

Méthanisation

Novembre 2016

AVIS DE L'ADEME - Résumé	2
Description	5
Etat des lieux et potentiel de développement	6
Des pays voisins riches d'enseignements	6
En France, une filière en développement	7
Des objectifs ambitieux	9
Un potentiel de développement conséquent à l'horizon 2030	9
Une technologie mature	10
Des procédés techniquement opérationnels mais pas toujours optimisés	10
De nombreuses valorisations énergétiques possibles	10
Des installations rentables dans leur majorité (en prenant en compte les nouveaux tarifs électriques de 2015/2016)	11
Mais des difficultés à surmonter	12
Recommandations pour le développement de projets de méthanisation	12
Perspectives	15
Les avancés présentes et à venir	15
Pour en savoir plus	17

AVIS DE L'ADEME - Résumé

Pour l'ADEME, la méthanisation est une filière prometteuse aux bénéfices multiples, tant en termes environnementaux (traitement des déchets, production d'énergie renouvelable, diminution des émissions de gaz à effet de serre...) que de diversification des activités agricoles, notamment pour les éleveurs. Elle doit prendre une part importante dans l'atteinte des objectifs fixés par la loi de transition énergétique pour la croissance verte de 2015 (LTECV) (gestion des déchets organiques des ménages et gros producteurs, encore trop souvent destinés à l'enfouissement) et la loi de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) dont la publication est prévue fin 2016.

La méthanisation, déjà mature dans certains pays comme l'Allemagne, est en développement en France :

- Principalement dans le secteur agricole qui représente son principal gisement : **pour l'ADEME, il convient de mobiliser en priorité les effluents d'élevage et les résidus de culture et, dans une moindre mesure, des cultures telles que prairies ou cultures intermédiaires. D'éventuelles cultures énergétiques dédiées ne doivent être utilisées que pour équilibrer le fonctionnement du digesteur.**
- Son déploiement est plus ancien pour le traitement des effluents et déchets des industries agro-alimentaires.
- Il présente un potentiel de développement pour les stations d'épuration d'eaux usées urbaines, notamment pour réduire le volume de boues à épandre ou éliminer.
- **Concernant le développement de collectes séparées des biodéchets des gros producteurs (qui répond à une obligation réglementaire) ou des biodéchets des ménages (pour lesquels la LTECV fixe un objectif de généralisation d'ici 2025), la méthanisation constitue une opportunité à étudier au même titre que leur compostage.**

Les procédés techniques mis en œuvre sont maîtrisés (voie liquide notamment), même si des marges d'optimisation notamment de la préparation des substrats sont encore atteignables. Afin d'être en mesure d'accueillir les déchets d'industries agro-alimentaires, de restauration ou de distribution ou de collecte séparée auprès des ménages, classés en sous-produits animaux au regard de la réglementation, **l'ADEME recommande de prévoir, dès l'élaboration du projet, les équipements d'hygiénisation permettant d'obtenir un agrément pour leur traitement.** D'une manière plus large, il est nécessaire de poursuivre l'accompagnement d'innovations et de la R&D pour conforter les premières optimisations **et adapter les process aux fumiers et déchets pailleux**, par exemple en termes de prétraitement, brassage et homogénéisation de mélange, pilotage de la digestion biologique, etc...

AVIS DE L'ADEME – Résumé Suite

Les retours d'expériences réalisés par l'ADEME sur un panel de 80 installations de méthanisation en fonctionnement (intégrant l'augmentation de tarif électrique de 2015) montrent que, **dans la très grande majorité des cas, la rentabilité économique est satisfaisante, en particulier pour les projets à la ferme ou de petits collectifs (moins d'une dizaine d'agriculteurs)**. Les projets les plus sensibles sont les projets collectifs de grande taille du fait d'investissements très importants, de plus forte dépendance aux gisements extérieurs et parfois de difficultés de fonctionnement. **Aujourd'hui, les aides publiques (dispositif de soutien aux investissements ou à l'énergie produite, garantie d'origine...) restent cependant essentielles pour assurer la concrétisation des projets. L'ADEME recommande que les dispositifs de soutien public soient les plus stables possibles pour assurer une bonne visibilité aux porteurs de projets comme aux financeurs.**

La méthanisation se conçoit comme un écosystème à part entière, qui associe de nombreux acteurs : agriculteurs, gros producteurs de déchets organiques, gestionnaires des réseaux gaz et électricité, collectivités, particuliers. **Il s'agit d'une filière dont la pertinence économique et la viabilité environnementale doivent être confortées par une approche systémique au sein des territoires.**

Monter une unité de méthanisation est un projet souvent long, complexe et aux investissements lourds. L'ADEME recommande donc aux porteurs de projets de maîtriser les risques et d'optimiser la rentabilité des installations (amélioration des comptes d'exploitation) en veillant à :

- contractualiser sur la durée les approvisionnements (au moins la moitié du gisement, compté en énergie produite) ;
- maximiser la valorisation énergétique ; **en raison d'un meilleur rendement énergétique, l'ADEME recommande l'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel lorsque c'est possible ;**
- assurer les débouchés de leurs digestats (plan d'épandage ou homologation/normalisation) ;
- la non-concurrence entre les projets - et l'adaptation aux territoires ; les collectivités ont un rôle majeur à y jouer ;
- anticiper les réparations et le gros entretien en s'entourant d'entreprises qui ont démontré leurs compétences et de bureaux d'études pour l'accompagnement du projet.

Toute installation de méthanisation (y compris agricole), constitue un outil industriel. **Lors du montage d'un projet il est recommandé de s'informer auprès des fédérations professionnelles afin de bénéficier au mieux du retour d'expérience et anticiper les difficultés au moment de la réalisation. Lors de l'exploitation de l'installation, un suivi rigoureux en s'appuyant sur les fiches techniques existantes permet de limiter leur occurrence.**

AVIS DE L'ADEME – Résumé Suite

Une attention particulière doit être portée aux concurrences d'usage pour un même substrat, notamment s'il bénéficie déjà d'une filière de valorisation (par exemple en alimentation animale ce qui peut être le cas pour des sous-produits d'industries agro-alimentaires ou des issues de céréales) tout en présentant un bon pouvoir méthanogène. **L'ADEME recommande une concertation entre acteurs locaux, indispensable afin de prendre en compte les impacts environnementaux (distance de transport notamment) et économique (évolution du prix des matières qui pourrait déstabiliser la filière de valorisation existante et augmenter le coût de production du biogaz) et de limiter ces concurrences.**

Par ailleurs, quant aux projets nouveaux **pour les déchets ménagers**, en cohérence avec l'objectif de la généralisation du tri à la source des biodéchets, **l'ADEME ne recommande la méthanisation que dans le cas de déchets organiques triés à la source.**

Cette filière émergente en France, génère de nombreux questionnements sur les nuisances et risques potentiels associés :

- nuisances potentiels des installations : flux de transport, bruits, odeurs,
- dangerosité du stockage de biogaz ...
- risques financiers : les modèles économiques adaptés aux territoires français restent à consolider et diversifier,
- risques techniques : l'offre de solutions doit être standardisée pour réduire les coûts et fiabiliser les installations.

L'ADEME recommande une prise en compte en termes de concertation locale, mais également d'information des citoyens et de formation des acteurs.

Pour accompagner la consolidation de la filière méthanisation et de son développement, l'ADEME continuera à s'y impliquer par un soutien à l'animation (interprofession, animation locale, structuration), à la Recherche & développement, à la réflexion et la conception des projets, à la capitalisation des expériences et au soutien à leur concrétisation (subventions, avances remboursables...).

Enfin, **l'ADEME recommande de continuer à développer les connaissances et la diffusion des bonnes pratiques** (enfouissement lors de l'épandage du digestat, limitation des fuites de méthane ...) **pour que les bilans gaz à effet de serre, qualité des sols et qualité de l'air des installations concernées soient incontestablement positifs. Elle souhaite également mettre en avant l'opportunité (pour la collectivité et pour les producteurs) de développer des projets qui participeront aux besoins de flexibilité du système électrique**, ce qui constitue un bénéfice supplémentaire au regard des objectifs de la transition énergétique et écologique.

Description

La méthanisation (appelée « digestion anaérobie ») consiste en la dégradation d'une matière organique (appelée substrat), par des micro-organismes en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène.

Cette dégradation effectuée au sein d'une cuve appelée « un digesteur », aboutit à la production:

- **d'un digestat**, produit humide riche en matière organique partiellement stabilisée qui peut retourner au sol après éventuellement une phase de maturation par compostage ;
- **de biogaz**, mélange gazeux saturé en eau à la sortie du digesteur, composé de méthane et de CO₂.

Le principe de la méthanisation est expliqué dans une fiche technique sur le site internet de l'ADEME¹

Les projets de méthanisation contribuent à l'atteinte des objectifs de plusieurs politiques environnementales en permettant :

- **la gestion des déchets organiques ;**
- **la production d'énergie renouvelable ;**
- **la substitution d'engrais minéraux par l'épandage du digestat (amélioration de la fertilisation) ;**
- **la limitation des émissions de gaz à effet de serre** notamment du monde agricole en limitant les émissions de méthane.

Cette filière présente ainsi une dimension territoriale forte, en lien avec plusieurs politiques publiques territoriales: gestion des déchets, choix des vecteurs énergétiques, maintien du patrimoine sol (contenu en matière organique notamment). Son potentiel de développement industriel et économique est important (potentiel d'emplois notamment).

La méthanisation se différencie d'autres énergies renouvelables en offrant une possibilité, de stockage du biogaz produit. Peu exploité aujourd'hui du fait de

l'émergence de cette filière et du nombre encore restreint d'installations, ce stockage sur une courte période contribue à réguler les pointes de consommation journalière d'électricité. Demain un stockage plus long utilisant les infrastructures gazières est également envisageable.

Emergente en France, cette filière génère de nombreux questionnements sur les nuisances et risques potentiels associés,:

- flux de transport, bruits, odeurs et émissions atmosphériques ...;
 - dangerosité du stockage de biogaz,
 - Risques financiers : les modèles économiques adaptés aux territoires français restent à consolider et diversifier,
- Risques techniques : l'offre de solutions doit être standardisée pour réduire les coûts et fiabiliser les installations.

La concertation locale, mais également l'information et la formation des acteurs sont nécessaires.

Le présent avis n'aborde pas le captage et la valorisation du biogaz produit par les installations de stockage de déchets non dangereux. Si cette valorisation présente un fort enjeu, tant en réduction des émissions de gaz à effet de serre, que de production d'énergie, notamment électrique, ces installations répondent à une exigence réglementaire et la valorisation du biogaz s'assimile à la valorisation d'une énergie fatale.

¹ <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-methanisation-201502.pdf>

Les intérêts de la méthanisation

Les intérêts de la méthanisation sont multiples. Tout d'abord, cette technique permet de traiter des déchets organiques et ainsi d'assurer le retour au sol de la matière organique. Certains déchets des entreprises ou des collectivités habituellement enfouis en décharge peuvent de cette manière être valorisés et se substituer pour partie à des engrais minéraux dont la production est très consommatrice d'énergie. Elle permet également de produire une énergie renouvelable par la valorisation du méthane contenu dans le biogaz. Le biogaz peut, alors, être converti en chaleur, électricité, biométhane ou carburant (gaz naturel véhicule) et se substituer à des énergies d'origine fossile.

Enfin, la méthanisation présente un autre intérêt majeur : l'évitement d'émissions de méthane, qui est un puissant gaz à effet de serre, lors du stockage des effluents d'élevage avant leur épandage ou lors de l'enfouissement en décharge (déchets de cuisine ou de jardin par exemple).

Si la méthanisation trouve sa place dans de nombreux secteurs d'activités : traitement des déchets ménagers ou d'activités agro-alimentaires, traitement des boues², elle présente un intérêt particulier pour le monde agricole.

Etat des lieux et potentiel de développement

Des pays voisins riches d'enseignements

L'étude sur les stratégies européennes en matière de méthanisation menée par l'ADEME en 2015³ montre que les pays européens ont des stades de développement très variés de la filière.

L'Allemagne est le pays avec le plus fort développement avec 9 000 installations : la filière

est surtout orientée sur la production d'une énergie renouvelable par l'utilisation de cultures énergétiques principales (ex : maïs) et la valorisation du biogaz en électricité seule.

La **Suède** est réputée pour le développement du biométhane carburant. Par ailleurs, la croissance de la filière a été très rapide en **Italie** entre 2008 et 2013 : les objectifs de production d'électricité de 2020 ont été atteints dès 2012 (20 TWh d'énergie primaire).

Enfin, le **Royaume Uni et la France** ont des stratégies de filière similaires : un développement progressif basé sur la codigestion de substrats différents (effluents d'élevage, déchets organiques et cultures). La valorisation énergétique est basée sur la cogénération (chaleur et électricité) principalement mais également sur l'injection du biométhane dans le réseau de gaz naturel (assez récent en France).

Dans quelques pays européens, les digestats présentant peu de risques sanitaires bénéficient de procédures simplifiées pour être reconnus comme un fertilisant (respect d'un cahier des charges) et être mis sur le marché : c'est le cas du Royaume Uni, des Pays Bas et de l'Allemagne notamment.

L'enseignement principal tiré de cette étude sur les différentes stratégies par pays est que le contexte (tarifs, subvention, réglementation, etc.) doit être clair et ses changements progressifs pour assurer une bonne visibilité aux acteurs de la filière (porteurs de projet, constructeurs, banquiers).

² <http://www.ademe.fr/evaluation-potential-production-biomethane-a-partir-boues-issues-stations-depuration-eaux-usees-urbaines>

³ <http://www.ademe.fr/benchmark-strategies-europeennes-filieres-production-valorisation-biogaz-prospectives-filiere-francaise-methanisation>

En France, une filière en développement

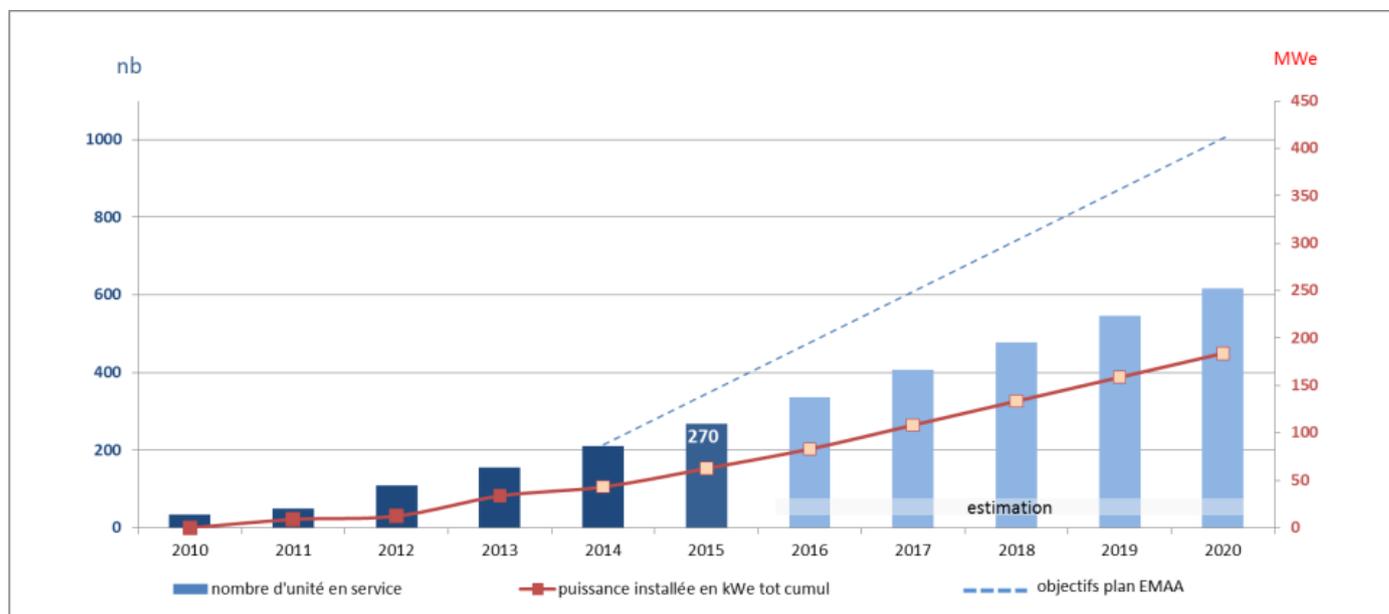


Figure 1 : Evolution du parc d'unités de méthanisation à la ferme et centralisées⁴

En France en janvier 2016, ce sont **plus de 450 installations** qui fonctionnent :

- 80 installations en industries (agroalimentaire, papeterie, chimie),
- 88 installations sur stations d'épuration des eaux usées urbaines,
- 16 installations liées au traitement de déchets ménagers (12 après un tri mécanique et 4 après collecte séparée des biodéchets)
- Et enfin, 236 installations à la ferme et 31 installations centralisées (installations de grande taille regroupant plusieurs agriculteurs ou mobilisant et traitant les déchets d'un large territoire).⁵

Depuis 2015, 70 installations de méthanisation à la ferme et centralisée sont construites chaque année : c'est le secteur le plus dynamique (cf.figure1).

Chacune de ces installations est répertoriée et cartographiée sur le site internet Sinoé (ADEME) : <http://carto.sinoe.org/carto/methanisation/flash/>

Le biogaz est valorisé sous différentes formes :

- environ 100 MWe de capacités électriques installées, soit une production annuelle de **700 GWh électrique**,
- une production de chaleur estimée à 60 ktep, soit **700 GWh chaleur**,
- 18 sites de méthanisation qui pratiquent l'épuration de biogaz et **l'injection de biométhane dans un réseau de gaz naturel** pour une équivalence de **82 GWh**.

Les nouveaux projets de méthanisation valorisent le biogaz par cogénération ou injection dans un réseau de gaz naturel, et rarement par valorisation directe sous forme de chaleur uniquement.

⁴ Le plan Energie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA), datant de 2013, fixe un objectif de 1000 méthaniseurs construits pour 2020.

⁵ Etat des lieux 2016 détaillé : <http://www.sinoe.org/documents/consult-and-count-doc/doc/1211/rubrique/213>

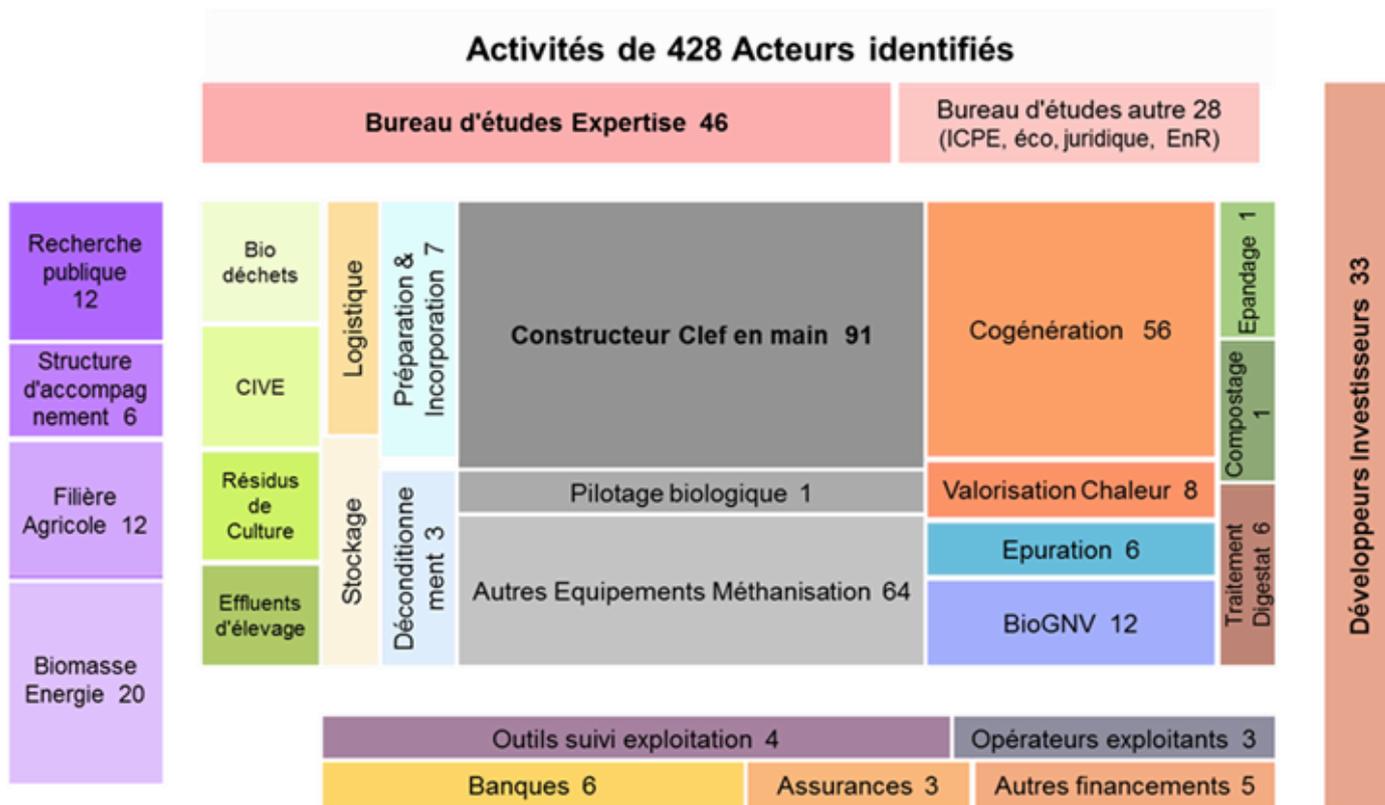


Figure 2 : Nombre d'acteurs par maillons de la chaîne de valeur (recensement à partir des annuaires ATEE & Exposants Salons 2013-2015, Decid&Risk 2016)

De nombreux acteurs sont en place. Environ 430 entreprises proposent leur service en 2016 pour assurer la conception, le développement, la construction et l'exploitation des installations de méthanisation (cf. figure 2).

En 2013, le Club Biogaz avait identifié 1700 emplois dans la filière biogaz. Cette même étude estimait à 15 000 le nombre d'emplois supplémentaires créés en 2020 (si l'objectif de développement de 1000 méthaniseurs à l'horizon 2020 était atteint). Le potentiel d'emplois est donc important.

Mais pour l'instant, le nombre d'installations construites par an reste bas et n'assure pas à ces entreprises une activité économique suffisante. Le rythme actuel n'est également pas suffisant pour atteindre les objectifs fixés par l'Etat.

Enfin, les efforts financiers consentis à ce jour par les pouvoirs publics sous forme de subventions à l'investissement et de bonification des tarifs d'achat, s'élèvent à 300 M€/an (dont environ 100 M€ par l'ADEME).

Des objectifs ambitieux

Plusieurs textes fixent des objectifs pour les années à venir. Concernant les **déchets**, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte prévoit une généralisation du tri à la source des déchets organiques à l'horizon 2025.

Pour ce qui est des objectifs de développement des **énergies renouvelables**, l'arrêté du 24 avril 2016 fixe les objectifs de développement de la méthanisation à l'horizon 2018 et 2023 repris dans le tableau ci-dessous.

Il comporte également des objectifs de développement du **bioGNV** pour atteindre 0,7 TWh en 2018 et 2 TWh en 2023, dans la perspective que le bioGNV représente 20% des consommations de GNV en 2023.

	Etat des lieux 2015	Objectif PPE 2018	Objectif PPE 2023
Electricité en MWe	100	137	237 à 300
Equivalence en nombre d'unités	300(moy 330 kWe)	415 (moy 330kWe)	720 à 910 (moy. 330 kWe)
Chaleur⁶ en kTep	60	300	700 à 900
Injection	82 GWh	1.7 TWh	8 TWh
Equivalence en nombre d'unités	18	140 (moy. 12GWh)	670 (moy.12 GWh)

Figure 3 : Etat des lieux et objectifs PPE

Le projet de loi de programmation pluriannuelle de l'énergie PPE⁷ vient confirmer les objectifs de développement de 1000 méthaniseurs à l'horizon 2020 prévue par le Plan Energie Méthanisation Autonomie

Azote (Plan EMAA, 2013). Il conforte également la priorité d'usage de la biomasse pour produire de la chaleur. Pour la méthanisation cela se traduit par une hiérarchie de la valorisation du biogaz en

⁶ Les objectifs chaleurs comprennent la production directe, la valorisation de chaleur issue de cogénération et l'usage chaleur du biogaz injecté (estimé à 60%)

⁷ Le projet de PPE, prévue à l'article 176 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, est mis en consultation du 15/09/2016 au 15/10/2016, dont la publication est prévue fin 2016

faveur respectivement de la production de chaleur, l'injection, puis la production d'électricité avec valorisation de la chaleur.

Un potentiel de développement conséquent à l'horizon 2030

D'après l'ADEME, le **gisement mobilisable à l'horizon 2030 est principalement agricole (90%, cf.figure 4)**. Hors cultures principales énergétiques, il est estimé à plus de 70 000 GWh d'énergie primaire⁸. **Les quantités de biométhane injectées dans le réseau de gaz naturel seraient de 30 000 GWh en 2030⁹ et représenteraient 14 % de la consommation de gaz. Le potentiel de développement de la méthanisation est donc important et de nombreux projets pourraient voir le jour.**

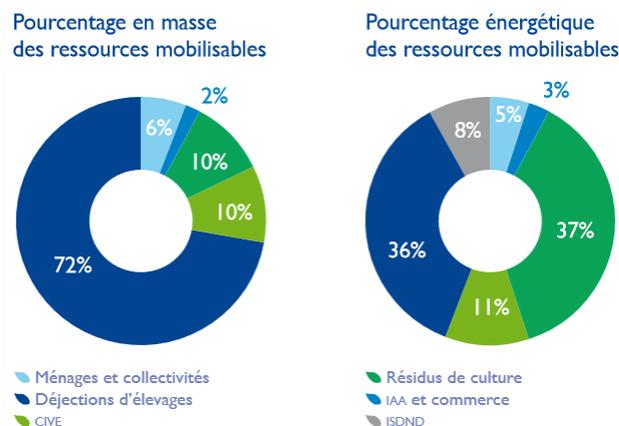


Figure 4 : Pourcentage en masse et en énergie des ressources mobilisables par la méthanisation

L'utilisation des cultures énergétiques est encadrée depuis le 7 juillet 2016 par un décret¹⁰ dans le cadre de la loi TECV. Ces cultures peuvent être utilisées en méthanisation sous forme de cultures principales¹¹ ou de cultures intermédiaires¹². Le

⁸ ADEME, 2012. Contribution de l'ADEME à l'élaboration de vision énergétique pour 2030 et 2050.

⁹ ADEME, GreenGasGrids, 2014

¹⁰ Décret n° 2016-929 du 7 juillet 2016 :

<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/7/7/DEV1617121D/jo/texte>

¹¹ Une culture principale est la culture d'une parcelle qui est soit présente le plus longtemps sur un cycle annuel, soit identifiable entre

potentiel est théoriquement élevé. **Toutefois, le modèle français vise à utiliser les cultures principales de manière modérée et raisonnée.** Aussi, le décret limite le recours aux cultures principales à une proportion maximale de 15 % du tonnage brut total des intrants par année civile.

La priorité est en effet donnée au traitement de déchets organiques et des effluents d'élevage, les cultures énergétiques ne constituant qu'un moyen pour équilibrer le fonctionnement du digesteur.

Ainsi, il existe des concurrences d'usage entre ces cultures énergétiques et celles dédiées à l'alimentation et demain à la production de bioproduits (chimie verte, biomatériaux...). L'utilisation des terres agricole pour la production de biogaz pose ainsi des questions sociétales et d'acceptabilité. Il est délicat de préempter de telles surfaces pour les 20 ans à venir, durée de vie moyenne d'une installation de méthanisation. De nombreux travaux sont en cours afin d'éclairer ce débat et les priorités en matière d'allocation des sols. De plus, l'impact environnemental de l'utilisation de ces cultures énergétiques (principales ou intermédiaires) en méthanisation doit mieux être évalué. Le bilan gaz à effet de serre pourrait être dégradé en cas de changement d'affectation des sols (CAS), d'usage d'engrais minéraux de synthèse et de produits phytosanitaires supplémentaires. Des pratiques agro-écologiques (maintien de la biodiversité, travail du sol limité, etc.) contribuent à diminuer les impacts environnementaux et à favoriser le stockage du carbone dans le sol. A noter que les prairies et les cultures intermédiaires présentent des impacts environnementaux réduits¹³.

Une technologie mature

Des procédés techniquement opérationnels mais pas toujours optimisés

le 15 juin et le 15 septembre sur la parcelle, en place ou par ses restes, soit commercialisée sous contrat.

¹² Une culture intermédiaire est semée et récoltée entre deux cultures principales.

¹³ <http://www.ademe.fr/etude-champ-potentiels-agronomiques-methanogenes-cultures-intermediaires-a-vocation-energetique>

La technologie développée au cours des dix dernières années en Allemagne est « **l'infiniment mélangé mésophile** » (méthanisation en milieu liquide avec un substrat en agitation continue à 38°C). **Cette technique convient très bien à un substrat homogène avec un faible taux de matière sèche. Les substrats couramment utilisés sont les lisiers, les ensilages de cultures et les déchets organiques. Dès lors que ces caractéristiques sont respectées les installations fonctionnent bien.** Plusieurs études récentes d'évaluation menées par l'ADEME l'attestent. Elles précisent également que ces procédés disposent d'une marge possible d'optimisation (notamment lors de la préparation des intrants, et l'amélioration de la gestion des digesteurs).

En France, le fort taux de matière sèche des substrats disponibles (fumier, résidus de culture, etc.) justifie d'explorer d'autres procédés de type voie solide (méthanisation de substrat dont le taux de matière sèche est supérieur à 20%). Complémentaires de « l'infiniment mélangé », **ils sont moins connus chez nos voisins européens, en développement ou au stade de pré-diffusion, et sont pour la plupart très prometteurs mais nécessitent encore des ajustements et de consolider un retour d'expérience.**

De nombreuses valorisations énergétiques possibles

Le biogaz peut être valorisé sous plusieurs formes. Toutes les techniques fonctionnent bien. Elles présentent de bonnes performances énergétiques à condition que l'énergie contenue dans le biogaz soit valorisée au maximum.

Le stockage de biogaz sur de courtes périodes (dans des gazomètres) offre une capacité pour moduler la production d'énergie en fonction des besoins de pointe du réseau (électrique ou gaz naturel), contribuant ainsi à équilibrer les réseaux énergétiques et à intégrer l'intermittence des énergies renouvelables.

Afin d'optimiser le bilan énergétique et environnemental, il est important que l'énergie produite permette de répondre aux besoins réels de l'entreprise, de la localité ou du territoire.

- Ainsi la **valorisation directe du biogaz en chaleur** présente un très bon rendement. La chaleur venant d'une chaudière ou issue de cogénération pourra être utilisée sur place ou dans un réseau de chaleur en substitution à des énergies fossiles ou électrique. Le besoin doit être régulier toute l'année et pérenne.
- La **valorisation en cogénération** présente également un bon rendement si la chaleur est suffisamment valorisée (process industriel, réseau de chaleur, etc.), la production simple d'électricité ayant une efficacité énergétique assez faible (de 30 à 40%). Un guide de l'ADEME présente les différentes façons de valoriser la chaleur issue d'une méthanisation.¹⁴
- L'**injection de biométhane** permet également de récupérer au moins 80 % de l'énergie. La possibilité d'injection dépend cependant de la capacité du réseau à accepter le volume de gaz correspondant et doit faire l'objet d'une étude en ce sens.
- L'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel ouvre également la possibilité de garanties d'origine, notamment avec le développement de **biométhane carburant**, pour le secteur du transport. Les véhicules Gaz Naturel Véhicule existent, aussi bien pour les véhicules lourds que légers. Sa diffusion est conditionnée par la mise en place simultanée de l'offre et de la demande : des stations gaz et des véhicules GNV. Dans certains cas, la méthanisation pourra alimenter directement des stations BioGNV sans passer par le réseau (pratique courante en Suède).

En raison d'un meilleur rendement énergétique, l'ADEME recommande en priorité l'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel lorsque c'est possible, ou l'utilisation du biogaz en usage direct sous forme de chaleur.

Des installations rentables dans leur majorité (en prenant en compte les nouveaux tarifs électriques de 2015/2016)

Les conditions d'achat de l'énergie (électricité et biométhane) sont les principaux leviers économiques permettant l'émergence de la filière méthanisation. Sans elles, les projets de méthanisation ne seraient pas économiquement viables.

Les suivis technico-économiques approfondis et l'étude de la rentabilité des installations montrent un bilan contrasté :

- Sur la période 2009 -2015, certaines installations de méthanisation suivies, ayant opté pour de fortes innovations technologiques, ont rencontré des difficultés lors de leur mise en route, dégradant fortement leur rentabilité sur ces premières années. Les autres installations (sans innovations particulières) ont rencontré des difficultés (essentiellement d'apprentissage des acteurs et d'adaptation au contexte français) mais sont parvenues à trouver des solutions techniques ou organisationnelles et à stabiliser leurs performances.
- **Le bilan économique d'un panel de 80 installations est aujourd'hui positif, notamment grâce à la hausse du tarif d'achat intervenue en 2015.**

Les modèles les plus performants sont la méthanisation à la ferme¹⁵ et les petits collectifs¹⁶. La petite méthanisation à la ferme¹⁷ et le modèle centralisé industriel¹⁸ présentent des résultats économiques satisfaisants. En revanche, **les grands collectifs¹⁹ rencontrent des difficultés** et leur situation économique est parfois

¹⁵ Présente sur une exploitation agricole, traitant environ 7 000 tonnes de substrats et avec un moteur de cogénération de 200 kW.

¹⁶ Plusieurs exploitations agricoles regroupées autour d'un projet commun, 15 000 tonnes de substrats et environ 400 kW.

¹⁷ Présente sur une exploitation agricole, avec puissance électrique inférieure à 80 kW.

¹⁸ Installation de plus de 20 000 tonnes de substrats, moteur de cogénération de plus de 1MWe et porté par un industriel.

¹⁹ Installation de plus de 20 000 tonnes de substrats, moteur de cogénération de plus de 1MWe et regroupement de nombreux agriculteurs.

¹⁴ <http://www.ademe.fr/chaleur-issu-methanisation-reelles-opportunités>

inquiétante. Divers paramètres peuvent contribuer à cette situation, notamment des investissements importants (bâtiment et matériel supplémentaires) et des charges plus importantes (la fragilité et le coût d'un plan d'approvisionnement sur un territoire très large, les charges d'emplois supérieures, les coûts de gestion des digestats). Pour se sortir de ces situations délicates, ces installations sont contraintes d'investir dans des matériels supplémentaires permettant de dégager davantage de revenus (matériel d'hygiénisation et de désemballage).

Les installations entrant dans le champ de compétence des collectivités (traitement des déchets organiques des ménages, stations d'épuration des eaux usées urbaines) présentent un modèle économique différent qui est à analyser au regard des solutions de traitement alternatives, et d'un objectif de maîtrise des coûts de gestion des déchets ou effluents.

Mais des difficultés à surmonter

Tout d'abord, **les projets de méthanisation se caractérisent par des investissements lourds : de 300 000 € à 15 000 000 €** (étude économique de 80 installations, 2016). Il est très difficile pour les porteurs de projets, notamment du monde agricole, de mobiliser les capitaux permettant d'investir.

Ensuite, les installations mises en fonctionnement ces dernières années ont rencontré des difficultés, essentiellement :

- **d'ordre technique** ; liées à la casse de parties de l'installation (pompes, agitateurs par exemple) ou à l'inadéquation de l'installation aux substrats traités pour les cas les plus difficiles,
- **de maîtrise du gisement (en quantité, qualité et prix)**, un critère essentiel de pérennité des installations.

Ces difficultés se sont traduites par des baisses de revenu (moins de prestation de traitement de déchets et augmentation des coûts d'approvisionnement, moins de vente d'énergie) et des augmentations des frais de maintenance et de renouvellement qui ont fortement pénalisé leur rentabilité. Ce constat ainsi que le faible retour d'expérience en France se traduisent pour cette filière émergente par une

évaluation du risque financier jugé encore important par les financeurs.

Heureusement, la grande majorité des installations ont entrepris les adaptations nécessaires (même si elles n'avaient pas été anticipées) et fonctionnent aujourd'hui correctement. Les entreprises du secteur comme les bureaux d'étude et les constructeurs ont largement développé leur savoir-faire au cours des 10 dernières années. **Cela se traduit, pour les installations récentes adoptant les technologies matures, par une mise en route qui se déroule généralement bien et l'atteinte d'une stabilité de fonctionnement rapide, gage de rentabilité.**

Malgré cette amélioration de la situation et des conditions d'achat de l'énergie réglementées, la poursuite d'une participation publique sous forme de subvention ou d'avance remboursable complémentaire se justifie lorsque la rentabilité n'est pas suffisante. De manière transitoire, ces soutiens à l'investissement permettent également de faciliter l'accompagnement financier des installations par les banques.

Recommandations pour le développement de projets de méthanisation

Une adaptation nécessaire au contexte de territoire

Chaque territoire a un contexte économique différent. L'agriculture et l'agroalimentaire sont par exemple très différents en Bretagne et en Bourgogne. L'activité touristique ou l'urbanisme peuvent impacter les gisements mobilisables. Les substrats à traiter localement pourront être différents, ainsi que les besoins énergétiques. De même, les porteurs de projet ne sont pas forcément les mêmes (ex : agriculteurs, industriels, développeurs, collectivités, etc.). **Le modèle de méthanisation choisi (taille, organisation, technologie et valorisation énergétique) doit être adapté à ces spécificités locales.**

Les collectivités locales ont un rôle à jouer

Au-delà de l'investissement pour leurs besoins propres de traitement (déchets organiques des ménages, boues de station d'épuration des eaux usées), les collectivités ont un rôle majeur à jouer dans l'émergence de projets de méthanisation sur leur territoire. Elles peuvent ainsi chercher à **structurer des stratégies de développement au travers de la planification de leur politique régionale, à favoriser la concertation entre acteurs**, la mutualisation du traitement de substrats de secteurs d'activité différents (agricole, industriel, collectivités) et la prise en compte des besoins énergétiques locaux (chaleur dans les bâtiments publics, utilisation de garanties d'origine pour la consommation de gaz naturel d'origine renouvelable). Les formes d'implication peuvent être de différentes formes : coportage (SEM engageant l'échelon communal et intercommunal), implication des collectivités dans l'animation des acteurs (industriels, agricoles, publics), et réalisation d'études de gisement. D'autres actions sont encore à inventer. Des exemples sont présents au Danemark et en Suède, où les collectivités s'impliquent en investissant dans les projets de méthanisation ou les réseaux de biogaz (cf. Etude Benchmark européen²⁰).

Renforcer la pérennité des installations en sécurisant le plan d'approvisionnement

La ration d'intrant doit être planifiée et sécurisée dès le montage du projet de méthanisation. De plus en plus l'un des constats est que les installations peuvent entrer en concurrence entre elles vis-à-vis de la captation des déchets avec pour conséquence d'être fragilisées techniquement et économiquement par le manque de substrat et la volatilité des prix des matières entrantes.

L'une des solutions pour pallier ce problème est de **favoriser l'implication des détenteurs des déchets au sein d'un même projet de méthanisation grâce à une participation au capital par exemple.**

²⁰ <http://www.ademe.fr/benchmark-strategies-europeennes-filières-production-valorisation-biogaz-prospectives-filière-française-methanisation>

Une autre solution est d'adapter la taille de l'installation en fonction du gisement réellement disponible au lieu de projeter une installation surdimensionnée "au cas où".

Des équipements complémentaires permettent d'accéder à de nouveaux gisements et d'apporter un nouveau service aux entreprises détentrices de déchets. Les équipements d'hygiénisation, par exemple, permettent de traiter des déchets de cuisine ou des déchets d'industries agroalimentaires nécessitant un traitement thermique et n'ayant pour l'instant pas de débouchés. Le déconditionnement peut également permettre d'utiliser d'autres déchets organiques (ex : distribution Grandes et Moyennes Surfaces, industries agroalimentaires, etc.).

Enfin, une attention particulière doit être portée aux concurrences d'usage pour un même substrat, notamment s'il bénéficie déjà d'une filière de valorisation tout en présentant un bon pouvoir méthanogène. Cela peut être le cas par exemple en alimentation animale pour des sous-produits d'industries agro-alimentaires ou des issues de céréales provenant du triage ou du nettoyage. **L'ADEME recommande une concertation entre acteurs locaux, indispensable afin de prendre en compte les impacts environnementaux (distance de transport notamment) et économiques (évolution du prix des matières qui pourrait déstabiliser les filières de valorisation existantes et augmenter le coût de production) et de limiter ces concurrences.**

Standardiser et diffuser les installations de méthanisation

La conception des projets de méthanisation en France repose sur deux points conditionnant leur réussite : les substrats disponibles et la valorisation énergétique. Le taux de matière sèche, l'homogénéité et la constance du plan d'approvisionnement, la présence d'inertes et de substrats pailleux, la composition chimique des substrats (azote, pH) peuvent changer d'un projet à l'autre. **D'un point de vue énergétique, l'objectif est de favoriser l'épuration et l'injection de**

biométhane lorsqu'un réseau existe à proximité et dispose d'une capacité adaptée, ou de maximiser la valorisation de la chaleur issue de cogénération.

Par conséquent, le modèle français développé actuellement nécessite une grande rigueur au niveau de la conception (études préalables, dimensionnement des installations ...), et est plus coûteux que dans d'autres pays. A l'heure actuelle, au-delà des projets des industries, des collectivités ou de traitement des eaux usées urbaines, les projets de méthanisation concernent, plutôt les grandes exploitations agricoles en raison de leur disponibilité en substrat et de leur capacité d'investissement. **Industrialiser la filière méthanisation agricole pour augmenter le nombre de projets et favoriser une diminution des coûts d'investissement nécessite d'encourager la recherche d'une standardisation.**

Dans cette optique, deux modèles se dégagent :

- Des installations regroupant plusieurs exploitations agricoles (moins de 10) et de taille moyenne (15 000 tonnes de substrat) devraient être plus facilement reproductibles. Elles présentent l'intérêt, tout en maîtrisant une part significative de leur gisement (les substrats agricoles représentent 90% du potentiel) et la capacité à épandre les digestats, d'accepter en compléments des gisements d'autres origines disponibles localement.
- De même, il existe un potentiel de développement pour les petites installations de moins de 85 kWe à la ferme.

La coopération agricole peut également jouer un rôle important pour structurer et faciliter le montage de projets au sein des filières agricoles à partir d'un réseau d'adhérents structurés au niveau d'un territoire.

Par ailleurs, toute installation de méthanisation (y compris agricole), constitue un outil industriel qui comporte des risques. Lors du montage d'un projet il est recommandé de s'informer auprès des fédérations professionnelles sur ces risques et difficultés, afin de bénéficier au mieux du retour d'expérience et de les anticiper au moment de l'investissement. Un suivi rigoureux lors de l'exploitation de l'installation en s'appuyant sur

les fiches techniques existantes permet ensuite de limiter leur occurrence.

Réduire les impacts environnementaux et prendre en compte l'acceptabilité locale

Certains projets sont confrontés à des interrogations locales quant à leur bien fondé. En général, ces projets n'ont pas été suffisamment expliqués et intégrés par les riverains. Les critiques sont souvent légitimes, mais parfois injustifiées. Comme d'autres filières d'énergies renouvelables en émergence, la méthanisation souffre d'une certaine méconnaissance du public, et de nombreux projets individuels ou collectifs connaissent de fortes oppositions locales. Les "a priori" sont nombreux : odeurs, mouches, risques d'explosion, agriculture intensive/hors sol, circulation de camions, etc. Du côté des porteurs de projets, les aspects communication et concertation sont parfois négligés car perçus au premier abord comme moins indispensables que les enjeux techniques et financiers.

Les impacts environnementaux de la méthanisation sont globalement positifs. Toutefois, ces bilans peuvent être remis en cause si des précautions ne sont pas prises. Un ensemble de mesures participe à la maîtrise de ces impacts locaux:

- Optimiser les distances de transport liées à l'approvisionnement en substrat ou l'épandage des digestats ;
- Minimiser les durées de stockage des substrats et confiner les lieux de réception des substrats fortement méthanogènes, puis capter et traiter l'air ;
- Etre vigilant lors de la réception des ouvrages de production de biogaz (digesteurs), notamment en ce qui concerne l'étanchéité ;
- Maximiser les temps de séjour dans le digesteur et le post-digesteur, recouvrir les fosses de stockage de digestat et capter le biogaz de ces équipements ; limiter les émanations en cas de traitement de digestat (séchage) ;

- Utiliser un matériel adapté lors de l'épandage des digestats (par exemple rampe à pendillards, enfouisseurs à disques) et respecter les périodes d'épandage appropriées.

Toutes ces recommandations sont détaillées dans une étude de l'ADEME.²¹

Les fuites de biogaz peuvent être largement réduites grâce à des mesures sur site notamment à l'aide de caméra infrarouge. Ces démarches d'amélioration sont essentielles car des fuites peuvent remettre en cause le bilan Gaz à Effet de Serre de l'installation de méthanisation.

Les projets de taille inférieure (méthanisation à la ferme ou petit collectif) semblent être plus facilement acceptables par les citoyens.

Dans tous les cas, les acteurs confirment **le besoin d'informations à destination du grand public et le besoin de concertation et de communication lors du montage des projets de méthanisation**. L'objectif général est de favoriser la qualité des projets de méthanisation et leur acceptabilité, en mettant à la disposition :

- du grand public, des informations indépendantes et fiables sur la méthanisation et des réponses aux *a priori* et controverses sur la filière et les installations au niveau territorial.
- des porteurs de projets de méthanisation, un guide méthodologique (En cours de réalisation à l'ADEME) pour qu'ils adoptent les bons réflexes en termes de concertation avec les acteurs, en connaissance des enjeux et du contexte local ;

L'ADEME a lancé des travaux dans ce sens et **recommande une prise en compte en termes de concertation locale, mais également d'information des citoyens et de formation des acteurs**.

²¹ <http://www.ademe.fr/etat-connaissances-impacts-qualite-lair-emissions-gaz-a-effet-serre-installations-valorisation-production-methane>

Perspectives

Les avancés présentes et à venir

Les nouveaux procédés de méthanisation et les prises de risques

En France, de nouveaux procédés de méthanisation sont en cours de développement : voie solide, changement de matériaux de construction, changement de process, réduction de taille, etc. L'innovation peut également concerner la préparation des intrants, l'épuration du biogaz ou la transformation du digestat. **Ces innovations techniques sont importantes car elles permettent d'accéder plus facilement à de nouveaux gisements, de concerner davantage de porteurs de projets et d'optimiser la valorisation énergétique du biogaz.**

Des expérimentations, voire de premières réalisations industrielles (démonstrateurs) sont menées régulièrement sur des installations à taille réelle. Une étude de l'ADEME dresse le bilan de performances d'installations innovantes²²

Les installations de micro-méthanisation (à l'échelle domestique) sont également en cours d'amélioration : elles sont aux étapes d'expérimentation et de recherche industrielle.

Il est souhaitable que le risque soit porté par le constructeur et non par le porteur de projet qui peut être mis dans une situation économique difficile (non remboursement des annuités bancaires) en cas de moindre performance ou difficultés de mise au point. Dans ces cas d'innovations, le porteur de projet est encouragé à demander des garanties de performance voir même une compensation si les recettes s'avéraient inférieures aux prévisions.

De nombreux outils de financement de l'innovation existent à l'ADEME et ailleurs (BPI, Commission Européenne, etc.) qui permettent d'accompagner le constructeur et la filière (notamment le cluster Biogaz Vallée à Troyes, ou le Pôle de compétitivité IAR dans l'Aisne).

²² : <http://www.ademe.fr/suivi-technique-economique-environnemental-social-dinstallations-innovantes-petite-methanisation-a-ferme>

L'injection portée

Un nouveau mode d'organisation pourrait élargir les possibilités de valorisation du biogaz : l'injection portée et mutualisée. Plusieurs méthaniseurs d'un même territoire produisent du biométhane. Ce dernier est comprimé, puis transporté pour être injecté en un même point sur le réseau de gaz naturel. L'intérêt de l'injection portée est de réduire le transport de substrats ou de digestats tout en maximisant la valorisation énergétique (choix du point d'injection en fonction de la capacité du réseau et des utilisateurs en amont). Il ouvre également la possibilité d'injecter du biométhane à des projets qui, sinon, opéreraient pour la cogénération.

Il n'existe pas de frein technique majeur au portage de biométhane. Les améliorations à apporter sont d'ordre économique et réglementaire car le tarif actuel ne permet pas de développer ce type de projets sans subventions conséquentes. Bien sûr, les premiers projets seront des projets regroupant des installations de taille importante. Mais progressivement des installations plus petites pourront être concernées.

Services rendus aux réseaux énergétiques locaux

A terme, certaines installations de méthanisation pourraient être amenées à jouer un rôle dans la régulation et la gestion des réseaux énergétiques locaux (réseau électrique et réseau gaz) :

- Par le **stockage de réserves de biogaz sur de courtes périodes**, qui permet d'offrir des capacités de production d'électricité supplémentaires lors des pics de demande sur le réseau électrique local ;
- Par l'**absorption d'excédents électriques intermittents du territoire (éolien, PV)** via le couplage d'une unité d'épuration de biogaz qui fournit du CO₂ avec de l'hydrogène issu d'un procédé d'électrolyse pour réaliser la réaction de méthanisation (production de méthane de synthèse, par voie catalytique ou biologique). Cette combinaison permet ainsi de rendre des services au réseau électrique local, tout en valorisant le CO₂ issu de l'épuration du biogaz. La production de

méthane du site, injecté dans le réseau de gaz, est alors augmentée et les bénéfices environnementaux (CO₂, valorisation d'EnR) optimisés.

Au-delà de la production de méthane, certaines installations de méthanisation pourraient devenir des sortes de « hub énergétiques », rendant des services aux réseaux énergétiques locaux. Le développement des connaissances et des savoir-faire dans cette direction nécessite un accompagnement de la R&D et la réalisation de démonstrateurs.

Nouvelles voies de valorisation du biogaz

La cogénération, l'injection dans les réseaux de gaz et le biométhane véhicule représentent les principales voies de valorisation aval du gaz produit par les installations de méthanisation. Des voies complémentaires pourraient croître à l'avenir et venir les compléter.

La production combinée de méthane et d'hydrogène, à partir du substrat biologique (voie biologique ou catalytique) pourrait ainsi répondre à des besoins du territoire en termes d'hydrogène industriel ou d'hydrogène pour la mobilité (développement des véhicules électriques hydrogène). Des projets démontrent d'ores et déjà la faisabilité technique et économique de cette solution (Le projet Vabhyogaz3 par exemple). Par ailleurs des voies de valorisation du CO₂ sont aussi envisageables.

La Feuille de route stratégique sur les besoins de recherche et de développement de la Méthanisation

Durant l'année 2016, l'ADEME avec l'aide d'un groupe d'experts a mené une réflexion stratégique sur les besoins de recherche et de développement nécessaires à la filière méthanisation. L'exercice a consisté à imaginer le champ des possibles de la méthanisation à l'horizon 2050 pour ensuite déduire un large ensemble de verrous et de priorités de recherche associés à la réalisation de ces visions de long terme. Cet exercice permet de présenter les conclusions d'une réflexion collective très prospective et innovante. Cette feuille de route, à paraître prochainement, donne une idée de ce que pourrait être la méthanisation à venir.

Pour en savoir plus

Bibliographie

Paru :

Une vision pour le biométhane en France pour 2030, ADEME (2014)

<http://www.ademe.fr/green-gas-grids-vision-biomethane-france-2030>

Guide valorisation de la chaleur de cogénération des projets de méthanisation, ADEME par GreenBirdie (2016)

<http://www.ademe.fr/chaleur-issu-methanisation-reelles-opportunités>

Suivi petite méthanisation innovante, ADEME par S3D (2016)

<http://www.ademe.fr/suivi-technique-economique-environnemental-social-dinstallations-innovantes-petite-methanisation-a-ferme>

A paraître :

Feuille de route stratégique, ADEME (2016)

Note d'opportunité, ADEME par Decid&Risk (2016)

Suivi épuration injection biométhane, ADEME par Enea Consulting (2016)

Suivi méthanisation de 11 installations, ADEME, par Biomasse Normandie APESA (2014)

Sites internet :

<http://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/valorisation-organique/methanisation>

<http://atee.fr/biogaz>

<http://www.enr.fr/le-biogaz>

<http://www.pardessuslahaie.net/agriculteurs-methaniseurs/39>