études ne sont pas conclusives, confirment la nécessité de poursuivre les études sur le sujet.

Constats et points de vigilance :

Les constats concernant ce sujet viennent compléter les remarques déjà mentionnées pour la question 2. En complément des conclusions très précises de l'ACV réalisée par INRAE et INRAE Transfert, il est important de prendre connaissance d'un point de vigilance mentionné par un des contributeurs de cette étude : « *Cependant, pour obtenir ces bonnes performances, **une bonne gestion du digestat est incontournable** au stockage et à l'épandage compte tenu des impacts directs et indirects. Les conséquences directes d'une gestion dégradée sont des émissions importantes de substances vers l'environnement au stockage et à l'épandage (CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> et N<sub>2</sub>O).* »

## **Question 6: Les revenus des agriculteurs**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

Les questions posées aux experts :

- Question générique
  - *Est-ce que l'introduction d'une unité de méthanisation dans un contexte de production agricole donné conduit à améliorer, ou à dégrader, le niveau de revenu des agriculteurs dans le système d'exploitation agricole concerné ? (On prendra en compte les aides publiques à la méthanisation existantes en chiffrant si possible leur impact sur le revenu des agriculteurs).*
- Questions spécifiques
  - *La production de CIVE et de cultures dédiées sécurise-t-elle le revenu des agriculteurs ?*
  - *Le revenu des agriculteurs lié à l'activité de méthanisation est-il différent selon la taille du dispositif de méthanisation : à la ferme ou collectif ?*

Les réponses des experts sont peu nombreuses.

Les principaux points de dissensus sont les suivants :

- Le patrimoine foncier : un expert mentionne un risque potentiel de rachat du patrimoine foncier par des acteurs industriels, ce qui conduirait à une perte importante à long terme pour les exploitants. D'autres experts, ne remettant pas en cause ce risque, constatent que les acteurs industriels ne sont pas intervenus au niveau patrimonial, que ce soit pour la période des agro-carburants ou pour la période plus récente liée à la méthanisation.
- L'évaluation des revenus liés à la méthanisation : alors qu'un expert estime que les agriculteurs ne peuvent pas dégager un revenu complémentaire, deux experts mentionnent qu'il est possible d'évaluer les économies réalisées par les agriculteurs : économies d'engrais par exemple mais cette évaluation ne peut pas être considérée comme représentative (effectif trop réduit)<sup>15</sup>.

**Constats et points de vigilance :** A ce stade, au vu de la faiblesse des réponses, il ne semble pas possible de conclure ce chapitre

---

<sup>15</sup> [https://solagro.org/images/imagesCK/files/methalae\\_10\\_pages.pdf](https://solagro.org/images/imagesCK/files/methalae_10_pages.pdf)

## **Question 7: Production de biométhane et concurrence d'usage des terres agricoles**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

Les questions posées aux experts étaient les suivantes:

- Question générique sur les objectifs de méthanisation de la PPE :
  - Les objectifs de développement de la méthanisation inclus dans la PPE<sup>16</sup> pour 2023 et 2028 (en puissance installée et production électrique d'une part, injection gaz dans le réseau d'autre part) sont-ils compatibles, ou non, avec le maintien de la part de la SAU consacrée aux cultures alimentaires en France métropolitaine ?
- Question spécifique:
  - Quel serait le volume de CIVE et – le cas échéant – le transfert de SAU consacré à la méthanisation nécessaire pour la réalisation de l'ensemble des objectifs de la PPE ?

### **Réponses des experts, consensus et dissensus**

Pour établir une évaluation des surfaces agricoles nécessaires à l'atteinte des objectifs de production de biogaz affichés par la PPE, et apprécier la vraisemblance d'atteinte de cet objectif, il y a lieu d'examiner :

- *la situation actuelle*: production actuelle de biogaz (**8,3 Twh en énergie finale**, dont 2,8 d'électricité, 3,5 de chaleur y compris cogénération et 2 de biométhane injecté dans le réseau) et modes d'approvisionnement des méthaniseurs, tendances récentes d'évolution et rendements en production de gaz à partir des différentes catégories d'intrants et de leur origine culturale,
- *les évolutions possibles d'ici à l'échéance 2028*, au regard des objectifs de méthanisation fixés dans la PPE (**30 Twh, dont 20 injectés dans le réseau**), leur vraisemblance, et le potentiel disponible en surfaces agricoles sous forme de CIVE pour répondre à ces besoins,
- *l'échéance 2050, citée dans le scénario énergie-climat de l'Ademe et les travaux de Solagro*, au-delà de l'échéance 2028 de la PPE.

Les réponses de premier rang des experts à ces questions ont été très contrastées quant au risque de conflit d'usage des terres entre cultures énergétiques et alimentaires lié au développement de la méthanisation :

- L'un des experts estime très improbable, voire impossible, l'atteinte des objectifs de la PPE sans faire appel de façon importante à des changements d'usage des terres, y compris dès maintenant: il estime que même avec des possibilités importantes d'extension des CIVE, l'objectif de rentabilisation d'installations importantes conduira à rechercher les cultures énergétiques les plus rentables le plus près possible des installations par changement d'usage des terres, en dérogeant si nécessaire au plafond réglementaire de 15% actuellement fixé, les CIVE correspondant à des rendements plus faibles.
- Les autres, à partir du constat de la situation actuelle, estiment que les potentialités très importantes d'implantation de CIVE permettent largement d'atteindre les objectifs de la PPE fixés à l'échéance 2028, sans obliger à des changements significatifs d'usage des terres.

Les échanges d'arguments et de contre-arguments en relecture ont conduit à des réponses plus précises, et convergentes (cf. fiches en annexe) à partir des évaluations apportées par l'un des experts et non contestée par les autres, concernant la situation actuelle, son évolution possible, et les potentialités de surfaces disponibles pour des CIVE.

---

16 cf. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/TRER2006667D%20signe%CC%81%20PM.pdf> et <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%201%27e%CC%81n%20ergie.pdf>

Ces évaluations fournies par les experts sont données ci-après:

- *Situation actuelle:* Compte tenu des rendements de la production d'électricité et de la part de cogénération, les experts estiment que **la production d'énergie primaire correspondant aux 8,3 Twh d'énergie finale mentionnés ci-dessus était de 13 Twh**. En l'absence de données sur la répartition par origine des ressources utilisées, ils estiment qu'environ la moitié de cette production actuelle est d'origine non agricole (boues de STEP, effluents industriels, traitement de déchets ménagers, etc.) et la moitié d'origine agricole, celle-ci correspondant prioritairement à la filière injection, en rapide croissance.
- *Tendances actuelles et évolutions possibles de la méthanisation d'ici à 2028 :* Le taux de croissance de la production de biogaz depuis 10 ans (passage de moins de 2 Twh à plus de 8) est d'environ 19% par an en moyenne, la progression étant nettement plus forte pour la filière injection, en phase de démarrage. Le maintien de ce taux de 19% conduirait à une production de 32 Twh en énergie finale en 2028, au-delà des 30 Twh prévus par la PPE.  
Selon les évaluations des experts<sup>17</sup>, l'évolution tendancielle de la filière d'ici à 2028 pourrait maintenir le taux de progression annuel global actuel (19%), mais avec une part croissante du biométhane injecté (dont la croissance annuelle pourrait être de l'ordre de 25%), les autres productions (électricité et chaleur) croissant moins vite. Cela conduirait à une **production 2028 du biométhane injecté dans le réseau de l'ordre de 22 Twh, cohérente avec les 20 Twh inscrits à la PPE**.  
Cette expression de l'objectif de production et la vérification de sa vraisemblance par rapport aux tendances de croissance actuelles de la filière ne préjugent pas des conditions de sa réalisation (prix, maîtrise des impacts environnementaux, etc.), dont les experts soulignent qu'ils devront être examinés avec soin : la question spécifique Q7 examinée ici se limite à l'évaluation des besoins en surface de cultures qui seraient nécessaires pour l'atteindre, par rapport au potentiel de surfaces disponibles.
- *Potentiel de surfaces disponibles pour l'atteinte des objectifs de la PPE:*  
L'étude de potentiel la plus récente disponible citée par les experts<sup>18</sup> fournit pour 2028 une **répartition des approvisionnements correspondant aux 30 Twh à produire** (objectifs PPE) par nature de ressources: 6 pour le secteur non agricole, 10 pour les déjections d'élevage, **8 pour les CIVE**, 3 pour les résidus de culture, **2 pour l'herbe de fauche et 1 pour les cultures fourragères**.  
Une étude plus ancienne<sup>19</sup> faisait état de disponibilités nettement plus importantes sur les déjections d'élevage et les résidus de culture (44,8 Twh au lieu de 13), avec encore moins d'impact sur les surfaces agricoles prises en compte (6,5 pour les CIVE au lieu de 8, et 0 pour l'herbe de fauche et les cultures fourragères).  
Pour l'estimation des surfaces nécessaires, les experts soulignent en préalable que les surfaces de CIVE ne viennent pas en concurrence avec les surfaces de cultures alimentaires, s'agissant de cultures intercalaires n'impactant pas le rendement de la culture suivante. L'un d'entre eux attire cependant l'attention sur la possibilité d'exportation par les CIVE de nutriments du sol, qui ne seraient pas restitués par l'apport des digestats après méthanisation.

17 cf. évaluation de cohérence établie dans la réponse de C. Couturier, non-contredite par d'autres experts. Cette réponse signale que le scénario Négawatt 2022 retient une évaluation plus faible que la PPE, 16 Twh pour l'objectif de biométhane injecté, en 2028.

18 « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? », étude publiée par ADEME, GRDF et GRTGAS et réalisée par SOLAGRO et AEC, Janvier 2018.

19 « Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation », Avril 2013

Les 8 Twh à fournir par les CIVE en 2028 correspondent d'après les évaluations des experts à la consommation d'environ 3,5 Mt de matière sèche, le rendement étant de l'ordre de 2,8 Mwh/ tMS. Une production moyenne de 6 à 9 tMS/ha conduirait à **une surface de CIVE nécessaire de 3 à 500 000 ha<sup>20</sup>**, très inférieure au potentiel disponible même avec des hypothèses très prudentes : elles pourraient être largement atteintes en se limitant aux CIVE d'hiver, hors CIVE d'été, et en excluant tous les secteurs où les CIVE seraient en concurrence pour la ressource en eau avec les cultures alimentaires. Cette surface dépend évidemment beaucoup des rendements constatés: les évaluations de surface données sont à prendre comme des ordres de grandeur, à comparer à titre indicatif avec les surfaces de cultures dédiées aux filières actuelles d'agrocarburants (colza, blé, betterave), soit environ 1,2 Mha.

Ces évaluations conduisent les experts ayant développé ou validé ce calcul (qu'aucun d'entre eux n'a contesté) à conclure que **les objectifs de la PPE à l'échéance 2028** ne nécessitent pas d'appel à des changements d'usage des terres susceptibles d'affecter la production alimentaire, les surfaces de CIVE nécessaires pour répondre au besoin étant très largement inférieures au potentiel disponible pour de telles cultures intermédiaires.

L'existence de ce potentiel ne préjuge pas dans l'examen spécifique de cette question des réponses aux autres questions concernant notamment le bilan des émissions de GES (cf. Question 1), la qualité agronomique des sols (question 2), ou le rendement énergétique (question 3), ces questions conduisant pour l'un des experts, qui ne conteste pas le calcul des surfaces, à des conclusions très défavorables au développement des CIVE au regard de ces autres critères d'évaluation.

- Pour l'échéance 2050, les études disponibles<sup>21</sup> apparaissent beaucoup moins fiables, faisant état de divergences importantes entre ces études, même si aucune ne mentionne la nécessité d'appel à un transfert d'usage significatif entre cultures alimentaires et énergétiques.

### **Constats et points de vigilance:**

***Le constat fourni par les experts, argumenté dans leurs échanges, conduit à estimer que les objectifs de production de biométhane figurant dans la PPE pour 2028 pourraient largement être atteints sans faire appel à des changements d'usage des terres, en cultures principales : la disponibilité théorique globale en surfaces de CIVE est en effet très largement supérieure aux besoins pour répondre à ces objectifs de la PPE. Cependant, comme mentionné par l'un des experts, ce constat ne supprime pas le risque que sur chaque projet, l'optimisation des coûts d'approvisionnement en intrants ne se traduise par une pression très forte pour dépasser le seuil de 15% de cultures énergétiques principales dans l'approvisionnement.***

***Ce point devrait justifier une attention particulière dans l'examen de chaque projet.***

***Par ailleurs les évolutions au-delà de 2028 devront être précisées par des études ultérieures.***

---

20 La réponse de Christian Couturier mentionne 290 000 ha. Julien Thual, fournit des évaluations d'un ordre de grandeur très voisin: environ 375 000ha de CIVE, soit 1,4% de la SAU.

21 scénario Négawatt 2022, et Etude France Stratégie

## **Question 8: le financement public de la PPE**

[Télécharger les échanges entre experts](#)

La question unique posée aux experts est la suivante:

- Dans l'hypothèse du maintien des règles de subventionnement actuelles, quel serait le coût total en financement public, et le coût par kWh produit, de la politique de développement de la méthanisation correspondant aux objectifs de la PPE ?

### **Les réponses des experts doivent faire l'objet d'une remarque préalable :**

Il y a lieu de distinguer dans l'analyse des financements publics :

- les aides à l'investissement des installations de méthanisation, de sources diverses (notamment collectivités)
- le soutien à la méthanisation par le biais des tarifs de rachat, base du calcul de la Contribution au Service Public de l'Energie (CSPE)

Dans la logique de la question posée, faisant référence à des règles publiques de subvention et au coût du kWh produit, les réponses des experts fournissent des éléments précis et chiffrés sur le 2ème point, sans doute nettement le plus important dans les financements publics, notamment du fait de sa pérennité. Seul le cas de gaz injecté dans le réseau, cas le plus significatif, est détaillé dans les réponses des experts.

En revanche elles ne donnent pas d'indication sur les aides publiques à l'investissement, sans doute très variables d'une région à une autre.

### **Les résultats issus des réponses des experts :**

Les calculs relatifs au soutien public des prix du biométhane en injection dans le réseau sont analysés dans les réponses des experts selon deux critères : le financement en € / MWh, et le financement en € / t de carbone évitée.

- **Le financement en €/MWh**, après argumentations et contre argumentations, est consensuel au vu des dernières fiches non contredites, sous la seule réserve déjà citée ci-dessus et faite par l'un des experts de la non-prise en compte des subventions à l'investissement (non chiffrées, mais que cet expert juge potentiellement importantes, alors qu'un autre les juge peu significatives dans le calcul). Le résultat résumé est le suivant :
  - le montant du financement public se détermine, année par année, à partir des rapports de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) permettant de calculer (a priori, et a posteriori) les prix unitaires d'achat du biométhane injecté et les « coûts évités », prix du gaz fossile que le biométhane a remplacé. **Le surcoût ainsi calculé, base de la CSPE, a été de 2017 à 2020 compris entre 80 et 90 €/MWh**, (prix d'achat de l'ordre de 100€/MWh, coût évité de 10 à 20 €/MWh). Cela correspondait à un financement total annuel augmentant de 33 M€ à 201 M€ de 2017 à 2020, compte tenu de la progression de la production.
  - Pour l'avenir, on peut s'attendre à une forte baisse du montant unitaire de la CSPE rapportée au MWh produit : le prix réglementé d'achat du biométhane va très probablement baisser, et surtout le « coût évité » a déjà très fortement augmenté, et devrait atteindre en moyenne au moins 40 voire 60 €/MWh ou plus, divisant par 2 ou 3 voire plus le montant unitaire actuel de la CSPE. D'après les estimations de progression de volume prises en compte à l'échéance 2028 par la PPE, et des prévisions de prix de

marché du gaz fossile allant d'un retour au prix historique de référence au maintien de la tendance actuelle, le montant total du financement public par la CSPE resterait en toute hypothèse **nettement inférieur à 1 Milliard d'euros par an**. Le montant total sur la période 2021-2028 varierait selon ces estimations de 4,7 à 5,7 Mds€ sur la période, nettement inférieur à l'enveloppe prévue par la PPE, soit 7,9 Mds€ (cf. en annexe la réponse à la question 8 de C. Couturier, graphique et tableaux p3, non contre-argumentés par d'autres experts relecteurs)

- **Le financement public rapporté à la tonne d'équivalent carbone évitée** est un point controversé par l'un des experts, compte tenu des divergences sur le volume d'émissions de GES par MWh produit (cf. Réponses à la question 1) :
  - sur la base des évaluations rappelées ci-dessus en matière de financement par kWh, et en se fondant sur une émission moyenne de 44 g CO<sub>2</sub>eq / kWh pour le biométhane et de 227 g CO<sub>2</sub>eq / kWh pour le gaz fossile, le montant unitaire de la CSPE peut être évalué à 500 €/tCO<sub>2</sub> évitée pour un surcoût du biométhane de 92 €/MWh (situation actuelle) et à 250 € pour un surcoût de 45 €/MWh (situation prévue pour les prochaines années) (pour le calcul détaillé, cf. question 8, Contributions C. Couturier, § 4). Ces montants sont à rapprocher des « valeurs tutélaires » retenues par la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet en 2019 pour les politiques publiques sur le climat, soit 250 €/tCO<sub>2</sub> évitée pour 2030, 500 € pour 2040 et 775 € pour 2050
  - l'un des experts (cf. Relecture JP Jouany à la réponse de C Couturier) conteste ces résultats, en reprenant les chiffres cités par lui en réponse à la question 1 pour les bases de référence des émissions unitaires de GES par kWh produit (y compris la prise en compte, pourtant contre-argumentée et non reprise dans les derniers échanges, des émissions dues à la combustion finale du biométhane, ce point représentant à lui seul plus de la moitié de l'écart entre les montants retenus).

#### **Les constats et les points de vigilance concernant les financements publics de la méthanisation, pour atteinte des objectifs de la PPE :**

Il serait évidemment utile de pouvoir étendre les analyses au montant des subventions publiques à l'investissement, sans doute très variables d'un projet à un autre.

Sur la base des tarifs d'achat et du montant de la contribution globale du financement public qui en résulte au titre de la CSPE, il apparaît en tout cas que les objectifs budgétaires de la PPE en matière d'aide publique apportée par ce moyen d'ici à 2028 devraient être largement respectés.

On se situe dans la limite haute (mais plutôt en-dessous) des montants maximaux d'intervention publique par tonne de carbone évitée recommandés pour les prochaines années par la commission Quinet de 2019. La volatilité des prix du gaz fossile rend difficiles des prévisions à plus long terme.