

Mission d'information sur "La méthanisation dans le mix énergétique : enjeux et impacts"

Table ronde avec les professionnels de la recherche agronome

MI Méthanisation – Audition au Sénat de 6 experts de la méthanisation - Mardi 6 avril 2021

Qui fait partie de cette mission sénatoriale ?	
Le bureau	Les membres
Pierre CUYPERS, président, Seine-et-Marne Groupe Les Républicains	M. Jean-Claude ANGLARS, Aveyron Groupe Les Républicains
Daniel SALMON, vice-président et rapporteur, Ille-et-Vilaine Groupe Socialiste, Écologiste et Républicain	M. Jean BACCI, Var Groupe Les Républicains
Cyril PELLEVAL, vice-président, Haute-Savoie Groupe Les Républicains	M. Stéphane DEMILLY, Somme Groupe Union Centriste
Angèle PRÉVILLE, vice-présidente, Lot Groupe Socialiste, Écologiste et Républicain	M. Laurent DUPLOMB, Haute-Loire Groupe Les Républicains
Thierry COZIC, vice-président, Sarthe Groupe Socialiste, Écologiste et Républicain	M. Hervé GILLÉ, Gironde Groupe Socialiste, Écologiste et Républicain
Jean-Pierre CORBISEZ, vice-président, Pas-de-Calais Groupe du Rassemblement Démocratique et Social Européen	M. Daniel GREMILLET, Vosges Groupe Les Républicains
Gérard LAHELLEC, vice-président, Côtes-d'Armor Groupe communiste républicain citoyen et écologiste	M. Jean-François HUSSON, Meurthe-et-Moselle Groupe Les Républicains
Patrick CHAUVET, vice-président, Seine-Maritime Groupe Union Centriste	M. Christian KLINGER, Haut-Rhin Groupe Les Républicains
Bernard BUIS, vice-président, Drôme – Groupe Rassemblement des démocrates, progressistes et indépendants	M. Jean-Paul PRINCE, Loir-et-Cher Groupe Union Centriste
Vanina PAOLI-GAGIN, vice-président, Aube Groupe Les Indépendants - République et Territoires	M. Olivier RIETMANN, Haute-Loire Groupe Les Républicains
Christine LAVARDE, secrétaire, Hauts-de-Seine Groupe Les Républicains	M. Jean-Claude TISSOT, Loire Groupe Socialiste, Écologiste et Républicain
Denise SAINT-PÉ, secrétaire, Pyrénées Atlantiques Groupe Union Centriste	

Avant-propos

La retranscription intégrale des discours a été faite par la Fédération pour l'Environnement en Mayenne (FE 53). Nous avons essayé d'être le plus fidèle possible aux paroles des intervenants. Nous avons apporté parfois des précisions, elles sont écrites *en petit caractère* en italique et généralement entre parenthèses. Les mots ou expressions surlignées en jaune renvoient vers [un lien internet](#).

Voir le compte rendu officiel fait par la mission [ici](#).

Des discours des 6 experts ont émergé de nombreuses réponses aux questions que nous nous posons. Nous avons fait le choix de rattacher les réponses aux questions pour les rendre synthétiques. Parfois, il y a des doublons, les réponses pouvant éclairer plusieurs questions.

Des consensus, des désaccords, des controverses, des points de vue différents : tout était réuni pour faire de ces deux heures d'audition une photographie de la méthanisation à l'heure actuelle.

Bonne lecture !

SOMMAIRE

Cliquer sur la partie souhaitée pour s'y rendre directement. Pour revenir au sommaire, cliquer sur l'inscription "Retour au sommaire" qui s'affiche en tête des 5 grands chapitres.

Partie A : PRÉSENTATION DE L'AUDITION AU SÉNAT

- 1 – Présentation générale de l'audition par le président Pierre CUYPERS, Sénateur ;
- 2 - Présentation du déroulement de l'audition par le rapporteur Daniel SALMON, Sénateur ;

PARTIE B : LES 6 EXPERTS RÉPONDENT AUX QUESTIONS

- 3 – La méthanisation, par Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE ;
- 4 - La méthanisation, par Sabine HOUOT, directrice de recherche à l'INRAE ;
- 5 - La méthanisation, par Marc DUFUMIER, agronome retraité ;
- 6 - La méthanisation, par Philippe POINTEREAU, agronome, co-fondateur de Solagro ;
- 7 - La méthanisation, par Jean-Pierre JOUANY, ex-directeur de recherche à l'INRA ;
- 8 - La méthanisation, par Pierre AUROUSSEAU, ex-président du Conseil Scientifique de Bretagne ;

PARTIE C : QUESTIONS DES SÉNATEURS

- 9 – Quelles questions ? Avec les Sénateurs Daniel SALMON, Thierry COZIC et Jean BACCI ;

PARTIE D : LES 22 QUESTIONS

- 1 - Où en est la recherche sur les procédés de la méthanisation ?
- 2 - Où en est la recherche sur les digestats issus de la méthanisation ?
- 3 - La méthanisation peut-elle se passer des cultures ou autres intrants que ceux de l'élevage ?
- 4 - La méthanisation contribue-t-elle à réduire les émissions de gaz à effet de serre ?
- 5 - Quelle est la valeur agronomique du digestat ?
- 6 - La méthanisation est-elle une source d'énergie renouvelable ?
- 7 - La méthanisation est-elle l'utilisation optimale des sols ?
- 8 - N'y a-t-il pas un coût en faisant du méthane avec les CIVE au lieu de les enfouir comme engrais vert ?
- 9 - Les CIVE destinées à la méthanisation peuvent-elles quand même jouer leur rôle de couverture des sols ?
- 10 - Les CIVE sont-elles fertilisées par les digestats ?
- 11 - Le digestat enrichit-il les sols comme un effluent d'élevage ?
- 12 - On dit que le digestat (ou l'azote, le carbone) peut contribuer à accroître la matière organique mais le fumier n'aurait-il pas contribué davantage au taux d'humus dans les sols ?
- 13 - Quelle est la part d'azote qui reste vraiment dans le sol ?
- 14 – N'y aurait-il pas d'alternatives à la méthanisation pour lutter contre les gaz à effet de serre ?
- 15 - Le taux de retour énergétique est-il positif ?
- 16 - L'utilisation des cultures dédiées (maïs) est-elle justifiée ?
- 17 - La neutralité carbone du biométhane est-elle avérée ?
- 18 - Existe-il un modèle de méthanisation à privilégier ?
- 19 - Que faire pour l'acceptabilité sociale ?
- 20 - Quel est le coût d'un méthaniseur ?
- 21 - La méthanisation est-elle une solution au problème des algues vertes ?
- 22 - L'agriculteur est-il vraiment gagnant ?

PARTIE E : OÙ S'INFORMER SUR LA MÉTHANISATION ?

Partie A

[Retour sommaire](#)

Présentation de l'audition au Sénat

- **Le président de la mission : Pierre CUYPERS, sénateur de Seine-et-Marne, membre du groupe Les Républicains, exploitant agricole ;**
- **Le rapporteur de la mission : Daniel SALMON, sénateur d'Ille-et-Vilaine, membre du groupe écologiste, retraité de l'enseignement.**

Pierre CUYPERS (Sénateur élu en 2017, membre du groupe Les Républicains, exploitant agricole) :

« Bonjour chers collègues, merci de votre présence. Voilà, nous en sommes aujourd'hui à une nouvelle réunion de notre mission d'information qui poursuit aujourd'hui son cycle des réunions plénières comme c'était organisé avec aujourd'hui une nouvelle table ronde réunissant cette fois plusieurs experts scientifiques en matière de recherche agronomique.

Il s'agit pour nous par là même d'aborder un nouveau volet absolument capital de la problématique de la méthanisation. Nous compléterons ainsi très utilement les premiers enseignements que nous serons amenés à tirer, d'une part des nombreuses auditions rapporteurs, d'autre part de nos trois précédentes tables rondes en format plénier tel qu'aujourd'hui. Il s'est agi, vous vous en souvenez mes chers collègues que nos échanges de vue avec les professionnels des énergies renouvelables, avec les industriels du secteur gazier ainsi qu'avec les syndicats agricoles. Alors, permettez-moi également avant d'accueillir nos hôtes, d'aborder quelques instants l'organisation de nos travaux à venir.



Pierre CUYPERS
Sénateur de Seine-et-Marne.
Élu en 2017.
Membre du groupe Les Républicains.
Exploitant agricole.
Photo : ©site du Sénat.
[En savoir +](#)

Comme vous le savez, nous avons d'ores et déjà programmé pour le 12 mai prochain une audition conjointe des ministres de la transition énergétique et du ministre de l'agriculture. En accord avec notre rapporteur Daniel SALMON, nous ajouterons une seconde réunion plénière dans le courant du mois de mai à une date que nous vous communiquerons très prochainement. Nous souhaitons en effet prendre le temps d'un échange long entre nous, d'un échange de vues sur la problématique même suite aux auditions que nous avons vécues, ça serait bien qu'on puisse avoir cet échange libre entre nous, voir de quelle manière il faudrait peut-être orienter ou diriger notre mission telle que vous, vous le voyez, telle que vous, vous le souhaitez aussi.

Alors, mes chers collègues, pour faire un premier point sur nos travaux et connaître donc vos observations, j'en viens désormais à notre table ronde de ce jour. En votre nom, j'ai le plaisir de souhaiter la bienvenue au Sénat de :

- Nicolas BERNET, directeur de recherche de laboratoire de biotechnologie de l'environnement ;
- Sabine HOUOT, directrice de recherche à l'INRAE ;
- Marc DUFUMIER, agronome ;
- Philippe POINTEREAU, directeur du pôle environnement de Solagro ;

- Jean-Pierre JOUANY, ancien directeur de recherche à l'INRA ;
- Pierre AUROUSSEAU, professeur de sciences de l'environnement à Agrocampus Ouest.

La durée prévisionnelle de nos échanges de vues pourrait être environ de deux heures. Notre réunion est d'ores et déjà, vous le savez, captée et diffusée en direct sur le site internet du Sénat. Elle pourra ensuite être consultée en vidéo à la demande de chacun.

Voilà, je cède la parole à notre rapporteur Daniel SALMON et je demande à ceux qui sont ici présents physiquement du respect puisqu'on nous demande aussi le port du masque. Voilà, Daniel, tu as la parole.

Daniel SALMON, Sénateur d'Ille-et-Vilaine depuis 2020, membre du groupe Écologiste, Solidarité et Territoires, retraité de l'enseignement :

- Merci Pierre, merci Monsieur le président, mes chers collègues, mesdames et messieurs. En accord avec le président CUYPERS, je vous propose comme nous l'avons fait précédemment que nous organisions notre réunion d'aujourd'hui, comme l'a dit Pierre d'une durée de deux heures maximum en trois séquences. En résumé, trois tiers selon le schéma suivant :

- d'abord environ 40 minutes de libres avant-propos pour tous nos interlocuteurs ;

- ensuite environ 40 minutes là encore pour les réponses aux questions du président et du rapporteur ;

- et enfin 40 minutes pour les questions des autres sénateurs et sénatrices de façon à ce que chacun puisse s'exprimer.

Plus précisément et d'une manière générale, nous souhaiterions que nos échanges de vues s'articulent autant que possible autour des trois grands thèmes suivants :

- premièrement, puisque nous avons affaire à d'éminents agronomes : **que pensez-vous de la valeur agronomique du digestat ?** (je crois que sur votre questionnaire, c'était marqué "économique" mais c'est "agronomique" en premier lieu qui nous intéresse) ;

- deuxièmement : **quelle est votre opinion sur les conséquences des différents modes de méthanisation quant à l'évolution des sols ?**

- troisièmement : **que pensez-vous de l'impact des modes de méthanisation en termes de rotation des cultures et d'évolution des pratiques agricoles ?**

Je rebondirai librement sur vos propos mesdames et messieurs par un jeu de questions spontanées à l'instar du président CUYPERS et de mes collègues sénateurs qui se livreront eux aussi à ce dialogue dynamique.

Puisqu'il nous faut, pour des raisons pratiques, définir un ordre de passage, je propose que prennent successivement la parole M. Nicolas BERNET et Mme Sabine HOUOT, Marc DUFUMIER, M. Philippe POINTEREAU, M. Jean-Pierre JOUANY et M. Pierre AUROUSSEAU.

Le président CUYPERS et moi-même souhaiterions que la totalité de ces 5 propos introductifs ne dépassent pas 40 minutes afin de préserver un minimum d'interactivité à nos échanges. Pour ce faire, M. Nicolas BERNET et Mme pourront en quelque sorte se partager 10 minutes au total pour le compte de l'INRAE, puis nos quatre interlocuteurs suivants disposeraient de 7 minutes chacun.

J'ajoute que nous avons adressé à chacun de vous au préalable un questionnaire écrit et détaillé, nous vous serions reconnaissants bien entendu de bien vouloir nous le retourner d'ici une quinzaine de jours et en ayant complété les éléments que vous jugerez utiles. Vous avez



Daniel SALMON

Sénateur d'Ille-et-Vilaine.
Élu en 2020.

Membre du groupe
Écologiste, Solidarité et
Territoires.

Retraité de l'enseignement.

Photo : ©site du Sénat

[En savoir +](#)

bien vu, le questionnaire est très, très large, donc vous ne répondrez peut-être pas à toutes les questions mais celles qui concernent plus particulièrement votre partie.

Pour compléter notre information, à la suite de nos échanges, en vue de cet après-midi donc, nous regarderons bien attentivement, bien entendu, vos réponses écrites.

Donc, pour conclure ce bref propos introductif, permettez-moi d'attirer votre attention sur deux questions précises :

- en vos qualités respectives, quels sont les impacts du réchauffement climatique sur les cultures et les pratiques agricoles que vous pouvez noter dès aujourd'hui et comment les voyez-vous pour demain ?
- et qu'en est-il du bilan énergétique du processus de méthanisation ?

Deux questions annexes mais fort importantes. Et avec mes 21 collègues de la mission d'information, nous cherchons collectivement à établir un travail solide, étayé sur des éléments rationnels et scientifiques. Nous avons également pu mesurer dès nos premières auditions le défi de l'acceptabilité sociale. S'y ajoute une opposition que l'on peut nommer de "tranchée" entre les tenants d'une méthanisation espérée "comme idéale" et les opposants à une méthanisation perçue comme "cauchemardesque".

Donc, mesdames et messieurs, voici nos principales attentes : la rationalité et l'approche scientifique.



Partie B

[Retour sommaire](#)

LES 6 EXPERTS RÉPONDENT AUX QUESTIONS

- **Que pensez-vous de la valeur agronomique du digestat ?**
- **Quelle est votre opinion sur les conséquences des différents modes de méthanisation quant à l'évolution des sols ?**
- **Que pensez-vous de l'impact des modes de méthanisation en termes de rotation des cultures et d'évolution des pratiques agricoles ?**

Et avec l'autorisation du président CUYPERS, M. Nicolas BERNET et Mme Sabine HOUOT, nous vous donnons la parole pour un premier avant-propos conjoint de 10 minutes maximum.



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE au laboratoire de biotechnologie de l'environnement.
Photo : copie d'écran de l'audition du Sénat.

- **Nicolas BERNET**. Donc, déjà, je vous remercie de nous donner l'occasion de participer à cette table ronde. Je vais d'abord dire quelques mots sur l'INRAE qui en fait résulte de la fusion entre deux instituts de recherche que vous connaissiez précédemment sans doute, l'INRA et l'IRSTEA. Donc ces deux instituts ont fusionné en 2020 pour donner naissance à l'INRAE. Donc cette fusion a permis notamment de renforcer les forces sur la thématique de la méthanisation puisque à INRA comme à IRSTEA, il y avait des laboratoires qui travaillaient sur ce sujet. Et ça a permis donc de renforcer la recherche dans ce domaine. Et l'illustration, c'est le document INRAE 2030 qui donne les perspectives de recherche, les orientations scientifiques de l'institut à 10 ans et parmi ces 5 orientations scientifiques, il y en a une qui est intitulée :

"**Une bio-économie basée sur une utilisation sobre et circulaire des ressources**" dans laquelle cette méthanisation rentre pleinement, avec notamment des approches des problématiques sur les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore dans les écosystèmes terrestres et également une question sur le traitement et les usages des biomasses, coproduits, eaux usées et résidus organiques. Donc, on est complètement dans le sujet.

Je commencerai par vous parler de la partie plutôt amont, c'est-à-dire procédé et puis Sabine HOUOT vous parlera plutôt de son domaine qui est plus la valorisation agronomique des digestats.

Donc moi, je suis directeur d'un laboratoire qui travaille sur la méthanisation et plus généralement sur la valorisation des déchets, des résidus organiques : ce qu'on appelle bio-raffinerie environnementale. Donc la méthanisation est complètement intégrée à cette approche-là et l'idée, c'est de donner de la valeur à ce que l'on appelait auparavant des déchets et qu'on veut considérer aujourd'hui comme des ressources. Donc un exemple d'autre procédé sur lequel on travaille et qui pourrait également être intéressant dans l'avenir, c'est par exemple la fermentation de ces ressources pour produire non plus du méthane mais de l'hydrogène. C'est par exemple un sujet qui n'est pas aussi mur que la méthanisation mais sur lequel on travaille.

Alors, sur la méthanisation, il y a encore des sujets de recherche même si thématique est mature, notamment des questions sur l'amélioration des procédés puisque la méthanisation a beaucoup évolué depuis 25 ans. À l'époque, la méthanisation était principalement utilisée pour traiter les effluents agro-alimentaires, pour traiter les boues de stations d'épuration et puis

évidemment aujourd'hui, on est sur des questions de valorisation énergétiques, de conversion de biomasse pour faire de l'énergie, donc les procédés évoluent et les recherches évoluent également. Par exemple, on travaille sur un procédé qui est encore relativement peu appliqué qu'est **la méthanisation dite en voie sèche** ou voie solide, contrairement à la méthanisation la plus utilisée aujourd'hui qu'est la méthanisation dite en voie humide, c'est-à-dire en milieu liquide. L'intérêt de la méthanisation en voie sèche, c'est quand on doit méthaniser des biomasses en coproduits des effluents liquides, ça permet de méthaniser sans avoir à ajouter d'eau donc dans des conditions qui sont proches du compostage mais par contre, en condition anaérobie et en milieu fermé.

Et puis un sujet évidemment très important qui est à l'interface des procédés et de l'agronomie, c'est la question des digestats. Donc, jusqu'à présent, jusqu'à ces dernières années, on travaillait la méthanisation essentiellement pour valoriser les biomasses sous forme de biogaz. Mais aujourd'hui évidemment, la question des digestats a une importance très importante puisque, le digestat, c'est en fait le produit principal de la méthanisation. Si on raisonne en terme de masse, l'essentiel de ce qui rentre dans un méthaniseur ne ressort pas sous la forme de biogaz mais va ressortir sous la forme de digestat. Donc, il y a quelques années, on a recruté une chercheuse (*Julie JIMENEZ*) pour travailler sur cette thématique et faire le lien entre le procédé, le digestat et sa valorisation. Et donc on travaille sur le procédé et les intrants (ce qu'on va rentrer dans le méthaniseur) pour jouer sur la qualité de ce digestat. Il faut bien être conscient que le digestat, il va refléter la qualité de ce qu'on met dans le méthaniseur.

Et puis le dernier point préliminaire, c'est que vous savez que la méthanisation est une des trois voies, un des trois procédés qui sont destinés à produire du gaz vert en remplacement du gaz fossile. La méthanisation à l'horizon 2050 pourrait produire à peu près 30 % de ce gaz vert, les 70 % restants étant produits par **pyrogazéification** (*chauffage de déchets à plus de 1000 degrés en présence d'une faible quantité d'oxygène aboutissant à une conversion en gaz*), donc c'est un procédé thermochimique qui va utiliser plutôt des biomasses sèches comme le bois. Et puis la **méthanation** (*procédé industriel mettant en contact du dioxyde ou du monoxyde de carbone avec de l'hydrogène, conduisant à la production de méthane et d'eau*), le **power-to-gas** (*production d'hydrogène par électrolyse de l'eau, combinée ensuite à du CO₂, via le processus de méthanisation pour générer un méthane de synthèse*) qui vise à transformer l'hydrogène et le CO₂ en méthane. Donc on travaille également sur le couplage de ces procédés avec la méthanisation qui a une signification importante pour l'avenir.

Je vais passer la parole à Sabine sur les aspects digestat et valorisation agronomique.

- Merci Nicolas. Merci aussi de me proposer d'intervenir à cette table ronde pour présenter nos travaux sur la méthanisation. Donc moi, je suis **Sabine HOUOT**, directrice de recherche à INRAE dans l'UMR ECOSYS, et nous, on travaille, pas sur le procédé mais sur le fonctionnement des agrosystèmes en interaction avec leur environnement, environnement biotique (*là où il y a de la vie*) et abiotique (*sans présence de la vie*) en utilisant les leviers de l'agro-écologie pour optimiser le fonctionnement de ces agrosystèmes, pour maximiser les services rendus par les agrosystèmes et minimiser les impacts que peuvent être les émissions de gaz à effet de serre, la volatilisation d'ammoniac, la contamination des sols, etc. On a quatre grands thèmes d'étude, quatre grands thèmes structurants dont un est **le recyclage des biomasses en agriculture**, un 2^e thème qui porte sur **l'atténuation et l'adaptation au changement climatique** (donc via le stockage de carbone ou via la limitation des émissions de gaz à effet de serre), 3^e thème de notre unité, c'est **le flux et le devenir des contaminants dans l'environnement** (donc des contaminants qui peuvent être des contaminants gazeux mais aussi des contaminants chimiques dans l'environnement, comme on travaille beaucoup sur les pesticides, on travaille sur les résidus pharmaceutiques qui peuvent exister dans les biomasses recyclées) et puis 4^e thème d'étude, donc **la biodiversité et l'intérêt de la biodiversité pour œuvrer à la résilience des agrosystèmes**.



Sabine HOUOT, directrice de recherche à l'INRAE (UMR écosys).
Photo : copie d'écran de l'audition du Sénat.

Et depuis de très nombreuses années, on travaille sur le recyclage de biomasses en agriculture, comme l'a mentionné Nicolas, ça fait partie de l'économie circulaire, ça permet de boucler les cycles entre le fonctionnement entropique et l'agriculture, ça permet aussi de boucler les cycles dans l'agriculture elle-même avec le recyclage des effluents d'élevage.

Et donc depuis une dizaine d'années, on travaille sur les digestats pour lesquels l'intérêt est croissant depuis une dizaine d'années puisque avant, on s'intéressait surtout à la production de biogaz et maintenant, de plus en plus, on s'intéresse à l'intérêt des digestats et à la maîtrise des effets que peuvent avoir ces digestats dans l'environnement. Alors la méthanisation, elle est très largement développée, elle se développe très fortement dans le milieu agricole avec des intrants qui sont de nature diverse en agriculture elle-même et comme l'a dit Nicolas, un de nos principes dans les études des effets du recyclage de biomasse en agriculture, c'est de relier tout ce qu'on peut observer au sein d'un agrosystème, à ce qu'on apporte dans ces agrosystèmes, et à la qualité de ce qu'on apporte dans les agrosystèmes. Et pour ça, il est vraiment important de relier les caractéristiques des matières qu'on épand, donc ici, aujourd'hui, il s'agira de digestat, aux intrants en amont, à l'origine des produits. Donc ça veut dire d'où viennent ces matières qui sont recyclées et quel procédé est appliqué à ces matières avant leur recyclage, donc en particulier pour les digestats. On a énormément travaillé avec **Julie JIMENEZ** dont parlait Nicolas précédemment, on travaille avec les agriculteurs sur la qualification de leurs digestats, et pour ça, on a travaillé avec eux à faire le lien entre les intrants dans leur méthaniseur et leurs caractéristiques et donc, on a pu construire ce qu'on appelle une typologie de ces digestats pour ensuite bien relier l'intérêt agronomique des digestats avec les intrants dans les méthaniseurs. Et on voit bien le poids que peut avoir en particulier le type d'effluents d'élevage qui va rentrer dans le méthaniseur et la qualité du digestat qui va sortir du méthaniseur. Il y a non seulement les intrants qui sont importants mais il y a aussi les post-traitements à l'issue de la méthanisation, en particulier la séparation de phase : on va séparer la phase liquide quand il s'agit d'un procédé en voie humide, on sépare la phase liquide de la phase solide et donc on se retrouve avec deux produits issus du

méthaniseur. Donc ces produits, on a vu que, vous savez qu'au cours de la méthanisation, tout ce qui est matière organique est transformée en biogaz donc le carbone devient du biogaz et il reste une partie de ce carbone dans le digestat. Par contre, l'azote est transformé et minéralisé également au cours de la méthanisation et donc cet azote, il passe sous forme minérale et cet azote va être directement assimilable par les végétaux. Donc, au cours de la méthanisation, on a transformation d'une matière organique en un mélange qui va être très riche en éléments fertilisants directement assimilables par les végétaux, en particulier l'azote. Par ailleurs, la matière organique résiduelle va se stabiliser au cours de la méthanisation et donc on aura un second intérêt agronomique de la part du digestat, c'est de pouvoir contribuer à entretenir les stocks de matière organique dans les sols et donc l'apport de digestat peut aussi contribuer à entretenir la matière organique dans les sols. On a un double intérêt des digestats : un effet fertilisant direct associé à cet azote minéral présent en grande quantité et un intérêt amendant, entretien des stocks de matière organique dans les sols.

Alors, le problème, c'est que cet azote est sous forme ammoniacal. C'est un élément qui est très réactif, qui peut être très mobile, en particulier se volatiliser. Donc l'enjeu, c'est de ne pas perdre cet azote par volatilisation et de maintenir dans le sol pour que les cultures puissent effectivement valoriser cet azote. Donc il y a vraiment des conseils pour l'accompagnement des agriculteurs mais ils savent très bien qu'il faut travailler dans ce sens-là. Mais l'enjeu, c'est de bien recycler ces digestats sur les sols agricoles pour limiter le plus possible les risques de volatilisation. Donc pour ça, il y a des techniques d'enfouissement de ces digestats dans les sols, des techniques d'apport directement d'enfouissement qui permettent de vraiment garder et valoriser cet azote par les cultures. Donc ce double intérêt à retenir : valeur fertilisante, valeur amendante et ça, quels que soient les digestats. Donc ça, c'est le premier intérêt.

Un autre élément important, c'est que la méthanisation a commencé par se développer chez les agriculteurs qui étaient aussi éleveurs, qui avaient à leur disposition des effluents d'élevage, qui trouvaient un nouvel intérêt économique pour l'agriculture puisqu'ils produisaient du biogaz grâce à la méthanisation de leurs effluents d'élevage avant de les restituer au sol pour la fertilisation.

Maintenant, la méthanisation se développe aussi chez des agriculteurs qui n'ont pas d'élevage et qui vont valoriser dans leur méthaniseur des cultures intermédiaires à vocation énergétique. Donc là apparaît un grand type d'intrants qui se développe chez les agriculteurs méthaniseurs qui n'ont pas d'élevage, ce sont ces cultures intermédiaires. Vous savez sûrement qu'on n'a pas le droit d'utiliser les cultures principales dans les méthaniseurs, par contre, on peut utiliser ces cultures intermédiaires qu'on appelle "multiservice", puisque ce sont des cultures intermédiaires, donc déjà le fait qu'elles soient implantées entre deux cultures principales, ça va avoir tout l'intérêt des cultures intermédiaires, donc stocker l'azote minéral dans le sol sous forme de culture, valoriser cet azote minéral résiduel, ça va permettre d'introduire du carbone dans les sols via ces cultures intermédiaires et ça va permettre aussi de produire de la biomasse pour aller vers les méthaniseurs. Cette fois-ci, l'enjeu, c'est de bien maîtriser les pratiques culturales associées à ces cultures intermédiaires, bien assurer l'intérêt de ces cultures intermédiaires sans avoir des impacts qui pourraient être liés à l'intensification de ces cultures intermédiaires. Donc, les enjeux actuellement, c'est de bien maîtriser ces cultures intermédiaires pour garder leur intérêt en terme de production de biomasse pour aller vers les méthaniseurs tout en limitant les risques qui pourraient être associés à l'intensification de ces cultures et qui pourraient avoir des impacts sur le rendement des cultures principales.



Marc DUFUMIER

est agronome et enseignant-chercheur français, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution.

Photo : Wikipédia.

[En savoir +](#)

- **Marc DUFUMIER**, je suis agronome, je suis retraité depuis 10 ans, j'étais professeur à [AgroParisTech](#), je continue d'enseigner encore un petit peu et la chaire, ça s'appelait "Agriculture comparée", on étudie plutôt les systèmes de production plus que la valorisation de leurs produits.

Sur la question du méthane et du digestat, je regarde quand même depuis les dix dernières années, je lis un certain nombre de publications, y compris des collègues de l'INRAE, les analyses de cycle de vie, les évaluations qui sont faites et qui peuvent être faites en terme monétaire, on va dire en euro : un biogaz, ça peut être moins de gaz naturel importé et donc ça peut contribuer éventuellement au revenu national net. Ça peut être aussi en énergie, combien d'énergie, combien d'énergie fossile, donc ça peut être des calories et joules ou autres et des mesures énergétiques. Et ça peut être contribution au réchauffement climatique, équivalent carbone : **en quoi la méthanisation et l'utilisation des digestats contribuent à atténuer le réchauffement climatique ou au contraire**

éventuellement à l'accroître ?

Donc, trois types d'évaluations. Ce que j'observe dans les lectures que je fais souvent, c'est que les évaluations, on appelle ça souvent des analyses de cycle de vie par filière, c'est-à-dire qu'on regarde depuis très loin en amont : combien ça a coûté en monnaie, en énergie fossile ou en contribution réchauffement climatique jusque, le produit fini en aval et donc là, je pense, on parle méthane et digestat. Et on fait l'addition de tout ce que ça a coûté tout au long de la filière. Ma réflexion aujourd'hui, c'est que, souvent, on oublie les effets collatéraux, c'est-à-dire qu'ils résultent quand même de la filière dont on parle mais qui en agriculture peuvent avoir des effets sur d'autres filières. Imaginez une culture intermédiaire à valeur énergétique, plutôt légumineuse et autre, alors ça peut rendre des services écosystémiques donc ça, c'est le côté positif, qu'on peut évaluer mais l'autre question, c'est : à quoi auraient pu être utilisés ces engrais verts, on disait autrefois et au fond, est-ce qu'il n'y a pas un coût à les employer à faire du méthane et non pas l'enfouir comme un engrais vert ?

On me dit, le digestat contribue éventuellement à la matière, à la formation de matière organique - c'est très juste, il y a des éléments lignines qui restent dans la partie solide du digestat et qui peuvent contribuer à accroître la matière organique - mais il n'y en aurait-il pas eu plus de matière organique et n'aurait-on pas contribué davantage au taux d'humus dans les sols avec les produits en question ? Alors, ça peut être les cultures de valeur énergétique, j'entends plutôt... la réponse va être plutôt non. Et quand on utilise les pailles d'un effluent d'élevage, oui, le carbone des pailles contribuait lui considérablement à entretenir le taux de matière organique. Donc je pense qu'il nous faut, si vous voulez, moi mes éléments de réflexion, c'est un peu ça : c'est les coûts d'opportunité, coûts d'opportunité de terrain, ça fait partie de vos questions, hein, est-ce qu'on risquerait d'avoir un jour du méthane et du digestat faits avec des cultures principales ou même avec des cultures alimentaires, est-ce que ce ne serait pas un manque ? Mais c'est vrai pour le carbone, le coût d'opportunité du carbone, CO₂ et CH₄ du biogaz et pour l'azote, pareil. Une légumineuse d'un méteil (*c'est un mélange de céréales comme le blé, le seigle, l'avoine parfois avec des légumineuses comme le pois fourrager, la vesce, la féverole, etc.*) peut éventuellement contribuer à fertiliser le sol en azote y compris peut-être dans un premier temps par une voie organique, une redistribution qu'on apporte un peu plus lente que le digestat. Mais c'est un coût : **et ce que je regrette personnellement dans l'analyse**, mais peut-être que je lis mal les revues, hein, encore une fois, **c'est un peu cette absence de la**

prise en compte du coût d'opportunité des terrains, du carbone et de l'azote. On aura des réponses. Il faut quand même savoir que ce dont on parle depuis l'agriculture jusqu'aux processus de valorisation des produits et des coproduits, c'est la gestion d'un rapport carbone sur azote. Et évidemment, quand on mélange du carbone et de l'azote sous différentes formes, comment l'un et l'autre va se décomposer et est-ce que ça va permettre, aujourd'hui, c'est quand même très préoccupant par exemple en Bretagne, le taux d'humus des sols ? Autrefois, avec les prairies permanentes et tout, il y avait un taux d'humus considérable, vous savez, le ray-grass plutôt carboné et le trèfle blanc plutôt azoté, ce mélange contribuait à accroître le taux d'humus. Et aujourd'hui, alors ce n'est pas dans le méthane mais les modalités d'élevage aujourd'hui avec des tourteaux de soja importés et du maïs ensilage et puis la valorisation du coût des effluents éventuellement sous d'autres formes que réintégrer directement dans le sol, moi je ne retrouve pas – donc c'est des questions que je pose aux collègues plutôt – **je ne m'y retrouve pas, pour être très honnête, je ne m'y retrouve pas, je trouve qu'il y a beaucoup d'oublis.** Et quand je disais les effets collatéraux, j'élargis le sujet puis je m'arrêterai là : c'est qu'au fond on est en train de parler, quand on parle biogaz, d'énergie et tout nous vient de l'énergie solaire et la question qu'on peut s'interroger pour une nation comme la nation française, c'est le meilleur usage qu'on peut faire de cette énergie solaire, on peut faire du bois, on peut faire de l'énergie alimentaire, nous sommes bien d'accord, on peut faire des agro-carburants, de l'éthanol, on peut faire de l'agro-diésel, on peut faire du méthane, on est bien d'accord. Mais imaginez donc maintenant une prairie temporaire riche dans les plantes donc légumineuses, vous avez des plantes dont les microbes les aident à intercepter l'azote de l'air, à fabriquer les protéines et puis ensuite, ça va se redécomposer, eh bien, imaginez qu'on remette de l'élevage dans le bassin parisien – on va me dire ben oui, les bœufs vont émettre du méthane alors que le méthane, il n'est pas encore récupéré, on ne sait pas encore faire même si j'ai vu un prototype récupérer le rôt des vaches, on n'y est pas encore, je crois que ce n'est pas pour tout de suite - mais cette prairie temporaire, elle va fixer du carbone dans les sols, elle va donc servir à l'élevage, peut-être qu'une partie de cet azote, ça va être l'urine des vaches qui va servir à du digestat ultérieurement. Réponse : est-ce que cet azote n'aurait pas été plus utile à fertiliser la betterave qui viendra ensuite après dans la rotation. Et donc, en fait, c'est les rotations de culture, c'est les assolements qu'il nous faut aujourd'hui juger : quelles sont les rotations de culture, quelles sont les assolements dans l'espace, la répartition territoriale des différentes cultures, je pense que c'est à cette échelle-là qu'on peut savoir effectivement quel est le meilleur usage qu'on peut faire de l'énergie solaire en France, entre du bois, de l'énergie alimentaire, et moi je vous dis tout de suite aujourd'hui, ma thèse et là, pareil, je ne sais pas si l'INRAE va répondre mais il y a dix ans, c'était inaudible : je pense que retrouver notre souveraineté protéinique, fabriquer en France, des protéines françaises, avec des légumineuses françaises sur le territoire français pour nourrir des animaux français et non pas du tourteau de soja importé... et du coup, avec une betterave qui sera éventuellement fertilisée avec de l'azote dans la rotation et non pas avec des engrais azotés de synthèse très coûteux en énergie fossile, là c'est les coûts d'opportunité, bien écoutez, je pense que c'est le premier usage et qu'avant même le méthane, qu'avant même l'agro-diésel, qu'avant même l'éthanol, **le plus urgent en terme de souveraineté énergétique de la France pour être moins dépendant des énergies fossiles et importés de l'étranger, c'est de réintégrer les légumineuses dans nos rotations à échelle de 1,8 million d'ha.** Voilà, j'en resterai là : c'est plus une ouverture du débat que...

- **Philippe POINTEREAU**, je vous remercie pour cette invitation. Comme ça a été dit, moi je suis agronome, cofondateur de l'association Solagro depuis 1981 et ça fait 40 ans que je m'intéresse aux énergies renouvelables et notamment au méthane. J'ai été aussi 17 ans administrateur à France Nature Environnement, c'est vous dire l'intérêt que je porte aux questions environnementales. D'ailleurs, ma dernière intervention au Sénat remonte à 35 ans sur les questions de forêt dont j'avais la charge à FNE.



Philippe POINTEREAU

Agronome, spécialiste de l'agro-écologie, directeur du pôle agro-environnement du bureau d'études associatif Solagro et co-auteur du rapport Afterres2050.

Photo : copie d'écran de l'audition du Sénat.

[En savoir +](#)

Pour vous situer un petit peu ma vision du méthane, c'est à la fois la vision que j'ai de la méthanisation que j'ai pu voir en Chine et à la fois, un agriculteur qui s'appelait Maurice FRANÇOIS qui habitait en face de la centrale de Creys-Malville, le fameux surgénérateur qui n'a jamais fonctionné, qui nous a coûté beaucoup d'argent et qui avait, pour montrer qu'on pouvait faire autre chose que du nucléaire, avait installé une station biogaz. Donc nous, clairement à Solagro, on situe la méthanisation dans une stratégie à long terme de sortie des énergies fossiles et de sortie du nucléaire d'ici 2050, voilà. Comme ça n'a pas tellement été dit jusqu'à maintenant, c'est en tout cas, nous, notre vision importante et la méthanisation pour nous, ça n'est pas la ferme des 1 000 vaches, bien au contraire.

Notre vision aussi, c'est une vision globale et de transition agro-écologique, donc ça veut dire aussi une sortie pour nous des pesticides le plus rapidement possible et d'aller vers une agriculture à bas niveau d'intrants et biologique, qui s'adapte aux changements climatiques, qui restaure la biodiversité. Donc ça, c'est notre modèle, notre scénario qui s'appelle [Afterres2050](#), qui est couplé au scénario [négaWatt](#) dans lequel on a à la fois une transition alimentaire pour aller vers un régime plus végétal et plus biologique, une réduction des cheptels de 30 à 50 % pour atteindre l'objectif de réduction par rapport notamment des gaz à effet de serre en agriculture et donc de diminuer notamment les élevages les plus intensifs. Donc, c'est vraiment une approche globale et systémique aux recherches, donc ce n'est pas le biogaz pour le biogaz, c'est le biogaz inséré dans une stratégie globale à la fois de transition énergétique, de transition nutritionnelle et de transition agro-écologique. Ce qu'on recherche, c'est des solutions à bénéfices multiples et là-dedans, on pense que le biogaz a totalement sa place.

Notre modèle à nous, c'est la méthanisation collective, ce qui n'empêche pas la méthanisation individuelle, mais une méthanisation collective : on prévoit à peu près 9 000 méthaniseurs, ça veut dire en gros un méthaniseur pour trois ou quatre communes en France qui permettraient donc de mieux gérer tous les coproduits de l'agriculture, donc à la fois toutes les déjections d'élevage sachant qu'il y aura moins d'élevage, l'élevage qui notamment pour les ruminants utilise beaucoup plus les pâturages, donc il y aura en plus moins de déjections dans les étables, mais c'est aussi, comme ça a été dit, de diversifier les rotations, de couvrir les sols et en cela, la méthanisation, ce qui est intéressant, c'est l'appui qu'elle peut apporter à la généralisation des CIVE et des couverts ; sachant, comme vous le savez, normalement dans la directive nitrate, ces couverts devraient être obligatoires dans toutes les zones vulnérables depuis longtemps. Malheureusement, il y a plein de dérogations, ce qui implique aussi qu'on va rentrer bientôt dans le 7^e plan de la [directive nitrate](#), c'est-à-dire qu'on est toujours dans l'incapacité de bien gérer l'azote. Donc pour nous aussi, c'est une meilleure gestion de la matière organique, voire d'essayer de recycler une partie de la matière organique qui est sortie de l'agriculture, dans l'agriculture, avec notamment tout ce qui peut être les déchets organiques. C'est aussi de mieux gérer collectivement l'épandage des digestats. Et ça, le collectif permet

aussi de compenser éventuellement des fermes qui auraient plus besoin d'azote et d'autres qui en auraient trop.

Pour nous aussi, c'est une solution sur laquelle on travaille avec des syndicats d'eau potable, notamment, on travaille actuellement avec le syndicat d'eau potable de Charente-Maritime. Aujourd'hui, il y a plusieurs projets où la méthanisation peut être une des solutions, une des réponses aux problèmes rencontrés de pollution par les nitrates et les pesticides et je citerai pour ça le gros projet qu'il y a sur Évian et qui fonctionne et qui est en construction sur Cholet et qui vise à améliorer la qualité des eaux. Et puis un projet collectif, ça permet d'intégrer les petites exploitations, que la méthanisation ne soit pas réservée uniquement aux grosses installations. Et donc, ça doit permettre de gérer la sur-fertilisation et ce qu'on a montré dans le programme Casdar qui s'appelait MéthaLAE, c'est qu'en fait, les résultats sur un suivi d'une quarantaine d'exploitations, c'était en fait une économie de 20 % d'azote et une diminution des surplus azotés.

La méthanisation collective permet aussi de partager les compétences techniques puisque bien entendu, je ne dirais pas que faire du biogaz, c'est comme faire du beurre, m'enfin, il faut gérer la fermentation, gérer un certain nombre de machines et donc, ça nécessite beaucoup de compétences techniques, voilà.

Donc les atouts pour nous, ils sont nombreux, donc à la fois les couverts qui vont protéger les sols, éviter la perte de phosphore, mieux gérer l'azote mais ça a été dit, ça veut dire aussi bien épandre les digestats, c'est-à-dire les enfouir pour éviter toutes pertes d'azote et donc, comme l'a dit Marc DUFUMIER, l'objectif pour nous, c'est bien de largement développer les légumineuses mais la méthanisation, vous le savez tous, ne détruit pas l'azote, au contraire la stocke et permet de la réutiliser comme fertilisant.

Et puis, ça peut être aussi une source de diversification des exploitations agricoles, de création de revenus. Quand vous savez aujourd'hui qu'on perd à peu près 9 000 exploitations par an, ce n'est pas du tout tenable, on va devoir faire face à un renouvellement important des exploitations agricoles et pour nous, le développement des énergies renouvelables dans l'agriculture tout comme d'autres formes de valorisation comme la transformation des produits de qualité peut permettre de créer beaucoup d'emplois et on estime que la filière biogaz pourrait créer à terme 50 000 emplois.

Et enfin, sur la question des cultures dédiées, donc c'est vrai que, comme vous le savez, il est autorisé aujourd'hui d'utiliser 15 % du tonnage mais nous, dans notre scénario, notre objectif n'est pas du tout d'utiliser des cultures dédiées pour la méthanisation. L'objectif, c'est bien d'utiliser à la fois toutes les déjections, tous les coproduits ou les sous-produits de l'agriculture, notamment les déjections et surtout les couverts, les cultures dédiées pourraient être là pour un pourcentage minime pour éventuellement avoir des stocks et c'est vrai que nous, on imagine avec l'impact du réchauffement climatique que dans les exploitations d'élevage, il faudrait assurer des stocks importants pour des années de sécheresse, des années où au contraire, on a une forte production d'herbe, on pourrait l'utiliser pour la méthanisation. Voilà pourquoi nous, depuis 40 ans, on est sur ce sujet-là qui progresse heureusement un peu rapidement, pendant 30 ans, on n'a pas beaucoup bougé, avec un objectif qui est vraiment de tenir à la fois l'objectif des accords de Paris, de sortir rapidement des énergies fossiles et de rester sous la barre des 1,5 °C. Donc là, on a un enjeu considérable vu les émissions et la consommation d'énergies fossiles actuelles.

Pour nous aussi, c'est la sortie du nucléaire qui est aussi un désastre dans certains pays comme le Japon ou l'Ukraine et où on ne voit pas trop de solutions à long terme, alors que là, on peut

avoir une énergie parfaitement renouvelable qui, couplée aux autres énergies comme le photovoltaïque, l'éolien, pourrait nous mener vers un scénario totalement renouvelable avec pour nous l'utilisation du biogaz qui sera avant tout tourné vers les carburants, notamment d'utiliser le **bioGNV** pour faire rouler des bus et des camions. Avec aussi l'atout du biométhane qui est qu'on peut le stocker facilement, on est en capacité de stocker une année de production aujourd'hui dans le stockage souterrain.

Voilà en résumé l'intérêt que nous, nous portons au biogaz et à la méthanisation en France dans un concept agro-écologique.



Jean-Pierre JOUANY

Ingénieur-chimiste de formation, maître de sciences-physique, titulaire d'une thèse d'État en biologie, chercheur à l'INRA pendant 40 ans, ancien directeur de recherche, retraité depuis 2008.

Photo : copie d'écran de l'audition du Sénat.

- **Jean Pierre JOUANY**, bonjour à chacun et chacune d'entre vous. Je remercie la mission de m'avoir invité pour cette table ronde qui sera certainement très intéressante.

Alors, j'ai un profil qui sort tout à fait de celui qui a été présenté par mes collègues précédemment : je ne suis pas agronome du tout, donc il y a un secteur dans lequel j'apporterai peu de choses, rien, c'est sur les aspects digestats et des sols.

Je suis ingénieur chimiste de formation et maître de sciences-physique, je suis titulaire d'une thèse d'État en biologie. J'ai fait toute ma carrière de chercheur à l'INRA de 1968 à 2008, date à laquelle je suis parti à la retraite. Je veux préciser tout de suite, avant toute discussion que je n'ai aucun conflit d'intérêt avec le sujet d'actualité qui est traité aujourd'hui, à savoir donc la méthanisation.

Donc, pourquoi je me suis intéressé à la méthanisation une fois à la retraite ?

L'essentiel de mon activité de recherche à l'INRA a porté sur l'étude des fermentations digestives chez les ruminants. Et vous le savez parce que vous l'entendez très souvent dans les médias : les vaches polluent parce qu'elles émettent du méthane. Donc j'ai beaucoup travaillé sur la production de méthane chez les ruminants, avec l'objectif qui m'était assigné à l'époque par l'INRA, c'était de réduire cette production de méthane qui était considérée comme une perte pour le rendement énergétique des animaux. Et au cours de ce travail, j'ai réalisé des mini-fermenteurs qui simulaient le fonctionnement du rumen des vaches, dans lesquels on pouvait faire des bilans précis, des quantités de carbone, des quantités d'azote qui entraient dans le système et qui en sortaient. Donc on a établi des équations de fermentation, des équations quantitatives avec telles quantités de matières organiques qui rentraient dans le système rumen, telles quantités en sortaient sous forme de gaz, sous forme de gaz d'acides gras volatils et de protéines microbiennes, etc. Ces outils étaient vraiment très intéressants.

Une fois à la retraite, je me suis posé la question de savoir ce que j'allais faire et la méthanisation m'a tout de suite intéressé. Et donc, je travaille à titre personnel et seul sur la méthanisation. Et puis à force de discuter cet aspect, j'ai rencontré d'autres collègues qui se trouvaient dans des situations similaires aux miennes et on est **un petit groupe informel** qui travaille ce sujet.

Moi, ce qui m'intéresse vraiment, avec le recul que j'ai - je n'ai aucune implication, il n'y a personne qui me dit ce que j'ai le droit de dire et de ne pas dire, donc je suis tout à fait libre - et donc **je me pose un certain nombre de questions et en particulier sur les allégations qui sont avancées par les promoteurs de la méthanisation***.

Alors, avec ce que je viens d'entendre dans la bouche de mes collègues, je vais être le vilain petit canard parce que vraisemblablement, je vais contrarier pas mal d'entre eux.

Je m'explique : produire de l'énergie, parce que c'est l'objectif, les offres, c'est de produire du méthane à partir de déchets, moi qui suis chimiste et physicien, je considère que c'est une gageure parce que, on peut difficilement produire de l'énergie à partir des produits dont l'énergie interne est très faible. Un déchet, c'est quelque chose qui, par définition, n'a pas d'utilisation, n'a pas d'autres utilisations, c'est un résidu qui souvent effectivement a une énergie interne faible. Et pour produire du méthane, il y a deux conditions essentielles à mon avis, c'est **qu'il y ait beaucoup de carbone**. Le carbone, c'est la charpente du méthane et

que ce carbone soit facilement accessible, facilement utilisable par les micro-organismes, par les archées (*micro-organismes unicellulaires sans noyau*) qui utilisent ce carbone pour fabriquer du méthane.

Ces deux critères dans le lisier par exemple d'animaux, l'essentiel du carbone qui était utilisable, il a été digéré dans le tractus digestif des animaux, donc ce qui ressort des lisiers, ce n'est pas du carbone réellement disponible par les micro-organismes. Et on voit bien, quand on regarde le poids méthanogène, le lisier de porc, c'est 4 m³ par tonne de matière et l'ensilage de maïs, c'est 200 m³ au moins par tonne ! Donc on voit bien, il y a une différence entre un intrant riche en carbone et en énergie par rapport à un déchet.

L'autre chose qui m'intéresse moi, **ce sont les émissions de gaz à effet de serre**. Je vois souvent dans les atouts que l'on attribue à la méthanisation le fait qu'elle réduit les émissions de gaz à effet de serre. Heu, ça... Nous avons fait des calculs relativement précis sur ce sujet et on pourra en discuter ultérieurement si vous voulez, je ne vais pas vous abreuver de chiffres, mais c'est une allégation qui est fortement discutable. Puisque déjà, si on regarde que l'étape de la combustion du biogaz par rapport à la combustion du gaz naturel, étant donné que le biogaz en plus du méthane comprend 40 % de CO₂ que le gaz naturel n'a pas, déjà quand on fait ce bilan, déjà le biogaz est nettement défavorisé par rapport au gaz naturel. Et si vous ajoutez à ce bilan toutes les étapes de cultures, de cultures dédiées, de collecte, de transport, de stockage, etc, d'introduction dans des digesteurs, le coût énergétique du fonctionnement des digesteurs, la collecte des gaz, le traitement des gaz, l'odorisation des gaz, la compression des gaz, la cogénération... tout ça, ça a un coût énergétique très important et quand vous faites la somme de tout ça, c'est plus intéressant d'utiliser du gaz naturel que du biogaz.

Alors, soutenir également - alors ça, c'est un point important - **soutenir que le biogaz, la méthanisation est une source d'énergie renouvelable**, renouvelable dans mon esprit, ça signifie inépuisable à l'échelle humaine. Ça ne correspond pas tout à fait à la réalité à cause de cette compétition qui existe pour l'utilisation des terres et pour le temps des agriculteurs entre produire des aliments pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale et produire des cultures pour la méthanisation. Donc il y a une compétition entre les deux et j'espère que la sagesse voudrait que cette concurrence privilégie la mission première de l'agriculture qui est de nourrir la population. Et cela devrait se faire normalement aux dépens des cultures dédiées à la méthanisation. Donc le jour où il y aura vraiment une concurrence très sévère entre les deux, normalement, c'est la production d'alimentation pour l'homme qui l'emportera sur la production d'énergie. Donc ce n'est pas vraiment durable.

La neutralité carbone du biométhane, également, c'est quelque chose qui m'intéresse beaucoup. Alors, je voudrais ici citer une publication qui a été faite en 2019 par **FRIEDLINGSTEIN** auquel étaient associés 80 auteurs internationaux qui montre – alors je voudrais bien que la mission retienne, ces chiffres très importants – que lorsqu'on émet 100 unités de CO₂ dans l'atmosphère (donc imaginons que ce CO₂ provienne de la combustion du biométhane et puis du CO₂ qui se trouve également dans le biogaz), il y a 45 unités qui restent définitivement dans l'atmosphère, elles ne reviennent jamais sur la terre. Et sur ces 100 unités qui ont été émises dans l'atmosphère, il y en a 30 à peu près qui reviennent sur la terre et sur ces 30 qui reviennent sur la terre, il y en a 1/5 qui est fixé par la biomasse, donc ça fait à peu près 6 %. Donc sur 100 CO₂ qui sont envoyés dans l'atmosphère, il y en a seulement 6 % qui est recyclée via la croissance végétale par la photosynthèse. Donc ce n'est pas vraiment quelque chose qui est neutre sur le plan du carbone. La neutralité signifierait qu'il y a autant de CO₂ fixé par la biomasse végétale qu'il y a de CO₂ envoyé dans le ciel par le processus de méthanisation.

L'autre chose, **le taux de retour énergétique** - on va avoir le temps d'en rediscuter après - le taux de retour énergétique : alors, je n'ai pas trouvé de valeur et je n'ai pas pu le calculer parce que c'est trop complexe. Le taux de retour énergétique, je me suis appuyé sur celui qui existe pour les biocarburants. La comparaison a été faite par monsieur POINTEREAU, mais c'est vrai qu'il y a beaucoup de similitudes entre le biogaz et le biocarburant. On a un taux de retour énergétique, il est de l'ordre pour les biocarburants de 0,8 à 1,8. Ça signifie que pour produire 100 énergies, il faut dépenser presque 100 énergies. Ça veut dire que le bilan énergétique, il est quasiment nul ! L'énergie qu'on dépense pour produire cette énergie, c'est une énergie fossile.

Donc, il y a vraiment des questions très, très importantes qui doivent se poser. Mais le dernier point qui me préoccupe beaucoup, **c'est l'intérêt des agriculteurs** dans cette affaire.

La technicité des installations : j'ai une petite idée de la complexité biologique, l'anaérobiose, les archées sont des micro-organismes relativement fragiles et puis la biotechnologie qui est mise en place avec tous les systèmes de capteurs...

Je ne pense pas que c'est quelque chose qui soit facilement utilisable par les agriculteurs. Je pense que, malheureusement, dans ces gros méthaniseurs destinés à produire de l'énergie, ce sont les énergéticiens et les biotechnologues qui auront la main. Les agriculteurs seront des fournisseurs de matières premières pour alimenter ces méthaniseurs. Et je vois même ces énergéticiens et ces biotechnologues essayer d'acquérir les terres pour maîtriser toute la chaîne qui ira du champ jusqu'au méthane qui sera livré au consommateur. Donc ne je vois pas l'intérêt de l'agriculteur dans cette affaire et je crains même qu'il perde beaucoup dans cette affaire.

** Il remet ainsi en cause les affirmations de Mme Catherine LEBOUL-PROUST, directrice de la stratégie de GRDF qui lors de l'audition du 17 mars dernier devant ces mêmes sénateurs déclarait :
« Ces points de convergence concernent, tout d'abord, les évaluations de l'impact de la méthanisation en matière de décarbonisation. Plusieurs études ont été réalisées en analyse « cycle de vie », et la dernière, menée selon une méthode validée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), établit une valeur CO₂ de la méthanisation à 44 grammes. Cela en fait un vecteur efficace et immédiat pour décarboner les usages de chauffage par gaz fossile. Cette évaluation a été « étalonnée » selon différentes méthodologies françaises et européennes : les rapports sont accessibles et des experts peuvent venir vous les présenter. »*

- **Pierre AUROUSSEAU**, donc moi, je suis professeur honoraire de sciences de l'environnement et j'ai été président du conseil scientifique de l'environnement de Bretagne pendant 12 ans, confronté principalement au problème de qualité des eaux et de ses conséquences sur les eaux douces et les eaux marines côtières.



Pierre AUROUSSEAU

Professeur honoraire de sciences de l'environnement, ex-président du Conseil scientifique de l'environnement en Bretagne pendant 12ans (CSEB).
Photo : copie d'écran de l'audition du Sénat.

[En savoir +](#)

Donc je ne suis pas tombé dans la méthanisation étant petit, je suis arrivé sur ce sujet parce que effectivement, dans le cadre du plan de lutte contre les marées vertes en Bretagne, l'idée d'utiliser la méthanisation pour lutter contre les marées vertes a été avancée. Et c'est à ce moment-là que je me suis intéressé d'un peu plus près à cette technique de méthanisation. D'abord pour voir si concrètement, c'était une solution à la réduction de la pollution des eaux en Bretagne par les nitrates et je suis arrivé à la conclusion que ce n'était une solution pour régler ce problème et que ce n'était pas non plus une solution au problème des marées vertes.

Alors effectivement, dans le questionnaire que vous nous avez adressé, vous posez explicitement cette question concernant le traitement des algues vertes.

Est-ce que les algues vertes peuvent être traitées par méthanisation ?

Alors, c'est très difficile de traiter les algues vertes par méthanisation ; on peut mettre des algues vertes en petite quantité dans un méthaniseur, mais au-delà des petites quantités, ce n'est pas une solution qu'il faut retenir, alors pour plusieurs raisons :

- la 1^{ère} raison, c'est que les algues vertes sont ramassées souvent avec de grandes quantités de sable ;

- 2^e raison, c'est qu'elles sont chargées de chlorure de sodium, de sel et que pour bien faire, il faudrait qu'elles soient rincées avant d'être introduites dans un méthaniseur ;

- et la 3^e raison, comme vous le savez, les algues vertes sont riches en azote d'une part et sont surtout riches en soufre. Parce que comme tous les organismes vivant en mer, la mer comme vous le savez, l'océan, c'est la zone de concentration, non seulement du chlorure et du sodium à la surface de la terre mais c'est aussi la zone de concentration du soufre sous forme de sulfate. La mer et les océans sont les endroits du monde où il y a les concentrations les plus élevées en soufre à cause du sulfate qui s'est concentré dans la mer au fil des temps géologiques, et en conséquence, les algues vertes sont très riches en soufre. Et quand elles se décomposent en anaérobie, ce qui se produit dans un méthaniseur mais ce qui se produit aussi quand elles sont en tas épais sur les plages, eh bien, ce soufre se transforme en sulfure d'hydrogène (ou H_2S , le fameux gaz à l'odeur nauséabonde d'œuf pourri). Le sulfure d'hydrogène est toxique pour tous les êtres vivants, il est toxique pour les humains, il est toxique pour tous les mammifères mais il est aussi toxique pour les bactéries méthanisantes. Ce qui fait que quand il y a beaucoup de sulfure d'hydrogène qui est produit dans un méthaniseur, il y a ce qu'on appelle un effet dépressif. Cet effet dépressif est très important concernant le sulfure d'hydrogène, il est d'un facteur de 20 à 25 selon la concentration en sulfure d'hydrogène, il y a aussi un effet dépressif qui est dû à l'ammoniac, qui est dû à la réduction de l'azote dans les méthaniseurs, et donc l'effet combiné de l'ammoniac et du sulfure d'hydrogène peut conduire à un effet dépressif très important. Il y a des expérimentations qui ont montré que l'effet dépressif combiné pouvait atteindre un facteur 50. Donc pour toutes ces raisons, si vous voulez, la méthanisation des algues vertes n'est pas une solution, on peut en mettre en petite quantité bien sûr, disons quelques pourcents, 5 % peut-être, d'ailleurs, c'est une technique qui ne se développe pas.

Donc évidemment, j'ai commencé à répondre au questionnaire que vous nous avez adressé, j'ai répondu en ces termes approximativement.

Je suis membre du Collectif National Scientifique Méthanisation (CSNM) depuis maintenant plus de deux ans. Je suis un des auteurs, un des deux principaux auteurs des **fiches du CSNM**, donc je crois qu'il y a à l'heure actuelle 11 fiches (*9 en fait*) qui sont accessibles sur internet, qui sont mises en formes, qui sont accessibles sur internet depuis un certain temps (*l'autre auteur est Daniel CHATEIGNER*). Il y en a un certain nombre d'autres qui ne sont pas encore mises en forme mais je les ai transmises au président, à M. SALMON, en tout cas son attaché parlementaire sous forme papier et sous forme numérique. Celles qui ne sont pas mises en ligne sur internet abordent des sujets évidemment complémentaires, en particulier le sujet dont vous venez de discuter qui est la concurrence pour les terres et pour les fourrages entre l'agriculture alimentaire et la méthanisation.

Voilà ce que je peux dire pour faire court.

Partie C

[Retour sommaire](#)

Questions des sénateurs. Avec les Sénateurs Daniel SALMON, rapporteur de la mission, Thierry COZIC et Jean BACCI.



Daniel SALMON
Sénateur d'Ille-et-Vilaine et
rapporteur de la mission.

- **Daniel SALMON.** Merci monsieur le président. Merci déjà pour vos explications, vos apports.

Position : 17 h 26 ou à la 55

Sur cette audition, j'aimerais bien tirer au clair quand même des questions, il y a des choses qui nous animent depuis un moment, vous y avez déjà partiellement répondu mais il y a vraiment débat sur la **valeur agronomique des digestats** puisqu'on entend vraiment tout et son contraire. Certains nous disent qu'il n'y a pas de problèmes pour le rapport azote/carbone, que ça fonctionne très bien, que les sols se portent bien. On entend exactement le contraire ! Donc on a du mal à se faire une idée vraiment sur le sujet : quels sont vraiment les apports ?

Même chose, vous avez parlé un peu de l'azote qui est sous forme ammoniacale : **quelle est la part qui reste vraiment dans le**

sol ? Ça c'est une question.

Donc voilà : des externalités positives et négatives du digestat sont en questions.

Vous avez déjà abordé également la question un petit peu de **l'opportunité de la méthanisation** et de **l'occupation des sols** : est-ce que vraiment, cette méthanisation, c'est l'utilisation optimale du sol ? Après, je sais bien que c'est l'utilisation suivant l'instant, le moment où on se place n'est pas forcément la même donc c'est plutôt aujourd'hui et on peut se projeter quand même à l'échelle humaine dans les 10-20 ans à venir : quelle est vraiment la meilleure utilisation, est-ce que la méthanisation est bien celle-là ?

Avec ce qui a déjà été évoqué, la question de **l'apport net en énergie**. Là aussi, les avis divergent entre voilà, en comptabilisant l'énergie nécessaire à tous les intrants, à toutes les cultures, et l'énergie que l'on récupère en bout de course : quel est le bénéfice net ? Parce que c'est quand même ça dans notre stratégie nationale bas carbone qui est intéressant.

Autre question et ce sera la dernière pour moi parce que je pense qu'on va surtout s'attacher avec ces quelques sujets : la question **des CIVE***. Ça aussi, c'est une question assez importante puisqu'on voit bien que l'effet méthanogène du lisier est très faible, donc on va incorporer des **cultures dédiées** (*cultures alimentaires ou énergétiques, cultivées à titre de culture principale comme le maïs*) à hauteur de 15 % au maximum, mais également des CIVE, voilà. Les CIVE, elles ont un rôle, on en a déjà parlé et monsieur DUFUMIER nous en a parlé : est-ce que le fait de mettre des CIVE pour aller dans le méthaniseur, est-ce que ça va aussi avec le rôle des CIVE qui était, surtout en Bretagne, le rôle des CIVE était de couvrir le sol, d'éviter l'érosion du sol et surtout de capter l'azote du sol, enfin capter l'azote : éviter que l'azote ne ruisselle jusqu'à la mer ? Donc voilà, ça c'est vraiment une question, je veux dire qui est un peu plus bretonne mais qui nous semble très, très intéressante. Donc voilà, les CIVE, d'ailleurs, est-ce que la méthanisation ne va pas entraîner une certaine dérive des CIVE avec la nécessité de les intensifier ? Voilà, ça c'est une question et puis leurs apports dans les rotations agricoles : est-

ce qu'on ne va pas venir percuter un certain rythme de rotation ? Voilà pour mes questions. Merci.

Le mot **CIVE veut dire **C**ulture **I**ntermédiaire à **V**ocation **E**nergétique.*

***Définition donnée par Solagro** : appelées aussi « couverts végétaux », les cultures intermédiaires sont des cultures implantées entre deux cultures principales. Elles ne rentrent pas en compétition avec les cultures dites alimentaires qu'il s'agisse de l'alimentation des humains ou des cheptels.*



M. Thierry COZIC, Sénateur de la Sarthe, membre du groupe Socialiste, Écologiste et Républicain, Cadre territorial à la ville du Mans (photo : ©site du Sénat) :

Position : 18 h 08 ou à la 97

Simplement pour rebondir sur les propos d'un des interlocuteurs tout à l'heure, je n'ai pas noté le nom, qui disait qu'aujourd'hui, il fallait envisager une taille minimale d'un méthaniseur. Il m'a semblé comprendre que vous parliez de 3-4 communes : est-ce qu'il y a des modèles qui permettent aussi de se projeter sur une taille minimum sur un méthaniseur ?

Et la 2^e question, elle serait plutôt liée : également le même interlocuteur a plutôt émis l'hypothèse que le métier lié à la méthanisation était plutôt un métier de spécialistes si j'ai bien compris, plutôt porté par des énergéticiens, je crois que c'est le terme adéquat et savoir si aujourd'hui pour un agriculteur, le fait de mettre de la méthanisation, ce n'est pas un nouveau modèle dans lequel il doit s'inscrire et la question qui est sous-jacente, c'est aussi la suite : que vont devenir demain les méthaniseurs notamment dans les exploitations agricoles quand il s'agira de transmettre les exploitations ? Voilà, 3 sujets sur lesquels si je pouvais avoir quelques éléments de réponse, la taille critique ou minimale, la transmission des exploitations, et est-ce que ce n'est pas un nouveau métier en fait ?

Jean BACCI, Sénateur du Var, membre du groupe Les Républicains, retraité. (photo : ©site du Sénat) :

Position : 18 h 20 ou à la 109

J'aurais aimé avoir un complément par rapport à la réponse qui a été faite à mon collègue. On a dit que pour envisager un méthaniseur, il fallait à minima 50 000 tonnes de matières. Et puis j'ai entendu parler qu'il fallait que les collectivités peut-être se mobilisent. J'aimerais savoir, un méthaniseur de ce type, qu'est-ce qu'il coûte ?



Daniel SALMON, Sénateur et rapporteur de la mission :

Oui, c'est ma petite question favorite parce que la mission d'information, son objectif est bien de nous éclairer sur, on dit "LA" méthanisation, mais sur "LES" méthanisations parce qu'on le sait bien parce que monsieur le président nous le rappelait tout à l'heure, il y a plusieurs types de méthanisation, déjà de base avec la méthanisation des boues d'épuration, des bio-déchets ménagers et puis la méthanisation qu'on dit agricole. Mais même dans la méthanisation agricole, effectivement, suivant les régions, on a des choses très différentes. Alors, notre recherche de la méthanisation qui serait idéale est toujours là, c'est-à-dire :

Pouvez-vous nous indiquer quelle serait cette méthanisation qui aurait très peu d'externalités négatives et quels sont les écueils à éviter pour que, eh bien, qu'on se trouve du côté des externalités négatives qui soient supérieures ?

Et en corollaire, quelle est la méthanisation qui pour vous a une acceptabilité sociale la plus forte ?

Voilà, donc, vous avez bien compris mes questions méthanisation : laquelle est la plus acceptable ?

Partie D

LES 22 QUESTIONS

[Retour sommaire](#)

1 - Où en est la recherche sur les procédés de la méthanisation ?



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE de laboratoire de biotechnologie de l'environnement :

Position : 16 h 42 ou à la 11' pendant l'introduction

Alors, sur la méthanisation, il y a encore des sujets de recherche même si thématique est mature, notamment des questions sur l'amélioration des procédés puisque la méthanisation a beaucoup évolué depuis 25 ans. À l'époque, la méthanisation était principalement utilisée pour traiter les effluents agro-alimentaires, pour traiter les boues de stations d'épuration et puis évidemment aujourd'hui, on est sur des questions de valorisation énergétiques, de conversion de biomasse pour faire de l'énergie, donc les procédés évoluent et les recherches évoluent également. Par exemple, on travaille sur un procédé qui est encore relativement peu appliqué qu'est **la méthanisation dite en voie sèche** ou voie solide, contrairement à la méthanisation la plus utilisée aujourd'hui qu'est la méthanisation dite en voie humide, c'est-à-dire en milieu liquide. L'intérêt de la méthanisation en voie sèche, c'est quand on doit méthaniser des biomasses en coproduits des effluents liquides, ça permet de méthaniser sans avoir à ajouter d'eau donc dans des conditions qui sont proches du compostage mais par contre, en condition anaérobie et en milieu fermé.

Et puis le dernier point préliminaire, c'est que vous savez que la méthanisation est une des trois voies, un des trois procédés qui sont destinés à produire du gaz vert en remplacement du gaz fossile. La méthanisation à l'horizon 2050 pourrait produire à peu près 30 % de ce gaz vert, les 70 % restants étant produits par **pyrogazéification** (*chauffage de déchets à plus de 1000 degrés en présence d'une faible quantité d'oxygène aboutissant à une conversion en gaz*), donc c'est un procédé thermochimique qui va utiliser plutôt des biomasses sèches comme le bois. Et puis la **méthanation** (*procédé industriel mettant en contact du dioxyde ou du monoxyde de carbone avec de l'hydrogène, conduisant à la production de méthane et d'eau*), le **power-to-gas** (*production d'hydrogène par électrolyse de l'eau, combinée ensuite à du CO₂, via le processus de méthanisation pour générer un méthane de synthèse*) qui vise à transformer l'hydrogène et le CO₂ en méthane. Donc on travaille également sur le couplage de ces procédés avec la méthanisation qui a une signification importante pour l'avenir.

2 - Où en est la recherche sur les digestats issus de la méthanisation ?



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 47 ou à la 16' pendant l'introduction

Depuis une dizaine d'années, on travaille sur les digestats pour lesquels l'intérêt est croissant depuis une dizaine d'années puisque avant, on s'intéressait surtout à la production de biogaz et maintenant, de plus en plus, on s'intéresse à l'intérêt des digestats et à la maîtrise des effets que peuvent avoir ces digestats dans l'environnement. Alors la méthanisation, elle est très largement développée, elle se développe très fortement dans le milieu agricole avec des intrants qui sont de nature diverse en agriculture elle-même et comme l'a dit Nicolas, un de nos principes dans les études des effets du recyclage de biomasse en agriculture, c'est de relier tout ce qu'on peut observer au sein d'un agrosystème, à ce qu'on apporte dans ces agrosystèmes, et à la qualité de ce qu'on apporte dans les agrosystèmes. Et pour ça, il est vraiment important de relier les caractéristiques des matières qu'on épand, donc ici, aujourd'hui, il s'agira de digestat, aux intrants en amont, à l'origine des produits. Donc ça veut dire d'où viennent ces matières qui sont recyclées et quel procédé est appliqué à ces matières avant leur recyclage, donc en particulier pour les digestats. On a énormément travaillé avec **Julie JIMENEZ** dont parlait Nicolas précédemment, on travaille avec les agriculteurs sur la qualification de leurs digestats, et pour ça, on a travaillé avec eux à faire le lien entre les intrants dans leur méthaniseur et leurs caractéristiques et donc, on a pu construire ce qu'on appelle une typologie de ces digestats pour ensuite bien relier l'intérêt agronomique des digestats avec les intrants dans les méthaniseurs. Et on voit bien le poids que peut avoir en particulier le type d'effluents d'élevage qui va rentrer dans le méthaniseur et la qualité du digestat qui va sortir du méthaniseur. Il y a non seulement les intrants qui sont importants mais il y a aussi les post-traitements à l'issue de la méthanisation, en particulier la séparation de phase : on va séparer la phase liquide quand il s'agit d'un procédé en voie humide, on sépare la phase liquide de la phase solide et donc on se retrouve avec deux produits issus du méthaniseur. Donc ces produits, on a vu que, vous savez qu'au cours de la méthanisation, tout ce qui est matière organique est transformée en biogaz donc le carbone devient du biogaz et il reste une partie de ce carbone dans le digestat. Par contre, l'azote est transformé et minéralisé également au cours de la méthanisation et donc cet azote, il passe sous forme minéral et cet azote va être directement assimilable par les végétaux. Donc, au cours de la méthanisation, on a transformation d'une matière organique en un mélange qui va être très riche en éléments fertilisants directement assimilables par les végétaux, en particulier l'azote. Par ailleurs, la matière organique résiduelle va se stabiliser au cours de la méthanisation et donc on aura un second intérêt agronomique de la part du digestat, c'est de pouvoir contribuer à entretenir les stocks de matière organique dans les sols et donc l'apport de digestat peut aussi contribuer à entretenir la matière organique dans les sols. On a un double intérêt des digestats : un effet fertilisant direct associé à cet azote minéral présent en grande quantité et un intérêt amendement, entretien des stocks de matière organique dans les sols.

Un autre élément important, c'est que la méthanisation a commencé par se développer chez les agriculteurs qui étaient aussi éleveurs, qui avaient à leur disposition des effluents d'élevage, qui trouvaient un nouvel intérêt économique pour l'agriculture puisqu'ils produisaient du biogaz grâce à la méthanisation de leurs effluents d'élevage avant de les restituer au sol pour la fertilisation.

Maintenant, la méthanisation se développe aussi chez des agriculteurs qui n'ont pas d'élevage et qui vont valoriser dans leur méthaniseur des cultures intermédiaires à vocation énergétique.

Donc là apparaît un grand type d'intrants qui se développe chez les agriculteurs méthaniseurs qui n'ont pas d'élevage, ce sont ces cultures intermédiaires. Vous savez sûrement qu'on n'a pas le droit d'utiliser les cultures principales dans les méthaniseurs, par contre, on peut utiliser ces cultures intermédiaires qu'on appelle "multiservice", puisque ce sont des cultures intermédiaires, donc déjà le fait qu'elles soient implantées entre deux cultures principales, ça va avoir tout l'intérêt des cultures intermédiaires, donc stocker l'azote minéral dans le sol sous forme de culture, valoriser cet azote minéral résiduel, ça va permettre d'introduire du carbone dans les sols via ces cultures intermédiaires et ça va permettre aussi de produire de la biomasse pour aller vers les méthaniseurs. Cette fois-ci, l'enjeu, c'est de bien maîtriser les pratiques culturales associées à ces cultures intermédiaires, bien assurer l'intérêt de ces cultures intermédiaires sans avoir des impacts qui pourraient être liés à l'intensification de ces cultures intermédiaires. Donc, les enjeux actuellement, c'est de bien maîtriser ces cultures intermédiaires pour garder leur intérêt en terme de production de biomasse pour aller vers les méthaniseurs tout en limitant les risques qui pourraient être associés à l'intensification de ces cultures et qui pourraient avoir des impacts sur le rendement des cultures principales.

3 - La méthanisation peut-elle se passer des cultures ou autres intrants que ceux de l'élevage ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 16 ou à la 45' pendant l'introduction

Moi, ce qui m'intéresse vraiment, avec le recul que j'ai - je n'ai aucune implication, il n'y a personne qui me dit ce que j'ai le droit de dire et de ne pas dire, donc je suis tout à fait libre - et donc **je me pose un certain nombre de questions et en particulier sur les allégations qui sont avancées par les promoteurs de la méthanisation***.

Je m'explique : produire de l'énergie, parce que c'est l'objectif, les offres, c'est de produire du méthane à partir de déchets, moi qui suis chimiste et physicien, je considère que c'est une gageure parce que, on peut difficilement produire de l'énergie à partir des produits dont l'énergie interne est très faible. Un déchet, c'est quelque chose qui, par définition, n'a pas d'utilisation, n'a pas d'autres utilisations, c'est un résidu qui souvent effectivement a une énergie interne faible. Et pour produire du méthane, il y a deux conditions essentielles à mon avis, c'est **qu'il y ait beaucoup de carbone**. Le carbone, c'est la charpente du méthane et **que ce carbone soit facilement accessible**, facilement utilisable par les micro-organismes, par les archées (*micro-organismes unicellulaires sans noyau*) qui utilisent ce carbone pour fabriquer du méthane.

Ces deux critères dans le lisier par exemple d'animaux, l'essentiel du carbone qui était utilisable, il a été digéré dans le circuit digestif des animaux, donc ce qui ressort des lisiers, ce n'est pas du carbone réellement disponible par les micro-organismes. Et on voit bien, quand on regarde le poids méthanogène, le lisier de porc, c'est 4 m³ par tonne de matière et l'ensilage

de maïs, c'est 200 m³ au moins par tonne ! Donc on voit bien, il y a une différence entre un intrant riche en carbone et en énergie par rapport à un déchet.

Le maïs peut produire 50 fois plus de méthane que le lisier

1 tonne de lisier peut produire 4 m³ de méthane

1 tonne de maïs peut produire 200 m³ de méthane



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE de laboratoire de biotechnologie de l'environnement :

Position : 17 h 44 ou à la 73'

C'était juste pour apporter un complément par rapport cet équilibre carbone/azote : monsieur JOUANY disait que les substrats de la méthanisation étaient pauvres en énergie et qu'on ne pourrait pas produire de méthane en les utilisant, alors, c'est le cas effectivement des effluents d'élevage, je suis d'accord, c'est le cas du lisier, c'est pour ça qu'on va utiliser des coproduits, qu'on va faire de la co-digestion, on travaille aussi là-dessus. La co-digestion, elle va avoir un intérêt, c'est de compléter, d'équilibrer en fait la ration du digesteur. C'est-à-dire que les effluents d'élevage, ils vont être pauvres en carbone et ils vont être très riches en azote. Et effectivement, c'est des effluents, si on essaie de les méthaniser tout seuls, on ne va pas produire beaucoup de méthane et on va avoir des difficultés parce que l'azote va inhiber le processus. Donc on va utiliser des coproduits qui eux, au contraire, vont avoir un C/N beaucoup plus élevé, ce qui va permettre de rendre les conditions de méthanisation plus favorables et ce qui en plus va donner un digestat, comme j'ai dit tout à l'heure, le digestat, c'est le résultat de ce qu'on a mis dans le méthaniseur, donc si vous avez en entrée une ration équilibrée en carbone et en azote, bien vous allez aussi avoir en sortie un digestat qui va être équilibré. Et c'est l'intérêt de faire de la méthanisation collective avec différentes exploitations agricoles qui vont avoir potentiellement des propriétés différentes et qui vont pouvoir produire un digestat qui va ensuite retourner sur les sols de ces différentes exploitations et répartir de façon équilibrée le flux d'azote et de carbone.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 45 ou à la 74'

Je suis tout à fait d'accord avec ce que vient de dire Nicolas BERNET, c'est-à-dire que pour valoriser des déchets, on est obligé d'y adjoindre des cultures dédiées, riches en énergie et en carbone. Donc la méthanisation n'est pas une méthode qui permet d'éliminer les déchets, ça ne peut se faire que si on complète, comme la ration d'un animal : en apportant de l'énergie par ailleurs avec des cultures riches.



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE de laboratoire de biotechnologie de l'environnement :

Position : 17 h 56 ou à la 85'

Pour compléter mon propos sur la co-digestion, quand je parlais de compléter, de mettre du lisier avec des co-substrats, il n'est évidemment pas question de mettre des cultures énergétiques mais des résidus agricoles, de la biomasse végétale qui sont des résidus et qui ne sont pas des cultures dédiées, qui ont une composition plus favorable à la production de méthane.



Réaction de Pierre CUYPERS, président de la commission :

Position : 17 h 57 ou à la 86'

Très bien : ce qui compte, c'est de faire les mêmes calculs et qu'on passe du puits au réservoir dans tous les sens du terme.

4 – La méthanisation contribue-t-elle à réduire les émissions de gaz à effet de serre ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 19 ou à la 48' pendant l'introduction

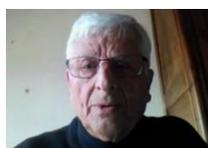
L'autre chose qui m'intéresse moi, **ce sont les émissions de gaz à effet de serre**. Je vois souvent dans les atouts que l'on attribue à la méthanisation le fait qu'elle réduit les émissions de gaz à effet de serre. Heu, ça... Nous avons fait des calculs relativement précis sur ce sujet et on pourra en discuter ultérieurement si vous voulez, je ne vais pas vous abreuver de chiffres, mais c'est une allégation qui est fortement discutable. Puisque déjà, si on regarde que l'étape de la combustion du biogaz par rapport à la combustion du gaz naturel, étant donné que le biogaz en plus du méthane comprend 40 % de CO₂ que le gaz naturel n'a pas, déjà quand on fait ce bilan, déjà le biogaz est nettement défavorisé par rapport au gaz naturel. Et si vous ajoutez à ce bilan toutes les étapes de cultures, de cultures dédiées, de collecte, de transport, de stockage, etc, d'introduction dans des digesteurs, le coût énergétique du fonctionnement des digesteurs (*chauffer le digestat à 70° C pendant une heure*), la collecte des gaz, le traitement des gaz, l'odorisation des gaz, la compression des gaz, la cogénération... tout ça, ça a un coût énergétique très important et quand vous faites la somme de tout ça, c'est plus intéressant d'utiliser du gaz naturel que du biogaz.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 40 ou à la 69'

Bien entendu, le bilan est positif. Les travaux qui ont été menés notamment par l'ADEME montrent que le biométhane, les émissions de CO₂ sont au minimum 5 fois inférieures à celui du gaz fossile et 8 fois moins que le pétrole. Donc là-dessus, ce sont des données qui sont extrêmement chiffrées, connues et bien entendu, le biogaz permet de réduire les émissions de CO₂ par rapport aux énergies fossiles. C'est bien leur intérêt majeur qu'on reconnaît aujourd'hui.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 46 ou à la 75'

Je voulais soulever le point suivant : c'est la remarque qu'a faite monsieur POINTEREAU sur les problèmes de CO₂. Alors, effectivement, l'ADEME, c'est vrai, montre qu'il y a moins de production de CO₂ globalement avec le biométhane qu'avec le gaz naturel. Donc on a regardé ce point de manière très précise et on arrive à un résultat inverse. Je voudrais que l'on m'explique et je pense que les sénateurs peuvent très facilement comprendre ce raisonnement.

Le gaz naturel, on va le chercher tel qu'il existe. C'est la nature qui l'a fabriqué et ça a mis 100 millions d'années pour fabriquer ce gaz. En gros, on fait un trou, on remonte ce gaz et puis ensuite il part dans des canalisations et il est distribué jusque dans votre domicile.

Avec la méthanisation, il faut fabriquer. C'est-à-dire que tout ce qui est en amont du méthaniseur consomme de l'énergie, émet du CO₂, cette énergie étant souvent d'origine fossile. Ce méthane n'est pas pur : il faut le purifier... Pour les gens qui connaissent bien toutes

les étapes de la méthanisation jusqu'au moment où on utilise le produit final comme source d'énergie, il y a une multitude d'étapes qui à chaque niveau consomme de l'énergie. Donc déjà nous, on a pris l'étape toute seule du biogaz comparé au gaz naturel sans se préoccuper de ce qui se passe en amont et en aval, si on compare la combustion de ces deux gaz, déjà, il y a une émission, je peux vous donner les chiffres : c'est 300 kg par MWh pour le biogaz contre 223-224 kg de mémoire pour le gaz naturel. Donc si on rajoute toutes les autres étapes qui sont en amont et en aval du méthaniseur, on arrive à des résultats qui sont significatifs et qui désavantagent fortement le biométhane. Je ne vois pas comment on peut comprendre, expliquer que ce biométhane que l'on doit fabriquer, que l'on doit purifier, il faut éliminer le H₂S, par des méthodes d'ultrafiltration pour les gens qui connaissent un petit peu, c'est quelque chose qui consomme énormément d'énergie, c'est complexe. Donc voilà !



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 52 ou à la 81

Pour revenir sur le volet énergétique, il suffit d'aller dans une station de biogaz. Il ne faut pas confondre le méthane fossile qui lui va libérer tout son stock de CO₂ quand on le brûle, d'une installation de méthanisation qui a du carbone d'origine végétale et ce qu'on regarde dans une station de biogaz, c'est les consommations énergétiques extérieures, donc on a quelques matériels électriques, mais tout le reste finalement, il n'y a pas de consommation d'énergie fossile. Bien entendu qu'une installation de biogaz produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme sinon, elle n'aurait aucune rentabilité. C'est d'une évidence et ces calculs-là ont été faits. Vous allez dans une station de biogaz et vous regardez exactement toutes les consommations énergétiques extérieures, donc qui sont essentiellement électriques puisque le chauffage est assuré en général directement par la valorisation de la chaleur du méthaniseur, enfin par la cogénération par exemple et après, l'origine des produits en règle générale, comme on l'a dit, les CIVE souvent, il n'y a pas de coût forcément supplémentaire dans la mesure où certaines sont obligatoires. Pour les déchets organiques, c'est une valorisation. Bien entendu, si on injecte dans le réseau, on a bien un travail d'épuration du gaz comme ça a été dit, il faut enlever le H₂S, il faut enlever le CO₂. Enfin, on consomme beaucoup moins d'énergie que ce qu'on produit, c'est une évidence. Je pense que là, le raisonnement, il est aussi clair que le vôtre.



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE de laboratoire de biotechnologie de l'environnement :

Position : 17 h 56 ou à la 85

En complément sur l'énergie, donc je rejoins ce que vient de dire monsieur POINTEREAU. Notamment un papier que j'ai lu récemment sur ce type d'étude en Italie où ils ont fait des bilans énergétiques très précis. En fait, le seul cas où on aurait du mal effectivement à être bénéficiaire en énergie, c'est le cas d'installations où on devrait aller chercher les substrats à des distances très, très éloignées du méthaniseur et où effectivement, l'énergie liée au transport de ces ressources serait supérieure à l'énergie gagnée par sa méthanisation. Mais là, c'est si on raisonne sur des rayons de plusieurs centaines de kilomètres.

5 - Quelle est la valeur agronomique du digestat ?



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 30 ou à la 59'

La transformation des matières organiques dans les méthaniseurs conduit vers une stabilisation d'une matière organique résiduelle et une transformation de l'azote qui est largement sous forme minérale dans le digestat à la sortie de la méthanisation.

Et donc cette forme minérale, elle est directement assimilable par les cultures. On peut calculer, ce qu'on appelle des "coefficients équivalent engrais" pour faire la correspondance entre un engrais minéral classique et l'azote qui est contenu dans une matière organique qu'on veut recycler. Et pour les digestats, ces coefficients équivalent engrais vont de 60 à 80 % à peu près : ça veut dire que 100 kg d'azote d'un digestat est équivalent à 60 à 80 kg d'azote d'un engrais minéral donc c'est vraiment quelque chose qui a une très grande valeur fertilisante azotée donc **on peut substituer une grande quantité des engrais minéraux par cet azote des digestats.**



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 36 ou à la 65'

Ce qu'on a observé dans le projet de MéthaLAE où on a suivi 40 installations, c'est vraiment une économie d'à peu près 20 % d'azote chimique. La matière organique via la méthanisation contribue en fait à mieux gérer l'azote organique et a donc pour effet de diminuer l'azote chimique et les surplus.

6 – La méthanisation est-elle une source d'énergie renouvelable ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 20 ou à la 49' pendant l'introduction

Alors, soutenir également - alors ça, c'est un point important - **soutenir que le biogaz, la méthanisation est une source d'énergie renouvelable**, renouvelable dans mon esprit, ça signifie inépuisable à l'échelle humaine. Ça ne correspond pas tout à fait à la réalité à cause de cette compétition qui existe pour l'utilisation des terres et pour le temps des agriculteurs entre produire des aliments pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale et produire des cultures pour la méthanisation. Donc il y a une compétition entre les deux et j'espère que la sagesse voudrait que cette concurrence privilégie la mission première de l'agriculture qui est de nourrir la population. Et cela devrait se faire normalement aux dépens des cultures dédiées à la méthanisation. Donc le jour où il y aura vraiment une concurrence très sévère entre les deux, normalement, c'est la production d'alimentation pour l'homme qui l'emportera sur la production d'énergie. Donc ce n'est pas vraiment durable.

7 - La méthanisation est-elle l'utilisation optimale du sol ?



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 17 h 41 ou à la 70'

C'est une réaction : peut-être un complément à vos questions, une autre façon de poser les questions. C'est aussi bien pour Philippe (POINTEREAU) quand il dit « Ça nous permet une économie de 20 % d'azote » mais la question s'adresse plus à Sabine (HOUOT), c'est l'origine de cet azote qu'on trouve dans le digestat. Alors, au départ, on parlait de la Bretagne, c'est clair, c'était moins d'azote pour les algues vertes. Et ce qu'on appelle cultures dédiées, ça s'appelait CIPAN et cultures intermédiaires : PLAN, piège à nitrate. C'était bien ça l'idée. Et là, je dirai qu'il y avait une idée, intuitivement que je rejoins.

Mais il faut savoir que tout ça, c'était le résultat d'une spécialisation élevage en Bretagne sans doute exagérée et d'animaux élevés sur caillebotis et pas sur la paille ; c'est-à-dire qu'il y avait un problème de lisiers et non pas de fumiers. Et je pense quand on parle bilan carbone et qu'on parle bilan azote, la question quand même qui est primordiale, c'est :

Est-ce qu'on ne pourrait pas mettre des légumineuses dans nos rotations éventuellement pour des élevages qui seraient élevés sur la paille, produiraient du fumier ?

Ce serait un tout autre cycle de l'azote, un tout autre cycle du carbone. Et moi, dans les évaluations qu'on me présente, toujours des bilans géniaux, je trouve que je n'ai pas réponse à ces vraies questions-là. Et si, de plus, les cultures dédiées, j'espère qu'on va m'informer, mais moi j'entends dire parfois d'autres choses (alors, les CIPAN, on comprenait) mais maintenant, il y a des cultures dédiées dans des régions de non élevage qui pourraient être des PLAN, pièges à nitrate mais souvent, après récolte de ces cultures intermédiaires, justement, il y a un manque de nitrate. Souvent même, il y a une faim d'azote. Et du coup, je voudrais avoir la certitude qu'on n'apporte pas un engrais azoté de synthèse qui aurait été coûteux en énergie fossile pour fertiliser une culture intercalaire pour que les nitrates se retrouvent dans les nitrates ! C'est-à-dire tout cet aspect amont, ce que j'appelle les coûts d'opportunité, c'est-à-dire l'autre usage qu'on aurait pu faire de l'azote, moi j'avoue que je n'ai pas toujours des réponses, et c'est une façon de compléter votre question. Je suis désolé, je ne vous donne pas de réponses mais des compléments de questions. Et vraiment, là je trouve qu'on reste sur sa faim quand on lit les articles.



Réaction de Pierre CUYPERS, président de la commission :

Position : 17 h 43 ou à la 72'

Bien, merci. Je crois qu'il faut quand même qu'on fasse très bien le distinguo : il y a méthaniseur et méthaniseur, il y a région et région, effluent d'élevage, c'est une chose, après vous avez le collectif avec les boues de station d'épuration, etc. Et puis vous avez la méthanisation complètement végétale, avec des cultures dédiées, etc, avec des rotations et tout : je crois qu'on ne peut pas établir un critère aujourd'hui précis qui englobe tout le monde.

8 – N'y a-t-il pas un coût en faisant du méthane avec les CIVE au lieu de les enfouir comme engrais vert ?



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 16 h 57 ou à la 26' pendant l'introduction

C'est Donc, trois types d'évaluations (sur la finance, l'énergie et le carbone). Ce que j'observe dans les lectures que je fais souvent, c'est que les évaluations, on appelle ça souvent des analyses de cycle de vie par filière, c'est-à-dire qu'on regarde depuis très loin en amont : combien ça a coûté en monnaie, en énergie fossile ou en contribution réchauffement climatique jusque, le produit fini en aval et donc là, je pense, on parle méthane et digestat. Et on fait l'addition de tout ce que ça a coûté tout au long de la filière. Ma réflexion aujourd'hui, c'est que, souvent, on oublie les effets collatéraux, c'est-à-dire qu'ils résultent quand même de la filière dont on parle mais qui en agriculture peuvent avoir des effets sur d'autres filières. Imaginez une culture intermédiaire à valeur énergétique, plutôt légumineuse et autre, alors ça peut rendre des services écosystémiques donc ça, c'est le côté positif, qu'on peut évaluer mais l'autre question, c'est : à quoi auraient pu être utilisés ces engrais verts, on disait autrefois et au fond, est-ce qu'il n'y a pas un coût à les employer à faire du méthane et non pas l'enfouir comme un engrais vert ?

9 - Les CIVE destinées à la méthanisation peuvent-elles quand même jouer leur rôle de couverture des sols ?



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 07 ou à la 36', pendant l'introduction

La méthanisation, ce qui est intéressant, c'est l'appui qu'elle peut apporter à la généralisation des CIVE et des couverts, sachant, comme vous le savez, normalement dans la directive nitrate, ces couverts devraient être obligatoires dans toutes les zones vulnérables depuis longtemps. Malheureusement, il y a plein de dérogations, ce qui implique aussi qu'on va rentrer bientôt dans le 7^e plan de la **directive nitrate**, c'est-à-dire qu'on est toujours dans l'incapacité de bien gérer l'azote.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 39 ou à la 68'

Juste pour compléter sur les CIVE : pour nous, la généralisation des couverts est vraiment une solution agro-écologique très pertinente et qu'il faut généraliser.

Donc la question, c'est bien entendu : qu'est-ce qu'on fait de ces CIVE ?

Alors, on peut directement les enfouir. Si on a des animaux, des ruminants, on peut les faire potentiellement pâturer, voire les récolter s'il y a assez de biomasse. Et dans les régions où il n'y a pas d'élevage, l'intérêt de la méthanisation, c'est justement de valoriser ce coproduit. Et donc, ça n'engendre pas de coût énergétique. Justement, ça permet de valoriser économiquement quelque chose qui avait un intérêt agro-écologique et là, on lui donne aussi une valeur énergétique, enfin, une valeur économique.

10 - Les CIVE sont-elles fertilisées par les digestats ?



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 17 h 41 ou à la 70'

Et si, de plus, les cultures dédiées, j'espère qu'on va m'infirmer, mais moi j'entends dire parfois d'autres choses (alors, les CIPAN, on comprenait) mais maintenant, il y a des cultures dédiées dans des régions de non élevage qui pourrait être des PLAN, pièges à nitrate mais souvent, après récolte de ces cultures intermédiaires, justement, il y a manque de nitrate. Souvent même, il y a une faim d'azote. Et du coup, je voudrais avoir la certitude qu'on n'apporte pas un engrais azoté de synthèse qui aurait été coûteux en énergie fossile pour fertiliser une culture intercalaire pour que les nitrates se retrouvent dans les nitrates ! C'est-à-dire tout cet aspect amont, ce que j'appelle les coûts d'opportunité, c'est-à-dire l'autre usage qu'on aurait pu faire de l'azote, moi j'avoue que je n'ai pas toujours des réponses, et c'est une façon de compléter votre question. Je suis désolé, je ne vous donne pas de réponses mais des compléments de questions. Et vraiment, là je trouve qu'on reste sur sa faim quand on lit les articles.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 52 ou à la 81'

Je voulais déjà faire une réponse à Marc DUFUMIER : la fertilisation des couverts dans les zones vulnérables qui font l'essentiel des surfaces labourables en France est strictement interdite. Donc on ne fertilise pas bien entendu les cultures intermédiaires et donc les CIVE.



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 55 ou à la 84'

Et pour ce qui est de la fertilisation de ces cultures intermédiaires, il y a quand même, souvent apport de digestats sur ces cultures intermédiaires pour valoriser le digestat, pour assurer la bonne implantation de ces cultures intermédiaires et la production de biomasse de ces cultures intermédiaires. Donc ça, c'est vrai. C'est vrai aussi qu'il faut bien contrôler, apporter la juste dose de ces digestats pour ne pas avoir trop d'azote sur ces cultures intermédiaires d'hiver par exemple.

11 - Le digestat enrichie-t-il les sols comme un effluent d'élevage ?



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 33 ou à la 62'

Pour ce qui concerne le carbone dans les digestats et le bilan carbone qu'a évoqué Marc DUFUMIER : c'est qu'un carbone, si on le met dans un méthaniseur, c'est autant de carbone qui ne va pas retourner au sol. En fait, là il y a eu des travaux qui ont été faits et qui ont montré que, quand on enfouit directement une biomasse végétale, il y a une certaine quantité de carbone qui va rester dans le sol et quand on méthanise cette biomasse végétale avant de l'apporter au sol (ou qu'on donne un fourrage à des animaux et qu'ensuite on recycle le fumier ou les effluents d'élevage), bien le bilan carbone, la quantité de carbone qui reste dans le sol est exactement la même puisque ce qui part dans le méthaniseur, c'est bien le carbone qui va être rapidement biodégradable (il y a quelqu'un qui l'a mentionné tout à l'heure), donc ce carbone rapidement biodégradable part sous forme de biogaz dans le méthaniseur ou il part sous forme de CO₂ quand le carbone est enfoui dans le

sol. Mais **au total, la quantité de carbone, c'est la même, qu'il y ait eu méthanisation ou pas.**



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 34 ou à la 63'

LA question qui reste et sur laquelle, il y a pas mal de monde qui travaille actuellement, et d'ailleurs, c'est ce qui explique aussi la formation de la matière organique dans le sol, c'est très, très lié à l'activité biologique dans le sol, et donc le carbone, s'il est déjà transformé et stabilisé par une activité biologique qui a eu lieu dans le méthaniseur, **est-ce que ce carbone qu'on apporte sur le sol va permettre quand même de maintenir le moteur de la biologie dans le sol et de maintenir sa bonne incorporation de la matière organique du sol ?** Donc là, il y a des travaux pour approfondir cette question qui reste, c'est vrai que cette question reste sur le bilan du carbone et plutôt l'effet sur la biologie du sol que l'effet sur le carbone dans le sol. Donc voilà ce que je pouvais dire sur l'intérêt agronomique.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 38 ou à la 67'

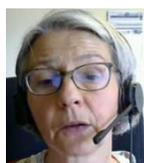
Je pense que le Sénat a dû avoir quelques agriculteurs méthaniseurs dans les échanges. Je pense que la question du sol, c'est vraiment une question qu'il faut poser aux agriculteurs méthaniseurs directement, quoi ! Nous, on en connaît quelques-uns : les gens ne voient pas du tout de dégradation de la matière organique dans leur sol, voire même plutôt de l'amélioration.



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 18 h 06 ou à la 95'

C'est une suite puisqu'on n'a pas répondu à la question de la sénatrice sur les bio-déchets. Et éventuellement, je pourrais avoir la réponse : entre un **lombricompost** et l'utilisation des bio-déchets pour la méthanisation, est-ce qu'on compare les bilans carbone ? C'est-à-dire : est-ce que l'autre usage qu'on peut faire des bio-déchets par exemple pour l'agriculture, séquestrer le carbone dans le sol, est-ce que ça a été pris en compte dans les bilans carbone et dans les bilans azote de nos collègues ?



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 18 h 07 ou à la 96'

Alors, je ne vais pas répondre complètement parce que je ne sais pas si ça a été fait le bilan carbone. En tout cas, ce que je peux dire, c'est que le carbone des digestats des bio-déchets, il va contribuer à l'alimentation du carbone des sols, enfin il sera suffisamment stabilisé pendant la méthanisation pour aller alimenter le carbone des sols. Une unité de carbone de digestat est très efficace pour stocker du carbone. Le problème, en fait c'est que les digestats sont très souvent liquides et donc il faut faire une séparation de phase pour avoir cette phase solide des digestats qui va ressembler cette fois-ci à un carbone d'un compost, on va dire. Le carbone d'un digestat solide et le carbone d'un compost sont aussi efficaces pour alimenter les sols en matière organique.

12 – On dit que le digestat (ou l'azote, le carbone) peut contribuer à accroître la matière organique mais le fumier n'aurait-il pas contribué davantage au taux d'humus dans les sols ?



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 16 h 57 ou à la 26' pendant l'introduction

On me dit, le digestat contribue éventuellement à la matière, à la formation de matière organique - c'est très juste, il y a des éléments lignines qui restent dans la partie solide du digestat et qui peuvent contribuer à accroître la matière organique - mais il n'y en aurait-il pas eu plus de matière organique et n'aurait-on pas contribué davantage au taux d'humus dans les sols avec les produits en question ? Alors, ça peut être les cultures de valeur énergétique, j'entends plutôt... la réponse va être plutôt non. Et quand on utilise les pailles d'un effluent d'élevage, oui, le carbone des pailles contribuait lui considérablement à entretenir le taux de matière organique. Donc je pense qu'il nous faut, si vous voulez, moi mes éléments de réflexion, c'est un peu ça : c'est les coûts d'opportunité, coûts d'opportunité de terrain, ça fait partie de vos questions, hein, est-ce qu'on risquerait d'avoir un jour du méthane et du digestat faits avec des cultures principales ou même avec des cultures alimentaires, est-ce que ce ne serait pas un manque ?

Mais c'est vrai pour le carbone, le coût d'opportunité du carbone, CO₂ et CH₄ du biogaz et pour l'azote, pareil. Une légumineuse d'un méteil (*c'est un mélange de céréales comme le blé, le seigle, l'avoine parfois avec des légumineuses comme le pois fourrager, la vesce, la féverole, etc.*) peut éventuellement contribuer à fertiliser le sol en azote y compris peut-être dans un premier temps par une voie organique, une redistribution qu'on apporte un peu plus lente que le digestat. Mais c'est un coût : **et ce que je regrette personnellement dans l'analyse**, mais peut-être que je lis mal les revues, hein, encore une fois, **c'est un peu cette absence de la prise en compte du coût d'opportunité des terrains, du carbone et de l'azote**. On aura des réponses. Il faut quand même savoir que ce dont on parle depuis l'agriculture jusqu'aux processus de valorisation des produits et des coproduits, c'est la gestion d'un rapport carbone sur azote. Et évidemment, quand on mélange du carbone et de l'azote sous différentes formes, comment l'un et l'autre va se décomposer et est-ce que ça va permettre, aujourd'hui, c'est quand même très préoccupant par exemple en Bretagne, le taux d'humus des sols ? Autrefois, avec les prairies permanentes et tout, il y avait un taux d'humus considérable, vous savez, le ray-grass plutôt carboné et le trèfle blanc plutôt azoté, ce mélange contribuait à accroître le taux d'humus. Et aujourd'hui, alors ce n'est pas dans le méthane mais les modalités d'élevage aujourd'hui avec des tourteaux de soja importés et du maïs ensilage et puis la valorisation du coût des effluents éventuellement sous d'autres formes que réintégrer directement dans le sol, moi je ne retrouve pas – donc c'est des questions que je pose aux collègues plutôt – **je ne m'y retrouve pas, pour être très honnête, je ne m'y retrouve pas, je trouve qu'il y a beaucoup d'oublis**.

13 - Quelle est la part d'azote qui reste vraiment dans le sol ?



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 51 ou à la 20', durant l'introduction.

La transformation des matières organiques dans les méthaniseurs conduit vers une stabilisation d'une. Alors, le problème, c'est que cet azote est sous forme ammoniacal. C'est un élément qui est très réactif, qui peut être très mobile, en particulier se volatiliser. Donc l'enjeu, c'est de ne pas perdre cet azote par volatilisation et de maintenir dans le sol pour que les cultures puissent effectivement valoriser cet azote. Donc il y a vraiment des conseils pour l'accompagnement des agriculteurs mais ils savent très bien qu'il faut travailler dans ce sens-là. Mais l'enjeu, c'est de bien recycler ces digestats sur les sols agricoles pour limiter le plus possible les risques de volatilisation. Donc pour ça, il y a des techniques d'enfouissement de ces digestats dans les sols, des techniques d'apport directement d'enfouissement qui permettent de vraiment garder et valoriser cet azote par les cultures. Donc ce double intérêt à retenir : valeur fertilisante, valeur amendante et ça, quels que soient les digestats.



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 31 ou à la 60'

Le risque à maîtriser dans la fertilisation avec ces digestats, c'est le risque de volatilisation puisque cet azote est largement sous forme ammoniacal. La volatilisation de l'ammoniac est un phénomène physico-chimique (qui n'est pas du tout biologique) qui se passe à l'interface entre le sol et l'atmosphère. Donc si le digestat reste en surface du sol, on va avoir un risque de volatilisation de l'ammoniac. Si les conditions climatiques sont favorables à la volatilisation, c'est, **il fait chaud, il y a du vent**, donc là, ce sont des conditions climatiques qui sont favorables à la volatilisation (et non "méthanisation" comme elle le dit par erreur). Et ça, c'est des processus qui existent aussi pour les engrais minéraux, le risque de volatilisation. Et l'agriculteur, il sait très bien qu'il doit enfouir son digestat, ne pas l'apporter quand il fait chaud et qu'il y a du vent parce qu'il va y avoir des risques de volatilisation. Donc l'agriculteur va plutôt choisir une période où il ne fait pas trop chaud, où on sait même qu'il va pleuvoir dans les heures qui suivent parce que ça va permettre la pénétration du digestat à l'intérieur du sol.

Après, il y a aussi toute la technicité de l'apport des digestats qui se développe (et en particulier avec les collègues d'ex-IRSTEA) là où il y a des techniques qui permettent d'apporter le digestat en enfouissant dans le sol le liquide, en évitant le fait qu'il reste en surface du sol. Il y a aussi ce côté-là qui fait qu'on a des techniques qui vont permettre de limiter ces risques de volatilisation. Donc voilà pour le côté azoté.

Après, il y a d'autres recherches qui sont post-traitement des digestats, si on cherche à acidifier le digestat, si on cherche à le nitrifier, enfin voilà, il peut y avoir des recherches pour convertir la forme d'azote vers une forme pour laquelle il y aurait moins de perte possible.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 36 ou à la 65'

D'abord, ce qu'il faut bien dire, c'est qu'il y a bien obligation d'enfouir les digestats, c'est une obligation réglementaire, ce qui a pour effet de limiter la volatilisation.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 37 ou à la 66

Le problème aujourd'hui des surplus d'azote très présents en Bretagne mais pas qu'en Bretagne, la question se pose depuis 1991, ça n'a rien à voir avec ou sans le biogaz, c'est qu'en fait, on est toujours sur une sur-fertilisation, une mauvaise gestion de l'azote, notamment aussi des couverts qui certainement ne sont pas pris en compte, parce qu'ils sont en quasi-totalité obligatoires. Et là, on va terminer le 6^e point de la directive nitrates et on va démarrer le 7^e. Donc on se demande si on ne va pas arriver au 40^e dans les années 2050, quoi ! Ça veut dire qu'on est dans l'incapacité aujourd'hui de régler le problème de l'azote, pourquoi, parce qu'en fait, on ne fait pas de bilan consolidé. La directive nitrates n'a jamais réussi à imposer aux agriculteurs le fait de faire des bilans consolidés en fin de campagne pour voir réellement bien justement si l'azote repris par les couverts avait vraiment été pris en compte dans les bilans azotés, ce qui a priori n'est pas le cas.



Pierre AUROUSSEAU, professeur honoraire de sciences de l'environnement, ex-président du Conseil scientifique de l'environnement en Bretagne :

Position : 18 h 28 ou à la 117

Puis je voudrais revenir rapidement sur le problème de l'azote. En fait, quand on méthanise des lisiers, on se retrouve in fine, quand on va épandre du digestat, à épandre plus d'azote que ce qu'on épandait sous forme de lisier sans méthanisation. Puisqu'on ne peut pas faire tourner un méthaniseur avec 100 % de lisier, donc on introduit forcément d'autres cultures, de l'ensilage de maïs, de l'herbe, des CIVE, etc, qui elles-mêmes contiennent de l'azote. Donc en fait, on se retrouve in fine, en sortie de méthanisation avec l'azote qu'il y avait dans les lisiers, plus l'azote qu'il y avait dans le maïs, plus l'azote qu'il y avait éventuellement dans des ensilages d'herbe, plus l'azote qu'il y avait dans les CIVE, etc. Et donc, on se retrouve, in fine, avec plus d'azote à épandre sous forme de digestat qu'on en avait sous forme de lisier. Ça, c'est quand même un point extrêmement important.

Et puis, il y a le problème aussi de la maîtrise de cet azote. La maîtrise de l'azote du digestat est particulièrement difficile puisque, compte-tenu du PH élevé du digestat, une part importante de cet azote va se volatiliser et donc finalement, les agriculteurs ne connaissent pas la vraie valeur fertilisante du digestat. C'est plus difficile à gérer un digestat évidemment qu'un ammonitrate ou même qu'un lisier parce que la teneur en azote du digestat rendu au sol finalement est inconnue parce que le taux de volatilisation de l'azote sous forme ammoniacale est très variable, il dépend de plein de paramètres, il dépend du PH du digestat, il dépend des engins d'épandage qui sont utilisés, etc. Donc finalement, faire de la fertilisation raisonnée avec un digestat, c'est extrêmement complexe, extrêmement difficile. Et le risque qu'il y a, c'est que les gens étant confrontés (on a des témoignages de sous-fertilisation et de baisse de rendements avec les digestats parce que les gens n'ont pas pris en compte la part de volatilisation), le risque que l'on a, c'est qu'on soit confronté à une sur-fertilisation d'assurance. C'est-à-dire que les gens, pour être certains d'obtenir les rendements, ils vont sur-fertiliser avec le digestat pour se garantir de tout ce qui va partir sous forme de volatilisation ammoniacale.



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 18 h 30 ou à la 119

Juste pour répondre à monsieur AUROUSSEAU, on avait évoqué les problèmes de volatilisation précédemment et dire qu'on ne sait pas la quantité d'azote qu'il y a dans un digestat, non ! On peut très bien analyser son digestat et d'ailleurs, les agriculteurs sont tenus d'analyser leur digestat et d'apporter les doses en tenant compte des quantités d'azote qui sont présentes dans les digestats.

Ce qu'il faut, ce n'est pas dire que c'est impossible, il faut accompagner les agriculteurs pour mettre en place des bonnes pratiques pour limiter ou annuler ces risques de volatilisation.

Il y a un programme en cours qui s'appelle **Fertidig** où l'objectif, c'est de rédiger un guide de bonnes pratiques d'utilisation des digestats qui va compléter la typologie des digestats qui a déjà été initiée et puis produire ces conseils de bonnes pratiques de fertilisation avec ces digestats.

Donc voilà, ce n'est pas parce que c'est difficile qu'il faut supprimer complètement l'avenir de la méthanisation et de l'utilisation des digestats.

14 – N'y aurait-il pas d'alternatives à la méthanisation pour lutter contre les gaz à effet de serre ?



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 16 h 59 ou à la 28' pendant l'introduction

Et quand je disais les effets collatéraux, j'élargis le sujet puis je m'arrêterai là : c'est qu'au fond on est en train de parler, quand on parle biogaz, d'énergie et tout nous vient de l'énergie solaire et la question qu'on peut s'interroger pour une nation comme la nation française, c'est le meilleur usage qu'on peut faire de cette énergie solaire, on peut faire du bois, on peut faire de l'énergie alimentaire, nous sommes bien d'accord, on peut faire des agro-carburants, de l'éthanol, on peut faire de l'agro-diésel, on peut faire du méthane, on est bien d'accord. Mais imaginez donc maintenant une prairie temporaire riche dans les plantes donc légumineuses, vous avez des plantes dont les microbes les aident à intercepter l'azote de l'air, à fabriquer les protéines et puis ensuite, ça va se redécomposer, eh bien, imaginez qu'on remette de l'élevage dans le bassin parisien – on va me dire ben oui, les bœufs vont émettre du méthane alors que le méthane, il n'est pas encore récupéré, on ne sait pas encore faire même si j'ai vu un prototype récupérer le rôle des vaches, on n'y est pas encore, je crois que ce n'est pas pour tout de suite - mais cette prairie temporaire, elle va fixer du carbone dans les sols, elle va donc servir à l'élevage, peut-être qu'une partie de cet azote, ça va être l'urine des vaches qui va servir à du digestat ultérieurement. Réponse : est-ce que cet azote n'aurait pas été plus utile à fertiliser la betterave qui viendra ensuite après dans la rotation. Et donc, en fait, c'est les rotations de culture, c'est les assolement qu'il nous faut aujourd'hui juger : quelles sont les rotations de culture, quelles sont les assolements dans l'espace, la répartition territoriale des différentes cultures, je pense que c'est à cette échelle-là qu'on peut savoir effectivement quel est le meilleur usage qu'on peut faire de l'énergie solaire en France, entre du bois, de l'énergie alimentaire, et moi je vous dis tout de suite aujourd'hui, ma thèse et là, pareil, je ne sais pas si l'INRAE va répondre mais il y a dix ans, c'était inaudible : je pense que retrouver notre souveraineté protéinique, fabriquer en France, des protéines françaises, avec des légumineuses françaises sur le territoire français pour nourrir des animaux français et non pas du tourteau de soja importé... et du coup, avec une betterave qui sera éventuellement fertilisée avec de l'azote dans la rotation et non pas avec des engrais azotés de synthèse très coûteux en énergie fossile, là c'est les coûts d'opportunité, bien écoutez, je pense que c'est le premier usage et qu'avant même le méthane, qu'avant même l'agro-diésel, qu'avant même l'éthanol, **le plus urgent en terme de souveraineté énergétique de la France pour être moins dépendant des énergies fossiles et importés de l'étranger, c'est de réintégrer les légumineuses dans nos rotations à échelle de 1,8 million d'ha.** Voilà, j'en resterai là : c'est plus une ouverture du débat que...

15 – Le taux de retour énergétique est-il positif ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 23 ou à la 52' pendant l'introduction

L'autre chose, **le taux de retour énergétique** - on va avoir le temps d'en rediscuter après - le taux de retour énergétique : alors, je n'ai pas trouvé de valeur et je n'ai pas pu le calculer parce que c'est trop complexe. Le taux de retour énergétique, je me suis appuyé sur celui qui existe pour les biocarburants. La comparaison a été faite par monsieur POINTEREAU, mais c'est vrai qu'il y a beaucoup de similitudes entre le biogaz et le biocarburant. On a un taux de retour énergétique, il est de l'ordre pour les biocarburants de 0,8 à 1,8. Ça signifie que pour produire 100 énergies, il faut dépenser presque 100 énergies. Ça veut dire que le bilan énergétique, il est quasiment nul ! L'énergie qu'on dépense pour produire cette énergie, c'est une énergie fossile.

Donc, il y a vraiment des questions très, très importantes qui doivent se poser.

Comparaison avec les biocarburants (il existe des similitudes) : le taux de retour se situe entre 0,8 et 1,8.

Pour produire 100 énergies renouvelables, il faut dépenser presque 100 énergies en majorité d'origine fossile.

16 – L'utilisation des cultures dédiées (maïs) est-elle justifiée ?



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 10 ou à la 39', pendant l'introduction

Sur la question des cultures dédiées, donc c'est vrai que, comme vous le savez, il est autorisé aujourd'hui d'utiliser 15 % du tonnage maïs nous, dans notre scénario, notre objectif n'est pas du tout d'utiliser des cultures dédiées pour la méthanisation. L'objectif, c'est bien d'utiliser à la fois toutes les déjections, tous les coproduits ou les sous-produits de l'agriculture, notamment les déjections et surtout les couverts, les cultures dédiées pourraient être là pour un pourcentage minime pour éventuellement avoir des stocks et c'est vrai que nous, on imagine avec l'impact du réchauffement climatique que dans les exploitations d'élevage, il faudrait assurer des stocks importants pour des années de sécheresse, des années où au contraire, on a une forte production d'herbe, on pourrait l'utiliser pour la méthanisation.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 20 ou à la 49' pendant l'introduction

Alors, soutenir également - alors ça, c'est un point important - **soutenir que le biogaz, la méthanisation est une source d'énergie renouvelable**, renouvelable dans mon esprit, ça signifie inépuisable à l'échelle humaine. Ça ne correspond pas tout à fait à la réalité à cause de cette compétition qui existe pour l'utilisation des terres et pour le temps des agriculteurs entre produire des aliments pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale et produire des cultures pour la méthanisation. Donc il y a une compétition entre les deux et j'espère que la sagesse voudrait que cette concurrence privilégie la mission première de l'agriculture qui est de nourrir la population. Et cela devrait se faire normalement aux dépens des cultures dédiées à la méthanisation. Donc le jour où il y aura vraiment une concurrence très sévère entre les deux, normalement, c'est la production d'alimentation pour l'homme qui l'emportera sur la production d'énergie. Donc ce n'est pas vraiment durable.

Le maïs peut produire 50 fois plus de méthane que le lisier

1 tonne de lisier peut produire 4 m³ de méthane

1 tonne de maïs peut produire 200 m³ de méthane

(Quand on voit les chiffres annoncés par Jean-Pierre JOUANY, comment résister ?...)



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 17 h 54 ou à la 83'

Oui, sur l'histoire du maïs, culture dédiée. Alors en France, il y a vraiment la réglementation : 15 % de culture dédiée maximum dans les méthaniseurs. Après, le maïs qui peut rentrer dans les méthaniseurs, c'est en fait une culture intermédiaire à vocation énergétique et donc, il y a bien, dans la succession de cultures des cultures principales qui sont implantées, récoltées, valorisées ou vendues. Et puis, entre ces cultures principales, il peut y avoir une implantation d'un maïs ou d'un sorgho qui peut être récolté pour aller vers le méthaniseur. Mais il y a bien, toujours dans la succession, cette culture principale qui va être valorisée.



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE de laboratoire de biotechnologie de l'environnement :

Position : 18 h 24 ou à la 113'

Après, le débat sur les sols et les cultures, il faudrait qu'on se rappelle qu'en France, on a renoncé au modèle allemand où justement en Allemagne, on faisait des cultures énergétiques destinées à la méthanisation, on faisait des hectares de maïs pour les méthaniser, le modèle français, à la différence de ça refuse de consacrer des terres agricoles à des cultures énergétiques puisque c'est plafonné en France à 15 % et que dans la pratique, je crois qu'on est autour de 7 ou 8 %, voilà, je voudrais quand même rétablir les choses.

17 – La neutralité carbone du biométhane est-elle avérée ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 22 ou à la 51' pendant l'introduction

La neutralité carbone du biométhane, également, c'est quelque chose qui m'intéresse beaucoup. Alors, je voudrais ici citer une publication qui a été faite en 2019 par **FRIEDLINGSTEIN** auquel étaient associés 80 auteurs internationaux qui montre – alors je voudrais bien que la mission retienne, ces chiffres très importants – que lorsqu'on émet 100 unités de CO₂ dans l'atmosphère (donc imaginons que ce CO₂ provienne de la combustion du biométhane et puis du CO₂ qui se trouve également dans le biogaz), il y a 45 unités qui restent définitivement dans l'atmosphère, elles ne reviennent jamais sur la terre. Et sur ces 100 unités qui ont été émises dans l'atmosphère, il y en a 30 à peu près qui reviennent sur la terre et sur ces 30 qui reviennent sur la terre, il y en a 1/5 qui est fixé par la biomasse, donc ça fait à peu près 6 %. Donc sur 100 CO₂ qui sont envoyés dans l'atmosphère, il y en a seulement 6 % qui est recyclée via la croissance végétale par la photosynthèse. Donc ce n'est pas vraiment quelque chose qui est neutre sur le plan du carbone. La neutralité signifierait qu'il y a autant de CO₂ fixé par la biomasse végétale qu'il y a de CO₂ envoyé dans le ciel par le processus de méthanisation.

Lorsque le biogaz relâche 100 unités de CO₂ dans l'atmosphère :

- 45 unités restent définitivement dans l'atmosphère ;
- 30 reviennent sur terre dont **6 seulement sont recyclées via la croissance végétale par la photosynthèse.**

La neutralité signifierait qu'il y a autant de CO₂ fixé par la biomasse végétale qu'il y a de CO₂ envoyé dans le ciel par le processus de méthanisation.

18 – Existe-t-il un modèle de méthanisation à privilégier ?



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 05 ou à la 34', pendant l'introduction

Nous, clairement à Solagro, on situe la méthanisation dans une stratégie à long terme de sortie des énergies fossiles et de sortie du nucléaire d'ici 2050, voilà. Comme ça n'a pas tellement été dit jusqu'à maintenant, c'est en tout cas, nous, notre vision importante et la méthanisation pour nous, ça n'est pas la ferme des 1 000 vaches, bien au contraire.

Notre modèle à nous, c'est la méthanisation collective, ce qui n'empêche pas la méthanisation individuelle, mais une méthanisation collective : on prévoit à peu près 9 000 méthaniseurs, ça veut dire en gros un méthaniseur pour trois ou quatre communes en France qui permettraient donc de mieux gérer tous les coproduits de l'agriculture, donc à la fois toutes les déjections d'élevage sachant qu'il y aura moins d'élevage, l'élevage qui notamment pour les ruminants utilise beaucoup plus les pâturages, donc il y aura en plus moins de déjections dans les étables,

mais c'est aussi, comme ça a été dit, de diversifier les rotations, de couvrir les sols et en cela, la méthanisation, ce qui est intéressant, c'est l'appui qu'elle peut apporter à la généralisation des CIVE et des couverts.

C'est aussi de mieux gérer collectivement l'épandage des digestats. Et ça, le collectif permet aussi de compenser éventuellement des fermes qui auraient plus besoin d'azote et d'autres qui en auraient trop.

Et puis un projet collectif, ça permet d'intégrer les petites exploitations, que la méthanisation ne soit pas réservée uniquement aux grosses installations. Et donc, ça doit permettre de gérer la sur-fertilisation et ce qu'on a montré dans le programme Casdar qui s'appelait MéthaLAE, c'est qu'en fait, les résultats sur un suivi d'une quarantaine d'exploitations, c'était en fait une économie de 20 % d'azote et une diminution des surplus azotés.

La méthanisation collective permet aussi de partager les compétences techniques puisque bien entendu, je ne dirais pas que faire du biogaz, c'est comme faire du beurre, m'enfin, il faut gérer la fermentation, gérer un certain nombre de machines et donc, ça nécessite beaucoup de compétences techniques, voilà.

Et puis, ça peut être aussi une source de diversification des exploitations agricoles, de création de revenus. Quand vous savez aujourd'hui qu'on perd à peu près 9 000 exploitations par an, ce n'est pas du tout tenable, on va devoir faire face à un renouvellement important des exploitations agricoles et pour nous, le développement des énergies renouvelables dans l'agriculture tout comme d'autres formes de valorisation comme la transformation des produits de qualité peut permettre de créer beaucoup d'emplois et on estime que la filière biogaz pourrait créer à terme 50 000 emplois.

Voilà pourquoi nous, depuis 40 ans, on est sur ce sujet-là qui progresse heureusement un peu rapidement, pendant 30 ans, on n'a pas beaucoup bougé, avec un objectif qui est vraiment de tenir à la fois l'objectif des accords de Paris, de sortir rapidement des énergies fossiles et de rester sous la barre des 1,5 °C. Donc là, on a un enjeu considérable vu les émissions et la consommation d'énergies fossiles actuelles.

Pour nous aussi, c'est la sortie du nucléaire qui est aussi un désastre dans certains pays comme le Japon ou l'Ukraine et où on ne voit pas trop de solutions à long terme, alors que là, on peut avoir une énergie parfaitement renouvelable qui, couplée aux autres énergies comme le photovoltaïque, l'éolien, pourrait nous mener vers un scénario totalement renouvelable avec pour nous l'utilisation du biogaz qui sera avant tout tourné vers les carburants, notamment d'utiliser le bioGNV pour faire rouler des bus et des camions. Avec aussi l'atout du biométhane qui est qu'on peut le stocker facilement, on est en capacité de stocker une année de production aujourd'hui dans le stockage souterrain.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 49 ou à la 78

L'intérêt d'un réseau de méthaniseurs couvrant le territoire français, c'est qu'avec ça, on va limiter tous les coûts de transports, que ça soit de l'épandage du digestat, ou que ça soit des matières organiques, dans la mesure où on privilégie l'injection dans le réseau, on n'a pas non plus de coût du transport de méthane.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 58 ou à la 87

Moi, je veux bien démarrer si vous voulez. C'est un peu ce qu'on a dit tout à l'heure, c'est une méthanisation collective et territorialisée, avec des méthaniseurs répartis sur le territoire qui permet, comme l'a dit Nicolas BERNET, de limiter tout transport à la fois des matières organiques venant des fermes, que ça soit des matières organiques recyclées vers l'agriculture, avec des projets qui soient si possible maîtrisés par agriculteurs, créer de l'emploi rural, avec une limitation maximum des cultures dédiées. Donc c'est vrai que la réglementation, c'est 15 % mais aujourd'hui, on est plutôt proche de 5 % en France et donc, cette part peut être limitée.

C'est vrai qu'on peut avoir des discussions sur les cultures intermédiaires puisque la question c'est : **qu'est-ce qu'on appelle une culture principale dans la PAC ?**

Donc bien entendu, on peut récolter une orge très tôt et puis transformer le maïs qui suit derrière en culture secondaire. Donc là, je pense qu'il est important aussi de faire appliquer les réglementations qui existent. Donc s'il y a des problèmes qui dérogent à la loi, eh bien, il faut les sanctionner.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 00 ou à la 89

Je pense que la méthanisation collective et territorialisée maîtrisée par les acteurs locaux où on pourrait même imaginer que les collectivités locales, voire les habitants, prennent part dans ces structures qui pourraient même être sous forme de SCI ou de coopératives : je pense que c'est là la meilleure intégration pour que les gens reprennent la main aussi sur leur autonomie énergétique. Il ne faut pas oublier, on a beaucoup parlé d'azote, de carbone, enfin, si on veut tenir l'objectif de l'accord de Paris, je vous signale que l'État vient d'être condamné pour non atteinte de ses objectifs par le tribunal administratif de Paris, il y a aujourd'hui une urgence à sortir des énergies fossiles et à développer bien entendu tout ce qui est la sobriété, l'efficacité mais on sera obligé aussi de développer les énergies renouvelables. S'il y a d'autres scénarios, vous me les ferez connaître. Et donc je pense que là-dedans, le biogaz comme d'autres énergies renouvelables a vraiment sa place.

Et après, il faut faire connaître la méthanisation, il faut que les gens aillent visiter les exploitations. On a un site à Solagro qui s'appelle **Osaé** (*osez l'agro-écologie*), vous irez voir **une exploitation de méthanisation collective** en Dordogne par un agriculteur biologique et vous verrez tout l'intérêt qu'il pense, qu'il a de la méthanisation.



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 18 h 02 ou à la 91

Je suis complètement d'accord avec ce que vient de dire Philippe POINTEREAU : il n'y a un modèle de méthanisation parfait et d'autres qui seraient à rejeter. Il y a plusieurs modèles qui doivent être développés de manière concertée au niveau territorial, en laissant le plus possible de place aux agriculteurs parce que je pense vraiment que la méthanisation en lien avec l'agriculture est un bon moyen de développement pour les agriculteurs, de diversification des exploitations agricoles, de développement de l'emploi dans les régions agricoles également. L'important, c'est d'avoir des méthaniseurs pour lesquels on fait un bilan des intrants, des sortants, en particulier de l'azote pour bien prendre en compte tous les intrants azotés complémentaires aux effluents d'élevage ou aux cultures intermédiaires pour être sûr d'avoir un bilan équilibré de la fertilisation à partir des digestats, complétés ou non par des engrais minéraux. Mais il y a effectivement des très beaux modèles de méthanisation collective agricole qui sont vraiment très, très intéressants et qui sont des modèles de développement de l'agro-écologie.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 18 h 03 ou à la 92'

Je voulais soulever une question qui n'a pas été abordée ici, c'est le...

Intervention de Pierre CUYPERS : Attendez, non mais déjà, de répondre à la question, avant d'en susciter d'autres, si vous pouvez ! Si vous n'avez pas de réponse, alors, à ce moment-là...

Jean-Pierre JOUANY : Bien, en ce qui concerne pour ma vision, elle est assez différente effectivement de celle de mes collègues.

Pour moi, l'intérêt de la méthanisation, c'est plutôt pour, effectivement pas le but de produire de l'énergie, c'est le but d'éliminer des déchets vrais, dont on ne sait que faire et qui gênent l'environnement. Et puis le peu de méthane qui est produit à partir de ce type de déchets polluants soit utilisé sur place dans le cadre d'un circuit très court. Ou que par exemple des agro-industriels de conservation ou des fromageries qui produisent des grandes quantités de lactosérum dont ils ne savent que faire, ça, ça peut être effectivement utilisé pour produire du méthane plutôt que de polluer l'environnement. Mais l'objectif tel qu'il est affiché de développer la méthanisation dans le but de produire de l'énergie, du méthane, c'est une énergie, je le rappelle, carbonée en relation avec les gaz à effet de serre, pour moi, ça n'a pas d'intérêt, mais je suis très largement minoritaire dans cette assemblée et j'accepte la discussion bien sûr.

Mais j'aimerais que certains de mes collègues, des membres de la mission sénatoriale réfléchissent à certains points qui paraissent acquis sans problème qui, en réalité, peuvent être discutés.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 10 ou à la 99'

Sur la taille donc, la taille que nous, on imagine moyenne, bien entendu, on peut trouver tous les cas de figure mais si l'objectif, si c'est 9 000 méthaniseurs en France, ce serait des méthaniseurs qui traiteraient entre 20 000 à 50 000 tonnes de matières pour une production de 14 000 MWh. On a cette taille, on a déjà aujourd'hui pas mal d'expérience, il y a quand même presque 1 000 méthaniseurs qui fonctionnent en France donc on a déjà beaucoup de recul là-dessus.



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 18 h 23 ou à la 112'

Il y a aussi des toutes petites unités de méthanisation dans d'autres pays à l'échelle de fermes, pour le séchage en grange et pour d'autres choses (il peut y avoir d'autres usages) et très peu coûteux (par contre, je n'ai pas les prix, je ne peux pas vous les donner aujourd'hui). **Mais je pense qu'on a d'emblée évacué ça en France, je pense que c'est quand même une erreur**, je serais pour qu'on étudie quand même cette question-là.



Pierre AUROUSSEAU, professeur honoraire de sciences de l'environnement, ex-président du Conseil scientifique de l'environnement en Bretagne :

Position : 18 h 27 ou à la 116'

Je voudrais dire deux mots concernant effectivement d'autres formes de technique de méthanisation : on sait par exemple que les lisiers naturellement quand ils sont dans les fosses à lisier génèrent du méthane. Donc effectivement, il y a sans doute des installations, on va dire de type très légères, qui pourraient simplement récupérer le méthane produit dans les fosses à lisier ou dans les stockages de lisier.

19 – Que faire pour l'acceptabilité sociale ?



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 00 ou à la 89'

Je pense que la méthanisation collective et territorialisée maîtrisée par les acteurs locaux où on pourrait même imaginer que les collectivités locales, voire les habitants, prennent part dans ces structures qui pourraient même être sous forme de SCI ou de coopératives : je pense que c'est là la meilleure intégration pour que les gens reprennent la main aussi sur leur autonomie énergétique. Il ne faut pas oublier, on a beaucoup parlé d'azote, de carbone, enfin, si on veut tenir l'objectif de l'accord de Paris, je vous signale que l'État vient d'être condamné pour non atteinte de ses objectifs par le tribunal administratif de Paris, il y a aujourd'hui une urgence à sortir des énergies fossiles et à développer bien entendu tout ce qui est la sobriété, l'efficacité mais on sera obligé aussi de développer les énergies renouvelables. S'il y a d'autres scénarios, vous me les ferez connaître. Et donc je pense que là-dedans, le biogaz comme d'autres énergies renouvelables a vraiment sa place.

Et après, il faut faire connaître la méthanisation, il faut que les gens aillent visiter les exploitations. On a un site à Solagro qui s'appelle **Osaé** (*osez l'agro-écologie*), vous irez voir **une exploitation de méthanisation collective** en Dordogne par un agriculteur biologique et vous verrez tout l'intérêt qu'il pense, qu'il a de la méthanisation.

20 – Quel est le coût d'un méthaniseur ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 18 h 05 ou à la 94'

Et le dernier point que je voulais soulever, c'est le coût d'un méthaniseur (1), le coût des subventions, et in fine, le coût (2) du biogaz qui sera distribué aux citoyens et le coût sur nos impôts, etc. On n'a pas de temps à m'accorder mais vraisemblablement, c'est quelque chose qui serait intéressant de regarder.

(1) Sur le coût du raccordement au réseau (injection biométhane), M. Frédéric Martin, directeur général adjoint de GRDF disait, lors de l'audition au Sénat du 17 mars dernier devant ces mêmes sénateurs :

- À réception des demandes de raccordement, on regarde, tout opérateur confondu, le potentiel sur la zone. Il est tenu compte des sites opérationnels et en projet, en calculant le ratio I/V (investissement / volume produit), qui fait partie de l'arrêté du 28 juin 2019 relatif aux modalités du droit à l'injection.

Plus précisément, le législateur, d'un commun accord avec la CRE, a fixé un seuil du critère I/V de 4700 €/nm³/h. Cela signifie que, au-delà de ce seuil, les investissements de réseaux sont trop élevés pour être directement éligibles au dispositif de couverture tarifaire des renforcements et sont pris en charge par le porteur de projets. En-dessous de ce seuil, la partie « renforcement maillage » est prise en charge par le tarif national. Le porteur de projet paie en tout état de cause 100 % de son poste d'injection et bénéficie d'une réfaction de 40 % sur le coût de son raccordement jusqu'à l'artère principale.

*D'une façon générale, on constate que 80 % du potentiel agricole mis en évidence dans l'étude Solagro est accessible à moins de 12 km des réseaux existants de gaz. Le raccordement apparaît donc assez aisé à réaliser. Au surplus, **le coût pour tirer une canalisation est de l'ordre de 100 euros du mètre** (hors cas spécifiques).*

(2) M. Jean-Louis Bal, président du Syndicat des énergies renouvelables (SER) lors de l'audition du 16 mars dernier devant ces mêmes sénateurs disait :

« Le prix moyen du MWh issu de la méthanisation est de l'ordre de 95 euros, contre 20 euros pour le MWh issu du gaz fossile.

Il existe toutefois de fortes différences, selon la taille et le type d'installation et selon le type d'intrants. En outre, ce prix a chuté pendant la crise sanitaire. En tenant compte de la monétisation des externalités positives, le comité stratégique de filière arrive à une première estimation d'environ 70 euros le MWh, ce qui réduit considérablement l'écart avec les gaz fossiles. Des progrès sont encore possibles par la rationalisation des équipements. »



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 11 ou à la 109'

Oui, il y a un investissement. Je pense que le problème de l'agriculture demain, ça va être la transmission de ces exploitations, avec ou sans méthanisation. Aujourd'hui, on a des fermes qui représentent la plupart, notamment dans les fermes d'élevage un capital qui dépasse plusieurs millions d'euros. C'est vrai qu'on a un véritable défi demain sur la transmission des fermes qui deviennent de plus en plus capitalistiques. Que ce soit les bâtiments, le matériel, les terres, les machines, la méthanisation en rajoute aussi, c'est pour ça que je pense qu'il serait judicieux que les collectivités locales puissent prendre part dans le capital de ces projets en créant notamment des sociétés coopératives d'intérêts collectifs par exemple, comme ça peut se faire aussi pour les chaufferies à bois plaquettes, où tout le monde aurait intérêt à bien faire fonctionner le système.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 20 ou à la 109'

C'est plusieurs millions d'euros mais je n'ai pas le prix précis. Ce qu'on peut faire, c'est que dans le questionnaire qu'on vous a envoyé, on pourra vous donner quelques exemples précis des coûts. C'est un investissement, c'est clair.

(Quelques tarifs en Mayenne :

Projet de L'Huisserie : 30 000 tonnes – 12 exploitations agricoles - 5,8 millions d'€ (avec un biofiltre de 250 000 €)

Projet Oudon-Biogaz : 140 000 tonnes – 76 exploitations agricoles - 23 millions d'€ (avec biofiltre de 600 000 €))

21 – La méthanisation est-elle une solution au problème des algues ?



Pierre AUROUSSEAU, professeur honoraire de sciences de l'environnement, ex-président du Conseil scientifique de l'environnement en Bretagne :

Position : 18 h 14 ou à la 103' pendant l'introduction

Donc je ne suis pas tombé dans la méthanisation étant petit, je suis arrivé sur ce sujet parce que effectivement, dans le cadre du plan de lutte contre les marées vertes en Bretagne, l'idée d'utiliser la méthanisation pour lutter contre les marées vertes a été avancée. Et c'est à ce moment-là que je me suis intéressé d'un peu plus près à cette technique de méthanisation. D'abord pour voir si concrètement, c'était une solution à la réduction de la pollution des eaux en Bretagne par les nitrates et je suis arrivé à la conclusion que ce n'était pas une solution pour régler ce problème et que ce n'était pas non plus une solution au problème des marées vertes.

Est-ce que les algues vertes peuvent être traitées par méthanisation ?

Alors, c'est très difficile de traiter les algues vertes par méthanisation ; on peut mettre des algues vertes en petite quantité dans un méthaniseur, mais au-delà des petites quantités, ce n'est pas une solution qu'il faut retenir, alors pour plusieurs raisons :

- la 1^{ère} raison, c'est que les algues vertes sont ramassées souvent avec de grandes quantités de sable ;
- 2^e raison, c'est qu'elles sont chargées de chlorure de sodium, de sel et que pour bien faire, il faudrait qu'elles soient rincées avant d'être introduites dans un méthaniseur ;
- et la 3^e raison, comme vous le savez, les algues vertes sont riches en azote d'une part et sont surtout riches en soufre. Parce que comme tous les organismes vivant en mer, la mer comme vous le savez, l'océan, c'est la zone de concentration, non seulement du chlorure et du sodium à la surface de la terre mais c'est aussi la zone de concentration du soufre sous

forme de sulfate. La mer et les océans sont les endroits du monde où il y a les concentrations les plus élevées en soufre à cause du sulfate qui s'est concentré dans la mer au fil des temps géologiques, et en conséquence, les algues vertes sont très riches en soufre. Et quand elles se décomposent en anaérobie, ce qui se produit dans un méthaniseur mais ce qui se produit aussi quand elles sont en tas épais sur les plages, eh bien, ce soufre se transforme en sulfure d'hydrogène (ou H_2S , le fameux gaz à l'odeur nauséabonde d'œuf pourri). Le sulfure d'hydrogène est toxique pour tous les êtres vivants, il est toxique pour les humains, il est toxique pour tous les mammifères mais il est aussi toxique pour les bactéries méthanisantes. Ce qui fait que quand il y a beaucoup de sulfure d'hydrogène qui est produit dans un méthaniseur, il y a ce qu'on appelle un effet dépressif. Cet effet dépressif est très important concernant le sulfure d'hydrogène, il est d'un facteur de 20 à 25 selon la concentration en sulfure d'hydrogène, il y a aussi un effet dépressif qui est dû à l'ammoniac, qui est dû à la réduction de l'azote dans les méthaniseurs, et donc l'effet combiné de l'ammoniac et du sulfure d'hydrogène peut conduire à un effet dépressif très important. Il y a des expérimentations qui ont montré que l'effet dépressif combiné pouvait atteindre un facteur 50. Donc pour toutes ces raisons, si vous voulez, la méthanisation des algues vertes n'est pas une solution, on peut en mettre en petite quantité bien sûr, disons quelques pourcents, 5 % peut-être, d'ailleurs, c'est une technique qui ne se développe pas.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 21 ou à la 110

Moi je suis assez d'accord avec ce qu'a dit monsieur AUROUSSEAU : la méthanisation n'est pas là pour régler le problème des algues vertes en Bretagne. Le problème des algues vertes, c'est vraiment un problème de conditions d'élevage totalement inadaptées à la situation et le méthane n'est pas là pour un problème qui doit se régler ailleurs. On a affaire aujourd'hui à une industrialisation de l'élevage en Bretagne qu'a généré ça, qui coûte beaucoup d'argent à la collectivité et le biogaz n'est pas là pour régler ni les problèmes de sur-fertilisation qu'on a en France aujourd'hui, ni les problèmes de l'élevage intensif en Bretagne. Il y a d'autres solutions que ça et notamment, je pense qu'une des solutions globales, ça serait de taxer l'azote chimique, c'est une des seules actions qu'on peut mener au niveau agricole pour essayer de réduire les émissions de gaz à effet de serre, ça permettrait de développer les légumineuses chères à Marc DUFUMIER, ça limiterait les surplus d'azote, ça favoriserait la meilleure gestion de l'azote organique. Voilà, on a là une solution systémique : taxer l'azote chimique fortement comme demain taxer le CO_2 , si on veut sortir des énergies fossiles et les laisser dans le sol.



Commentaire de Pierre CUYPERS, président de la commission :

Position : 18 h 22 ou à la 111

Il faut savoir quand même que l'azote, les engrais minéraux ont augmenté de plus de 20 % ces dernières semaines.



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 18 h 22 ou à la 111

...azote de synthèse, azotes minéraux et phosphates et autres. Et les évolutions de prix ne sont pas forcément toujours dans le même sens. Parce que l'azote de synthèse, comme c'est coûteux en énergie fossile, c'est fonction du prix du pétrole. Mais par contre, pour les phosphores, c'est une crise, là, il y en a aussi trop dans la mer, enfin ça va trop vite dans la mer.



Marc DUFUMIER, agronome, spécialiste des systèmes agraires et de leur évolution :

Position : 18 h 23 ou à la 112'

Et puis, en prolongement de ce que dit Philippe POINTEREAU : on a dit que ce n'était pas pour résoudre les algues vertes. Il n'en reste pas moins que quand monsieur Stéphane LEFOLL s'est porté porteur de cette idée-là, c'était pour résoudre les questions des algues vertes mais à travers les CIPAN. Mais il faut quand même résoudre le divorce azote/carbone, céréales dans un endroit, élevage dans un autre (animaux qui ne sont pas sur la paille). La méthanisation comme étant la résolution de questions, elle a été posée comme question azote, évacue d'autres questions et à chaque fois, on ne dit pas le coût du renoncement à l'alternative. Je suis désolé de revenir là-dessus : tant qu'on ne répond pas à ça, je reste dubitatif. Je n'ai rien contre la méthanisation, il n'y a pas de dogme mais je suis très, très dubitatif tant qu'on n'a pas de réponses à ça.



Nicolas BERNET, directeur de recherche à l'INRAE de laboratoire de biotechnologie de l'environnement :

Position : 18 h 24 ou à la 113'

Bon, bien effectivement, moi aussi, je suis d'accord avec ce qui a été dit sur le problème des algues vertes.

Après, la méthanisation pour traiter l'azote, moi, j'ai été recruté à l'INRA en 1992 pour traiter du problème du traitement azoté des effluents méthanisés. Donc on sait depuis toujours que la méthanisation ne traite pas l'azote. Aujourd'hui, c'est vu comme un avantage puisqu'au contraire, ça conserve l'azote dans le digestat, donc c'est clair que la méthanisation ne peut pas résoudre les problèmes d'azote, par définition j'ai presque envie de dire.



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 18 h 25 ou à la 114'

Je vais juste répondre à Marc DUFUMIER : je pense qu'il ne faut pas faire porter à la méthanisation le déséquilibre de l'agriculture aujourd'hui en France, ça doit être de concert, changer de modèle très spécialisé de l'agriculture dans certaines régions et le faire évoluer et puis voir si la méthanisation, ça ne peut pas contribuer à améliorer aussi le fonctionnement de l'agriculture, moi je pense que les deux ne sont pas antinomiques, doivent être abordés de front, de concert en tout cas.



Pierre AUROUSSEAU, professeur honoraire de sciences de l'environnement, ex-président du Conseil scientifique de l'environnement en Bretagne :

Position : 18 h 27 ou à la 116'

Ce n'est pas tout à fait pour clore le sujet sur les algues vertes, mais je voulais simplement quand même insister sur le fait qu'à l'heure actuelle, dans le plan algues vertes n°2, PLAV2, la méthanisation figure toujours comme outil de ce plan algues vertes !

22 – L'agriculteur est-il vraiment gagnant ?



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 24 ou à la 53' pendant l'introduction

Mais le dernier point qui me préoccupe beaucoup, **c'est l'intérêt des agriculteurs** dans cette affaire.

La technicité des installations : j'ai une petite idée de la complexité biologique, l'anaérobiose, les archées sont des micro-organismes relativement fragiles et puis la biotechnologie qui est mise en place avec tous les systèmes de capteurs...

Je ne pense pas que c'est quelque chose qui soit facilement utilisable par les agriculteurs. Je pense que, malheureusement, dans ces gros méthaniseurs destinés à produire de l'énergie, ce sont les énergéticiens et les biotechnologues qui auront la main. Les agriculteurs seront des fournisseurs de matières premières pour alimenter ces méthaniseurs. Et je vois même ces énergéticiens et ces biotechnologues essayer d'acquérir les terres pour maîtriser toute la chaîne qui ira du champ jusqu'au méthane qui sera livré au consommateur. Donc ne je vois pas l'intérêt de l'agriculteur dans cette affaire et je crains même qu'il perde beaucoup dans cette affaire.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 17 h 38 ou à la 67'

La plupart des projets sont justement gérés par les agriculteurs et c'est une bonne chose, il faut que ça continue : c'est l'occasion pour les agriculteurs de prendre la main sur cette ressource qui fait partie de leur exploitation et pas la laisser forcément gérée par d'autres. Donc là-dessus, je pense qu'il n'y a pas du tout de soucis et le monde agricole est justement là pour essayer de s'emparer de cette solution et devenir pas seulement des producteurs d'alimentation mais aussi d'énergie parce qu'on va en avoir besoin, comme j'ai répété pour sortir des énergies fossiles.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 49 ou à la 78'

Le point qui n'a pas été discuté, c'est vraiment l'avantage que peut tirer l'agriculteur de cette affaire. Moi, je ne vois pas le bénéfice. Si le digestat effectivement est un bon engrais, je comprends qu'effectivement, s'il n'a plu à dépenser de l'argent pour acquérir des engrais de synthèse qui en outre consomment beaucoup d'énergie, donc si on inclut ce bilan énergétique dans les engrais de synthèse effectivement dans le cycle de vie du méthaniseur, ça joue un rôle très important. Mais je ne vois pas comment des agriculteurs peuvent faire fonctionner des méthaniseurs de plus de 500 kW avec tout le système qu'il y a autour. C'est une complexité et puis il y a des risques, effectivement, on n'en a pas parlé non plus. On stocke dans les méthaniseurs plus de 1 000 m³ de méthane ! Donc il y a des accidents. On a vu en août 2020, dans le Finistère 300 m³ de lisier (digestat ?) qui s'est sorti des silos et puis la semaine dernière, il y a eu **un gros accident dans l'Orne**, également, de rupture, alors cette fois-ci, c'était 3 000 m³ de contenu liquide du méthaniseur qui s'est répandu dans la nature.



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 00 ou à la 89'

L'exemple qu'a donné Jean-Pierre JOUANY, il faut quand même préciser que c'est une exploitation industrielle, ce n'est pas du tout un site agricole. Nous, à Toulouse, on a connu AZF pour l'azote chimique. Il faut rappeler aussi que les problèmes d'explosion ou d'erreur, il y en a dans tous les domaines, il y en aura dans le biogaz, il y en aura dans d'autres. Il y en a qui sont beaucoup plus impactants que d'autres comme la production d'azote chimique.

(Selon le CSNM raisonnée, 272 incidents se sont déjà produits sur les méthaniseurs en France)



Philippe POINTEREAU, agronome, spécialiste de l'agro-écologie :

Position : 18 h 11 ou à la 100'

Oui, c'est un métier. Disons qu'il y a un savoir-faire, des compétences : il faut alimenter le digesteur, il faut mélanger les matières, il faut gérer la fermentation, il faut épurer le gaz, bien entendu qu'il y a des compétences. Il y a des formations pour ça, c'est vrai que dans un projet collectif, on peut répartir les compétences entre les différentes personnes du projet.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 18 h 12 ou à la 101'

La loi de l'offre et de la demande due à la compétition pour l'utilisation des terres agricoles, d'une part pour l'alimentation et d'autre part pour la méthanisation, c'est que probablement, le prix du foncier* agricole va augmenter. Et donc, on peut se poser la question effectivement des enfants d'agriculteurs : auront-ils les moyens financiers pour acquérir ces terres qui risquent effectivement à ce moment-là d'être acquises par les industriels de la méthanisation qui auront des moyens financiers plus importants ? Donc c'était un peu le problème que je soulevais tout à l'heure, à savoir que les agriculteurs risquent de voir échapper une partie de leur capital acquis sur plusieurs générations dû à ce problème. Voilà, je soulève la question, je n'ai pas forcément la réponse.

** C'est ce que confirmait M. Olivier RIETMANN, sénateur, conseiller départemental et agriculteur lors de son audition au Sénat le 16 mars dernier, devant ces mêmes sénateurs :*

- Étant conseiller départemental de l'un des plus grands cantons ruraux de France (700 km²) et agriculteur, je partage avec MM. Bal et Quaak leur présentation des aspects positifs de la méthanisation, notamment parce qu'elle permet la valorisation des effluents d'élevage et des déchets en produisant de l'énergie verte.

Je souhaite toutefois vous alerter sur les deux conséquences négatives de la multiplication des méthaniseurs dans mon canton, où l'on en compte 10. En premier lieu, ils ont entraîné la fermeture d'une coopérative céréalière avec 4 emplois en raison d'un déficit de céréales à traiter et notamment de maïs à sécher. En second lieu, ils ont été à l'origine d'un doublement des prix du foncier, car les agriculteurs « se battent » pour pouvoir planter des CIVE, récolter du maïs en herbe (45 centimètres de haut) ou récupérer de la paille. Les jeunes ne peuvent plus s'installer aujourd'hui. Dans mon secteur le taux de 15 % de cultures vivrières dédiées à la méthanisation est sans doute dépassé, en raison notamment des apports de kiwis et de bananes, dont 400 tonnes ont encore été livrées dernièrement en provenance de la Martinique.

Les industriels commencent par ailleurs à protester à l'encontre des avantages fiscaux accordés à la méthanisation agricole, au point que Bercy pourrait décider de rééquilibrer les choses, au risque de remettre en cause l'équilibre économique de la filière.



Conclusion Pierre CUYPERS, président de la commission :

Position : 18 h 31 ou à la 120'

Eh bien, écoutez, merci de ces deux heures d'échanges entre nous. Merci madame, merci messieurs. Merci d'avoir pris du temps pour le Sénat et pour la suite qui aujourd'hui tiendra compte de chacun des éléments que vous avez pu apporter de manière tout à fait mesurée ;

Il faudrait simplement rappeler aussi que notre monde est de plus en plus gourmand en énergie tout en faisant beaucoup d'efforts pour les économiser et que nous avons besoin d'un bouquet d'énergie parce que nous sommes vulnérables et que nous sommes dépendants du reste du monde et que ceci, ça a un coût et qu'il faut pouvoir l'intégrer justement dans le développement de ces énergies nouvelles.

Merci à vous tous !

PARTIE E : OÙ S'INFORMER SUR LA MÉTHANISATION ?

[Retour sommaire](#)



Sabine HOUOT, directrice de recherches à l'INRAE :

Position : 18 h 26 ou à la 115'

Je voulais aussi signaler qu'il y a un centre **CTBM, Centre Technique du Biogaz et de la Méthanisation** (hébergé au club biogaz de l'ATEE) qui a un regroupement de toutes les structures de recherches qui travaillent sur la méthanisation et sur l'utilisation donc de la production de biogaz et du digestat qui est aussi fonctionnel, qui peut être consulté pour aussi ce groupe de travail. Et il y a aussi, issues de ce CTBM, des fiches qui s'appellent "**INFOMETHA**" et qui font des synthèses sur la méthanisation et les digestats, qu'il serait intéressant de consulter, on pourra vous transmettre les liens pour ces documents.



Pierre AUROUSSEAU, professeur honoraire de sciences de l'environnement, ex-président du Conseil scientifique de l'environnement en Bretagne :

Position : 18 h 18 ou à la 107' pendant l'introduction

Je suis membre du Collectif National Scientifique Méthanisation (CSNM) depuis maintenant plus de deux ans. Je suis un des auteurs, un des deux principaux auteurs des **fiches du CSNM**, donc je crois qu'il y a à l'heure actuelle 11 fiches (*9 en fait*) qui sont accessibles sur internet, qui sont mises en formes, qui sont accessibles sur internet depuis un certain temps (*l'autre auteur est Daniel CHATEIGNER*). Il y en a un certain nombre d'autres qui ne sont pas encore mises en forme mais je les ai transmises au président, à M. SALMON, en tout cas son attaché parlementaire sous forme papier et sous forme numérique. Celles qui ne sont pas mises en ligne sur internet abordent des sujets évidemment complémentaires, en particulier le sujet dont vous venez de discuter qui est la concurrence pour les terres et pour les fourrages entre l'agriculture alimentaire et la méthanisation.



Jean-Pierre JOUANY, ingénieur-chimiste de formation, chercheur à l'INRA pendant 40 ans :

Position : 17 h 16 ou à la 45' pendant la présentation

Une fois à la retraite, je me suis posé la question de savoir ce que j'allais faire et la méthanisation m'a tout de suite intéressé. Et donc, je travaille à titre personnel et seul sur la méthanisation. Et puis à force de discuter cet aspect, j'ai rencontré d'autres collègues qui se trouvaient dans des situations similaires aux miennes et on est **un petit groupe informel** qui travaille ce sujet.

Voir aussi les autres comptes rendus de la MI Méthanisation

Semaine du 5 avril 2021 : Audition de professionnels de la recherche agronomique

Semaine du 29 mars 2021 : Représentants d'organisations syndicales agricoles - Audition de MM. Olivier Dauger, administrateur en charge des questions climatiques de la Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles (FNSEA), Christophe Chatet, membre du conseil d'administration des Jeunes Agriculteurs, Georges Baroni, responsable de la commission énergie de la Confédération paysanne, Alain Sambourg, représentant de la Coordination rurale

Semaine du 15 mars 2021

Professionnels des énergies renouvelables - Audition de MM. Jean-Louis Bal, président du Syndicat des énergies renouvelables (SER), Olivier Dauger et Jacques-Pierre Quaak, co-présidents de France gaz renouvelables (FGR) Industries gazières - Audition de MM. Frédéric Martin, directeur général délégué de GRDF, Édouard Sauvage, directeur général d'Engie, et Thierry Trouvé, délégué général de GRT Gaz

(Autre :

Collectif National Vigilance Méthanisation)

Alain ROUSSARD - FE 53 – avril 2021