



HAL
open science

Methalae: Comment la méthanisation peut être un levier pour l'agroécologie ?

Céline Laboubée, Christian Couturier, Stéphanie Bonhomme, Armelle Damiano, Hruschka Simone, Emeline Tignon, Etienne Paillard, Patrice Lelièvre, Grégory Vrignaud, Carine Dumas Larfeil, et al.

► To cite this version:

Céline Laboubée, Christian Couturier, Stéphanie Bonhomme, Armelle Damiano, Hruschka Simone, et al.. Methalae: Comment la méthanisation peut être un levier pour l'agroécologie ?. Innovations Agronomiques, 2020, 79, pp.373-390. 10.15454/2zjv-rt73 . hal-04442159

HAL Id: hal-04442159

<https://hal.inrae.fr/hal-04442159>

Submitted on 6 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Methalae : Comment la méthanisation peut être un levier pour l'agroécologie ?

Laboubee C.¹, Couturier C.¹, Bonhomme S.², Damiano A.³, Hruschka S.³, Tignon E.⁴, Paillard E.⁵, Lelievre P.⁵, Vrignaud G.⁶, Dumas Larfeil C.⁷, Durox C.⁸

¹ Solagro, 75 voie du TOEC, CS 27608, F-31076 Toulouse Cedex 03

² Trame, 6 rue de la Rochefoucauld, F-75009 Paris

³ AILE, 73 rue de Saint Briec, CS 56520, F-35065 Rennes Cedex

⁴ Chambres d'Agriculture Pays de la Loire, 9 rue André-Brouard, CS 70510, F-49105 Angers Cedex 2

⁵ CERFRANCE Mayenne - Sarthe, Rue Albert Einstein, BP 26116, Parc Technopole de Changé, F-53061 Laval Cedex 09

⁶ ACE Méthanisation, 102 bis rue Camille Pelletan, F-79100 Thouars

⁷ EPLEFPA du Périgord, Avenue Winston Churchill, BP 22, F-24660 Coulounieix-Chamiers

⁸ CEZ, Bergerie Nationale, 3 DFI, CS 40 609, F-78514 Rambouillet Cedex

Correspondance : methalae@solagro.org

Résumé

Ce sont les agriculteurs méthaniseurs qui ont mis le projet sur la voie, en expliquant comment la méthanisation a changé, parfois en profondeur, leurs façons de produire ; comment elle a été bien plus qu'un moyen de se diversifier autour de la production d'énergie, comment elle a amélioré la durabilité et la pérennité de leurs exploitations et comment elle a facilité leur démarche de transition agroécologique.

L'objectif du programme Méthalae est de montrer dans quelles conditions la méthanisation peut être un catalyseur du passage vers l'agroécologie.

Cette enquête, réalisée sur 46 exploitations agricoles françaises liées à une unité de méthanisation agricole, va à l'encontre de nombreuses idées reçues.

La méthanisation a systématiquement amélioré la durabilité de ces fermes. Il n'y a eu ni agrandissement fort, ni augmentation massive des cheptels, ni baisse du temps de pâturage des animaux. Grâce à une meilleure valorisation des effluents et à un pilotage plus fin de la fertilisation organique, la dépendance aux engrais minéraux a été réduite. Le stockage du carbone (C) dans le sol est amélioré et le bilan énergétique global des exploitations s'est amélioré : 6 fermes sont devenues des exploitations à énergie positive et une ferme stocke plus de C qu'elle n'en émet.

Malgré une acceptabilité des projets souvent difficile lors de la phase de conception, les liens avec les acteurs du territoire sont systématiquement renforcés : 95 % des enquêtés repartiraient dans l'aventure « méthanisation », si c'était à refaire.

Mots-clés : Bilan agronomique, environnemental, socio-économique, exploitations agricoles.

Abstract: Methalae project: How anaerobic digestion can be a lever for agroecology?

Biogaz farmers put the Methalae project on the right track, explaining how anaerobic digestion has changed, sometimes in depth, their production methods; how it has been more than a means to diversify energy production, how it improved the durability and sustainability of their farms and how it facilitated their agroecological transition process.

The objective of Methalae program was to show the conditions under which anaerobic digestion can be a catalyst for a transition to agroecology.

This survey, conducted on 46 French farms, each one linked to an agricultural methanisation unit, goes against many received ideas in the field of anaerobic digestion.

Anaerobic digestion has systematically improved farms sustainability. There was no large expansion, no massive increase in herds, and no decrease in grazing time. Thanks to a better valorization of the effluents and to a finer control of the organic fertilization, the dependency on the mineral fertilizers was reduced. Soil carbon (C) storage was improved and the overall energy balance of the farms improved: 6 farms became positive energy farms and one farm stored more C than it emits.

Despite an often difficult project acceptability during the design phase, links with local stakeholders were systematically reinforced, 95% of respondents would return to the "methanisation" adventure, if it were to be redone.

Keywords: Agronomic, environmental, socio-economic balance, farms.

Introduction

Après 15 ans de stagnation, la filière méthanisation agricole, individuelle ou collective, connaît un véritable essor. En 2019, on compte plus de 590 installations agricoles en fonctionnement et 90 en construction).

Le plan EMAA (Énergie méthanisation autonomie azote) prévoit la construction d'un millier de méthaniseurs d'ici 2020. En Allemagne, fin 2017, il en existait plus de 9 300, et certains scénarios prospectifs pour la France montrent que les enjeux sont du même ordre de grandeur à l'horizon 2050 (ADEME, 2018). Le développement de la filière devrait concerner un très grand nombre d'exploitations agricoles à moyen terme, non seulement en productions animales mais également en productions végétales.

Les agriculteurs, les professionnels de la méthanisation et tous les acteurs parties prenantes (élus, administration), sont confrontés à de nombreux questionnements, voire des oppositions. Au-delà des oppositions de certains riverains sur un projet précis (en lien les risques de nuisances olfactives, sonores, visuelles, ...), le comité national scientifique méthanisation (CSNM) ou certains médias, comme Le Monde ou Reporterre, énoncent sans nuances :

- « Le développement des méthaniseurs intensifie la concurrence entre cultures, pousse à la concentration des exploitations »
- « Le digestat pollue les sols et le déploiement des cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) est une catastrophe pour la matière organique du sol ».

Il est donc important que le développement de cette filière soit fondé sur des bases solides, avec des objectifs et des conditions partagées et appropriées par la société dans son ensemble.

Les partenaires de ce programme, CASDAR 2014-2018, sont des structures impliquées historiquement dans ce domaine. Ils disposent du recul nécessaire à l'analyse des enjeux et des interactions complexes entre les dimensions agricoles, environnementales et sociétales. Le projet a pour ambition d'apporter des réponses claires et objectivées concernant les impacts réels d'une unité de méthanisation sur le système agricole et son territoire.

1. Méthodologie de travail

1.1 Les objectifs et le partenariat

Les questions auxquelles Méthalaë cherche à répondre concernent l'impact de la méthanisation sur l'exploitation agricole. Il ne s'agit ni d'expertiser le bilan technico-économique des unités de méthanisation, ni de comparer les exploitations agricoles entre elles, mais bien de caractériser la trajectoire de l'exploitation agricole entre une situation avant-projet méthanisation et une situation après la mise en service de l'unité de méthanisation.

Les questions se répartissent selon 3 domaines d'impacts et d'analyses des trajectoires :

- Impacts agronomiques : évolution de la SAU, de la rotation, de la mise en œuvre de couverts végétaux, du cheptel et du temps passé en bâtiment, des pratiques de fertilisation, de la matière organique...
- Impacts environnementaux : évolution du bilan énergie et des gaz à effet de serre (GES) émis par les exploitations agricoles.
- Impacts socio-économiques : impacts de l'unité de méthanisation sur la charge de travail, la rentabilité des exploitations, leur transmissibilité, leur intégration au sein du territoire ...

Le partenariat mobilisé réunit les compétences d'expertise multiples et complémentaires, à l'image de la diversité des problématiques investiguées :

- Solagro : pour son expertise sur le diagnostic agroenvironnemental des systèmes agricoles à différentes échelles (ateliers, exploitation, territoire...);
- Trame, Aile et ACE Méthanisation : pour leur capacité à accompagner et à animer les démarches de projets méthanisation ;
- Chambre d'Agriculture Pays de La Loire : pour son expertise agronomique des systèmes agricoles ;
- CERFRANCE Mayenne Sarthe : pour son expertise socio-économique des exploitations agricoles ;
- ELPFPA du Périgord : pour ses compétences en termes de formation et d'information de publics différents (étudiants, agriculteurs, enseignants...) en lien avec le réseau thématique énergie de l'enseignement agricole et d'autres lycées agricoles également équipés de méthaniseur.

1.2 Le panel des exploitations et la typologie élaborée

La mise en service d'une unité de méthanisation se fait progressivement durant les premières années, au cours desquelles l'exploitant acquiert un savoir-faire pour la conduite de l'unité. Afin de ne pas biaiser l'analyse des données par cette période de transition, le choix des exploitations enquêtées s'est porté sur des fermes dont la mise en service de l'unité de méthanisation a eu lieu depuis au moins 2 ans (mais parfois beaucoup plus, jusqu'à 10 ans). Les années de mise en service des unités de méthanisation s'étalent donc de 2005 à 2013.

L'échantillonnage a consisté à rechercher :

- La diversité des systèmes agricoles : 7 OTEX différentes (bovin lait, bovin viande, porc, céréalier, caprin lait, ovin et volaille) (Tableau 1), avec une SAU associée de 0 à 383 hectares ;
- Une répartition diversifiée sur le territoire français (Figure 1) ;
- La répartition entre fermes liées à des unités de méthanisation individuelles (19 fermes, dont 4 lycées – Périgueux, Obernai, Chambéry la Motte Servolex, Vic en Bigorre) ou collectives (27 fermes réparties sur 3 unités territoriales) ;

- La répartition entre fermes liées à des unités de méthanisation valorisant le biogaz en cogénération (34 fermes) de 50 kWe à 2,1 MWe et fermes liées à des unités valorisant le biogaz en injection (12 fermes). Une seule ferme était liée à une unité de méthanisation en voie solide.

Bien que large (46 fermes au total), l'échantillon adopté s'est trouvé être non représentatif du panel des fermes françaises, au reflet de la filière méthanisation lors du montage du projet, les premières unités de méthanisation ayant été portées au départ par des élevages laitiers et porcins, de l'ouest.



Figure 1 : Répartition géographique des 46 fermes METHALAE

Tableau 1 : Caractéristiques des 46 fermes METHALAE

Dénomination	Nombre Exploitation	SAU (Hectare)		
		Min	Moyenne	Max
Bovin Lait	18	56	177	383
Bovin Viande	11	63	145	308
Porc	9	0	57	128
Céréalière	4	141	224	332
Caprin Lait	1	120	120	120
Ovin	1	150	150	150
Volaille	2	10	45	79

1.3 Typologie des exploitations agricoles

Bien que l'objectif du programme ne soit pas de comparer les trajectoires des exploitations entre elles, une typologie a été élaborée pour classer les exploitations agricoles en fonction de leur niveau d'implication et d'interaction avec l'unité de méthanisation à laquelle elles sont liées.

Cette typologie, socio-économique, repose sur 4 critères (Tableau 2) qui caractérisent le lien entre l'unité de méthanisation et les fermes ou les agriculteurs.

1. Lien juridique : La ferme et l'unité de méthanisation sont-elles dans la même entité juridique ou dans des entités juridiques distinctes ? L'unité de méthanisation est-elle une structure individuelle ou collective ?
2. Lien au capital de l'unité : Les agriculteurs sont-ils investisseurs majoritaires ou non ?
3. Lien au gisement : Les agriculteurs apportent-ils de la biomasse et reprennent-ils du digestat ? Dans quelles proportions ?
4. Lien au mode d'exploitation de l'unité : Les agriculteurs assurent-ils l'exploitation de l'unité et à quel niveau (administratif, technique, logistique) ?

Tableau 2 : Typologie des exploitations METHLAE

	T1 13 fermes	T2.1 6 fermes	T2.2 11 fermes	T2.3 11 fermes	T2.4 5 fermes
Lien juridique / exploitation agricole	Même structure individuelle	Nouvelle structure individuelle	Nouvelle structure collective	Nouvelle structure collective	Nouvelle structure collective
Lien au capital de l'unité	Investisseur principal	Investisseur principal	Investisseur principal	Investisseur	Non investisseur
Lien au gisement vers l'unité	Apporteur	Apporteur	Apporteur	Apporteur	Apporteur
Lien au mode d'exploitation de l'unité	Exploitation par l'agriculteur	Exploitation par l'agriculteur	Exploitation par un groupe du collectif	Exploitation déléguée à un tiers	Exploitation déléguée à un tiers

Cette typologie des exploitations permet de les classer selon les principaux modèles portés en méthanisation en France (Tableau 3) :

- Le type 1, ou 2.1, correspond aux unités de méthanisation individuelle, qui traitent essentiellement des effluents agricoles et, en proportion plus ou moins variable, des déchets extérieurs. Le risque financier est porté par une seule exploitation, le travail est réalisé par le porteur de projet lui-même, ou par un salarié que la méthanisation aura permis de recruter.
- Le type 2.2 correspond aux projets de méthanisation collectifs agricoles de taille moyenne, dont l'investissement est majoritairement agricole et dont la conduite de l'unité est gérée par un ou plusieurs agriculteurs.
- Le type 2.3 correspond aux projets de méthanisation collectifs agricoles de taille moyenne, dont l'investissement est majoritairement agricole mais dont la conduite de l'unité est confiée à un tiers.
- Le type 2.4 correspond à une unité territoriale de grosse capacité de traitement de matières agricoles et industrielles, dont l'investissement et l'exploitation sont délégués à un tiers. Les agriculteurs sont seulement porteurs de matières.

Cette classification a également permis de voir si des axes socio-économiques se dessinaient selon les typologies créées. Cependant, il n'a pas été possible de faire une analyse statistique des résultats agronomiques et environnementaux collectés, du fait du faible nombre d'exploitation par OTEX ou par typologie.

Tableau 3 : Répartition des exploitations par typologie

Typologie	Nombre Exploitation	SAU (Hectare)		
		Min	Moyenne	Max
1	13	10	151	383
2.1	6	26	205	332
2.2	11	89	149	216
2.3	11	79	138	260
2.4	5	0	38	89

1.4 La méthodologie d'enquête

La collecte des données s'est déroulée sur 3 ans :

- La première année d'enquête du projet, réalisée en 2015, a consisté à la collecte des données relatives à l'année de référence, c'est-à-dire avant mise en place de l'unité de méthanisation (entre 2005 et 2013 selon les exploitations). Afin de limiter au maximum les impacts non liés à la méthanisation, il est convenu de choisir comme « année de référence », l'année la plus proche non impactée par la mise en route de l'unité de méthanisation.

- La deuxième et la troisième années d'enquête, réalisées en 2017 et 2018, ont consisté à la collecte des données après mise en service de l'unité de méthanisation (2015 et 2016).

Pour chaque exploitation, les données d'enquête ont été collectées par le même enquêteur au cours des 3 années du programme. 4 personnes ont été formées au travail de collecte des données pour limiter les biais de collecte liés au facteur humain.

Un questionnaire d'enquête unique a été élaboré pour l'ensemble des champs expertisés, ce questionnaire comprenant 11 catégories : Description de l'exploitation agricole (données administratives) ; Animaux ; Cultures ; Stockage Carbone ; Intrants ; Énergie ; Matériel ; Bâtiment ; Économie et main d'œuvre ; Gestion de chantier ; Sociologie et transmission.

1.5 L'analyse des données

L'analyse des données collectées a mobilisé à plusieurs outils d'expertise :

- Diagnostic des évolutions de pratiques agronomiques : outil spécifiquement élaboré par la Chambre d'Agriculture, permettant de choisir les indicateurs à retenir,
- Outil SIMEOS-AMG (Basé sur le modèle de calcul de bilan humique à long terme AMG de l'INRA de Laon, SIMEOS-AMG est développé par Agro-Transfert-Ressources et Territoires en lien avec divers partenaires) : utilisé sur quelques fermes du panel, afin de simuler l'impact de la méthanisation sur la matière organique des sols,
- Outils ACCT (outil AgriClimate Change Tool) développé par Solagro pour le programme LIFE AgriClimateChange - outil développé sur la base de Dia'terre®) : pour l'analyse environnementale, il permet de réaliser le bilan azote, le bilan énergie et le bilan GES à l'échelle de l'exploitation et/ou des ateliers de production.

2. Les résultats obtenus

2.1 Les impacts agronomiques

Le choix de la présentation des résultats en fonction des OTEX ou de la typologie s'est fait en fonction de la pertinence de la comparaison. Dans le cadre de l'étude agronomique et technique des résultats, l'analyse par OTEX s'est révélé être majoritairement pertinente. L'analyse par typologie fait majoritairement ressortir les critères de choix de gestion de la fertilisation des unités de méthanisation collective.

2.1.1 L'assolement

La SAU a augmenté en moyenne de 5 % sur l'ensemble des 46 exploitations enquêtées : 29 exploitations ont augmenté leur SAU (de 12 ha en moyenne, soit une augmentation de 9 %), 11 exploitations l'ont diminué (de 5 ha en moyenne, soit une diminution de 4 %) et 5 exploitations ont eu une SAU stable. Sur la même période (2010-2016), la SAU des exploitations agricoles en France, dont l'OTEX correspond à celle des exploitations enquêtées, a augmenté de 12%.

L'augmentation par typologie ou par OTEX donne les résultats suivants :

- Pour les typologies, l'augmentation moyenne est de 2-3% pour les types 1, 2.1, 2.3 et 2.4 (3 hectares en moyenne), elle est de 7 % pour la typologie 2.2, mais l'une d'entre elle a multiplié par 1,6 sa SAU.
- Pour les OTEX, les bovins viande ont une augmentation de 7% (soit + 8 ha), les céréaliers, bovin lait et caprin ont augmenté leur SAU de 4% (soit + 5ha), tandis que les porcins ont diminué leur SAU de 3% (soit - 3 ha).

Contrairement aux idées reçues, la méthanisation ne conduit donc pas à un agrandissement effréné des exploitations. Au contraire, Methalae montre que les exploitations engagées dans un projet de méthanisation ont plutôt tendance à s'agrandir moins vite que les exploitations sans unité de méthanisation.

Plus de la moitié des exploitations enquêtées ont allongé et diversifié leur rotation. La mise en œuvre de couverts (CIPAN – cultures intermédiaires piège à nitrate -, dérobées ou CIVE – cultures intermédiaires à vocation énergétique) est globalement en augmentation, grâce au développement de la production de CIVE valorisées en méthanisation.

Les exploitations enquêtées dans Methalae étant souvent les pionnières de la filière méthanisation, la production de CIVE n'était qu'à son démarrage au moment de l'enquête. Seulement 11 exploitations produisaient des CIVE dans le panel des 46 exploitations, mais les surfaces ont fortement augmenté entre 2015 et 2016, avec respectivement 135 et 358 ha mis en place au cours des 2 années d'enquête. Toutes les CIVE pratiquées dans Methalae étaient fertilisées uniquement à partir de digestat.

La SFP (Surface fourragère principale), notamment les surfaces en prairie et en maïs fourrager, est en augmentation, sans pour autant que l'autonomie fourragère ne se soit clairement améliorée. Ce résultat contrasté est exclusivement dû aux mauvais rendements culturels de 2015 et 2016, qui malgré l'augmentation de la SFP, n'ont pas permis de produire plus de fourrage qu'en année de référence.

2.1.2 Les cheptels

Une légère augmentation des troupeaux bovins (lait ou viande) et porcins a été observée (+ 3 à 5 % en moyenne) mais selon la même tendance que pour les exploitations n'ayant pas de méthaniseur. La mise en œuvre de la méthanisation n'induit donc pas d'augmentation systématique des cheptels, ni du temps passé par les animaux en bâtiment : la mise en œuvre d'une unité de méthanisation ne génère pas d'intensification des pratiques d'élevage pour favoriser l'alimentation du digesteur.

Sur les 3 exploitations agricoles portant un atelier de séchage de fourrages alimenté par la chaleur du cogénérateur, la production fourragère a été améliorée. En effet, la présence d'un atelier de séchage permet aux exploitants agricoles de s'affranchir des conditions climatiques lors de la récolte des fourrages (ex : luzerne) et de l'étape de fanage au champ, ce qui permet de récolter des quantités de fourrage plus importantes (absence de pertes au fanage) et un fourrage de meilleure qualité a priori (selon les dires des agriculteurs) (Guillou et al., 2016).

Enfin, des questions qualitatives sur le bien-être animal laissent présager une amélioration des conditions de vie des cheptels en lien avec les pratiques induites par la méthanisation et particulièrement en lien avec l'augmentation des fréquences de curage des lisiers et fumiers :

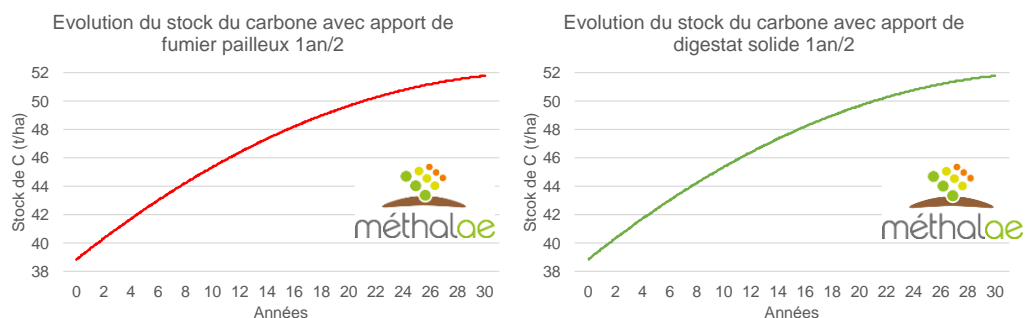
- Une tendance à la baisse des maladies et des mortalités a été observée de façon qualitative (à dires d'agriculteurs sur quelques exploitations) : baisse de la mortalité des jeunes sur 8 exploitations, baisse des boiteries sur 3 exploitations et une baisse des mammites et des concentrations cellulaires sur 2 exploitations (GIE Élevage des Pays de la Loire, 2009).
- Un meilleur indice de consommation sur les ateliers de volaille (quantité d'aliment ingéré (en kg) par kilo de poids vifs produit) lié à priori à une meilleure température de chauffage du bâtiment. Attention néanmoins à ne pas surchauffer au démarrage des lots de volaille et spécifiquement des dindes, cela pouvant entraîner un excès de mortalité (Aubert et al., 2004).
- Une baisse du nombre de mouches dans les bâtiments a été également constatée dans le cas de pratiques de curage très rapprochées. En effet, le cycle de développement de la mouche étant compris entre 10 et 15 jours, lorsque les fréquences de curage interviennent dans l'intervalle du cycle, ce dernier est interrompu : il y a donc moins de mouches dans le bâtiment, ce qui génère moins de stress pour les animaux.

2.1.3 Evolution de la matière organique du sol

L'évolution de la matière organique du sol a été approchée uniquement grâce à l'outil de simulation SIMEOS-AMG, Version 1.2 (utilisée jusqu'en décembre 2018).

Plusieurs simulations ont été réalisées pour comparer différentes pratiques :

- Substitution d'un apport de fumier pailleux par un digestat solide (Figure 2), dans un itinéraire technique strictement identique, sur un sol dont la teneur en MO est de 2,3 à 2,6 % : pas d'impact sur l'évolution de la matière organique du sol entre le digestat solide et le fumier ;
- Substitution d'un apport de compost par un digestat solide, dans un itinéraire technique strictement identique, sur un sol dont la teneur en MO est de 5,1 à 5,6 % : même tendance à la baisse pour les 2 produits, légèrement en faveur du compost – difficile de maintenir une teneur en MO élevée dans un sol cultivé ;
- Substitution d'une CIPAN par une CIVE fertilisée avec du digestat : apport de MO plus conséquent avec la CIVE du fait du rendement en biomasse plus élevé (plus de chaumes et de racines laissés au sol par la CIVE que de matière organique restituée par la CIPAN tout entière).



Pour des conditions pédoclimatiques et culturales identiques, l'évolution du carbone du sol, simulée à partir de Simeos, est identique selon que l'on apporte un fumier pailleux ou un digestat solide.

Source : Chambre D'agriculture Pays de Loire – AAP CASDAR Methalae 2014-2018

Figure 2 : Comparaison de l'évolution du stock de Carbone dans le sol d'une même parcelle et selon le même itinéraire technique.

Ces différentes simulations montrent que l'apport de matières digérées, ou non, par méthanisation n'impacte que très peu le devenir de la matière organique stable du sol (Thomsen et al., 2013 ; Wentzel et al., 2015). Ce qui influence fortement ce paramètre, sont l'état initial du sol (teneur initiale en MO) et les pratiques culturales associées (remplacement d'un labour profond par un travail superficiel du sol ou remplacement d'une CIPAN par une CIVE par exemple). Ces simulations sont à valider par des expérimentations de terrain.

2.1.4 Les pratiques de fertilisation

Le solde global

Pour chaque exploitation, un bilan détaillé a été réalisé sur les pratiques globales de fertilisation. A partir des sources directes ou indirectes d'azote (minéral, organique, symbiotique, atmosphérique) et des sorties directes (exportations culturales) ou indirectes (volatilisation au stockage ou à l'épandage), le surplus d'azote a été évalué sans que la distinction entre le stockage, le lessivage et le ruissellement puisse être fait. Les Figures 3 et 4 illustrent le bilan global azoté de l'exploitation Aile6 entre l'année de référence et l'année 1 après méthanisation.

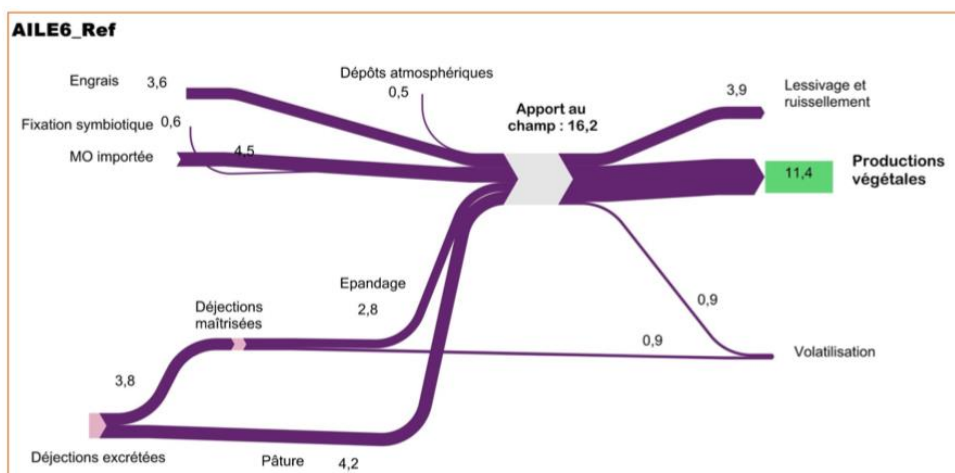


Figure 3 : Exemple d'un bilan global azoté avant méthanisation

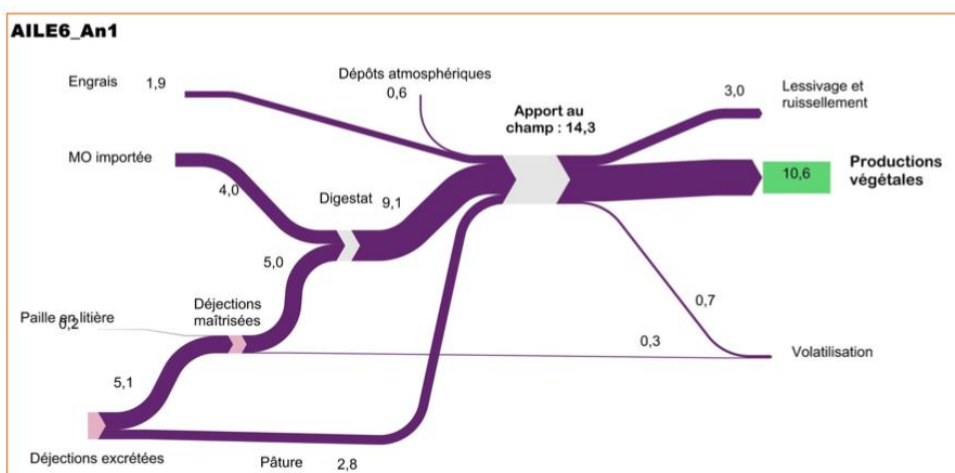


Figure 4 : Exemple d'un bilan global azoté après méthanisation

Sur l'ensemble des 46 exploitations enquêtées, une baisse du solde azoté global de 8 kg/ha est constatée, soit une baisse de 11 % pour un solde moyen de référence avant méthanisation de 72,2 kg/ha. Cette baisse est liée à une meilleure gestion des fertilisants organiques et minéraux par les exploitations agricoles.

L'analyse montre que :

- Pour 13 exploitations, la baisse du solde azoté est supérieure à 30 kg N/ha (en moyenne, baisse de 80 kg/ha, pour un solde de référence de 115 kg N/ha, soit une baisse de 70 %).
- Pour 11 exploitations, la baisse du solde azoté est comprise entre 0 et 30 kg N/ha (en moyenne, baisse de 10 kg N/ha, pour un solde moyen de référence de 83 kg N/ha, soit une baisse de 12 %).
- Pour 12 exploitations, le solde azoté connaît une hausse comprise entre 0 et 30 kg N/ha, avec une hausse moyenne de 12 kg N/ha, sur un solde de référence de 45 kg N/ha, soit une hausse de 25 %.
- Pour 10 exploitations, la hausse du solde azoté global est supérieure à 30 kg N/ha, avec une hausse moyenne de 65 kg N/ha, pour un solde de référence de 37 kg N/ha.

Il est important de noter qu'en 2015/2016 (années d'enquêtes après méthanisation), les années culturales ont été particulièrement difficiles, marquées par des rendements culturaux en baisse notable. En conditions culturales normales, 3/4 des exploitations auraient amélioré leur solde azoté global.

L'analyse de l'évolution du solde azoté, selon les OTEX (Tableau 4), montre les baisses les plus fortes pour les volailles (82 kg/ha), les porcins (28 kg/ha) et les céréaliers (-10 kg/ha). Les bovins viande ont augmenté leur solde azoté de 20 kg/ha en moyenne.

Tableau 4 : Évolution du solde azoté par OTEX

OTEX	Solde Azoté		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	kg/ha	kg/ha	kg/ha
BL	57,4	52,0	-5
BV	60,7	80,6	20
Porc	122,7	90,9	-28
Culture	50,0	40,0	-10
Caprin Lait	50,2	-1,7	-52
Ovin	16,2	54,2	38
Volaille	151,7	70,2	-82
moyenne	72,19	63,85	-8,2

L'évolution du solde azoté selon les typologies donne les tendances suivantes :

- Baisse de 50 % pour le type 2.1, et de 24 % pour le type 2.3,
- Stagnation pour les types 1 et 2.4,
- Hausse de 37 % pour le type 2.2.

La fertilisation organique

Les pratiques de fertilisation organique ont tendance à s'améliorer avec la mise en place d'un méthaniseur :

- La quantité d'azote organique apportée à l'hectare a globalement tendance à augmenter, quelle que soit l'OTEX ou la typologie de projet. Seules les exploitations agricoles, ayant une pression azotée trop élevée ou participant à des projets collectifs et dont l'objectif est de résoudre un excès d'azote et de phosphore, récupèrent moins de digestat que d'effluents apportés.
- Par ailleurs, le ratio SAMO/SAU (Surface amendée en matière organique/Surface agricole utile) est passée de 50 % à 65 %, avec une augmentation de la SAMO chez 63 % des exploitations enquêtées. Cette meilleure répartition des apports de matière organique (et donc d'épandage des effluents) est le résultat de la prise en charge de la logistique du digestat par l'unité de méthanisation, permettant d'épandre sur des parcelles qui étaient initialement trop éloignées de l'exploitation. La quantité plus importante de matière organique restituée permet également d'épandre sur plus de surface.

Par ailleurs, certains chercheurs mettent en avant l'effet biostimulant du digestat sur les cultures, par rapport à la fertilisation minérale : en effet, le digestat apporte des oligo-éléments qui sont associés à l'azote organique minéralisé. Cela expliquerait de meilleurs rendements sur les cultures et les prairies. Ce paramètre n'a pas été directement analysé dans Methalae, mais un ou deux agriculteurs ont évoqué cet effet positif du digestat sur le rendement de leur parcelle conformément à certains travaux (Jorobekova et al., 2019 ; Scaglia et al., 2017)

La fertilisation minérale

La fertilisation minérale, sur les 46 exploitations, représente des apports d'environ 12,4 t N/an avant méthanisation et de 10,2 t N/an après méthanisation.

Rapportée à la SAU des exploitations, la fertilisation minérale était en moyenne de 79,8 N/ha avant méthanisation, contre 63,2 N/ha après méthanisation, soit une économie moyenne de 16,6 N/ha ou 20 % des apports de référence.

De manière plus détaillée :

- 14 exploitations agricoles ont une baisse de plus de 30 kg/ha (fertilisation minérale moyenne de 53 kg/ha après méthanisation, contre 108 kg/ha avant méthanisation, soit une baisse de 60 %),
- 11 exploitations agricoles ont une baisse comprise entre 0 et 30 kg/ha,
- 15 exploitations agricoles ont une hausse comprise entre 0 et 30 kg/ha (fertilisation minérale moyenne de 93,8 kg/ha après méthanisation, contre 81,7 kg/ha avant méthanisation, soit une hausse de 26 %),
- 6 exploitations agricoles n'ont pas recours à la fertilisation azotée minérale, soit parce qu'elles sont en agriculture biologique (4), soit parce que ce sont des exploitations hors sol ou s'en rapprochent fortement (2),
- Aucune exploitation n'a une hausse constatée de plus de 30 kg/ha.

Les baisses les plus importantes (Tableau 5) sont constatées sur les typologies de projet de méthanisation individuelle (type 1 ou 2.1), en lien notamment avec les retours excédentaires de digestat, liés au traitement des matières non agricoles. Les baisses les moins fortes sont observées pour le type 2.4 (-9%) et le type 2.2 (-6%).

Tableau 5 : Évolution de la fertilisation minérale par OTEX

Typologie	Evolution de la fertilisation minérale		
	Avant Métha kg/ha	Après métha kg/ha	Evolution % baisse
1	45	27	39%
2.1	101	73	27%
2.2	85	80	6%
2.3	122	96	21%
2.4	30	27	9%
Moyenne	79,8	63,2	21%

Certaines exploitations agricoles enquêtées se trouvaient dans une phase de prise en main de l'unité de méthanisation (mise en service récente). Les agriculteurs mettent en avant la nécessité d'un temps d'apprentissage de la fertilisation avec le digestat sur plusieurs saisons, au cours duquel il n'y a pas forcément de baisse de la fertilisation minérale. L'expertise des données sur la fertilisation minérale mériterait d'être suivie quelques années de plus, pour s'affranchir de cette période d'apprentissage.

2.2 Les impacts environnementaux

2.2.1 Le Bilan Energie

La consommation d'énergie primaire brute

La consommation d'énergie primaire des 46 exploitations est en moyenne de 1 335 MWh/an, variant de 340 MWh/an (exploitation bovin Lait) à 4 310 MWh/an (exploitation porcine). Cette consommation d'énergie brute, à l'échelle de l'exploitation, est stable avec la mise en place de l'unité de méthanisation.

En revanche, comme la SAU moyenne des exploitations a augmenté de 5 %, la consommation moyenne d'énergie primaire rapportée à la surface cultivée a diminué, passant de 18,3 MWh/ha/an en moyenne en année de référence, à 17 MWh/ha/an en moyenne en 2015/2016.

Sur l'ensemble des 46 exploitations :

- 29 exploitations ont amélioré leur ratio de 2,6 MWh/ha, pour une consommation moyenne de référence de 22 MWh/ha,
- 16 exploitations ont dégradé leur ratio de 1,0 MWh/ha, pour une consommation moyenne de référence de 11,7 MWh/an.

L'étude de la consommation d'énergie par grand poste de consommation montre :

- Une légère hausse du poste fioul (liée à la production de CIVE ou à l'épandage du digestat) et du poste électricité (liée à la mise en place d'ateliers de séchage, consommant de l'électricité pour les ventilateurs),
- Une légère baisse des achats d'engrais minéraux (liée aux propriétés du digestat), et de la consommation des autres énergies directes (essentiellement liée à la substitution de fourniture de chaleur à partir d'énergies fossiles par la chaleur de la cogénération).

La production d'énergie renouvelable

Avant la mise en place de méthaniseurs, la production d'énergie renouvelable sur les exploitations était relativement faible : 810 MWh/an (dont 66 MWh sous forme de photovoltaïque et 150 MWh/an sous forme de bois énergie).

En 2015/2016, 4 exploitations supplémentaires ont investi dans du photovoltaïque, augmentant la production annuelle à 1 143 MWh/an ; en revanche plus aucune exploitation agricole n'a recours au Bois énergie, les besoins de chaleur de ces exploitations étant assurés depuis par valorisation de la chaleur de cogénération.

La production totale d'énergie renouvelable liée aux seuls apports de matières des exploitations représente 29 100 MWh/an.

La production d'énergie renouvelable en méthanisation par exploitation est très variable selon la typologie retenue : production importante sur les projets de type individuel (T1 ou T2.1) et beaucoup plus faible pour le type 2.4 où les exploitations cherchent à résoudre un problème d'excédent structurel.

La consommation d'énergie finale

La consommation d'énergie finale est la différence entre l'énergie primaire consommée et l'énergie primaire renouvelable produite par l'exploitation agricole. La consommation d'énergie primaire finale des 46 exploitations est de 646 MWh/an en moyenne, soit une baisse de 50 % par rapport à leur situation en année de référence.

6 exploitations agricoles sont devenues des fermes à énergie positive : avec une consommation d'énergie moyenne de - 1160 MWh/an, pour une moyenne de référence du groupe avant méthanisation de 770 MWh/an.

7 exploitations agricoles ont une consommation d'énergie comprise entre 0 et 200 MWh/an, sachant que la moyenne de référence de ce groupe était de 880 MWh/an.

33 exploitations agricoles ont une consommation d'énergie de plus de 200 MWh/an, avec une moyenne de groupe de 1086 MWh/an après méthanisation contre 1 505 MWh/an avant méthanisation, soit une économie de 30 %.

Après méthanisation, le ratio de consommation d'énergie nette par hectare est passé de 18 MWh/ha à 10 MWh/ha.

2.2.2 Le bilan GES (gaz à effet de serre)

Les émissions de GES brutes

Les émissions brutes de GES des 46 exploitations, avant méthanisation, sont en moyenne de 980 tCO₂/an (variant de 204 à 3080 tCO₂/an selon les exploitations). Rapportée à l'hectare de SAU, cette consommation d'énergie brute primaire avant méthanisation est de 10,5 tCO₂/ha en moyenne, variant de 2 tCO₂/ha à 34 tCO₂/ha.

Les émissions de GES après méthanisation sont en baisse de 7 %, avec une moyenne de 920 tCO₂/an, un minimum à 198 tCO₂/an et un maximum de 2 460 tCO₂/an. Rapportée à l'hectare de SAU, les émissions brutes de GES sont de 9,3 tCO₂/ha en moyenne, variant de 2 tCO₂/ha à 32 tCO₂/ha.

La répartition brute avant et après méthanisation est relativement constante, sauf pour 2 paramètres :

- Hausse des émissions par fermentation entérique (CH₄) en lien avec l'augmentation des cheptels de 5 % également, passant de 250,2 tCO₂/an en moyenne par exploitation avant méthanisation à 271,4 tCO₂/an en moyenne par exploitation après méthanisation,
- Baisse des émissions des déjections animales (CH₄ et N₂O) en lien avec la baisse de la durée de stockage des effluents agricoles passant de 100 tCO₂/an en moyenne par exploitation avant méthanisation à 35,1 tCO₂/an en moyenne par exploitation, après méthanisation.

Les émissions de GES évitées

Avant méthanisation, les émissions évitées grâce à la production d'énergie renouvelable ne concernent que les exploitations qui font du photovoltaïque ou du bois énergie, soit environ 400 tCO₂/an ; tandis que le C stocké dans le sol représente 1 415 tCO₂/an évité (en lien avec la mise en place de couverts végétaux).

Après méthanisation, la tendance est inversée :

- 6 570 tCO₂/an sont évitées grâce à la production d'énergies renouvelables
- 2 130 tCO₂/an sont stockées dans le sol, soit une augmentation de 50 %, grâce au développement de cultures intermédiaires à vocation énergétiques (CIVE).

Grâce à la méthanisation, la proportion de CO₂ évitée est bien plus importante par la production d'énergie renouvelable, plutôt que par le stockage du C dans le sol.

Les émissions de GES nettes

Les émissions de GES des 46 exploitations sont en moyenne de 730 tCO₂/an :

- 44 exploitations ont amélioré leurs émissions de GES par ha de SAU, avec un ratio moyen de 11 tCO₂/ha avant méthanisation contre 8 tCO₂/ha après méthanisation.
- 2 exploitations ont dégradé très légèrement leur ratio d'émissions de GES/ha de + 0,6 tCO₂/ha, pour une moyenne de référence de 4,5 tCO₂/ha.

Une seule exploitation Methalae stocke plus de GES qu'elle n'en émet.

La plus grosse baisse est observée sur l'OTEX céréaliers avec une baisse de 66%, en lien avec la baisse de fertilisation minérale et la mise en place de CIVE, suivie par les volailles (-44%) et les bovins viandes (-27%), les autres OTEX ont une baisse moyenne de 20 % (Figure 5).

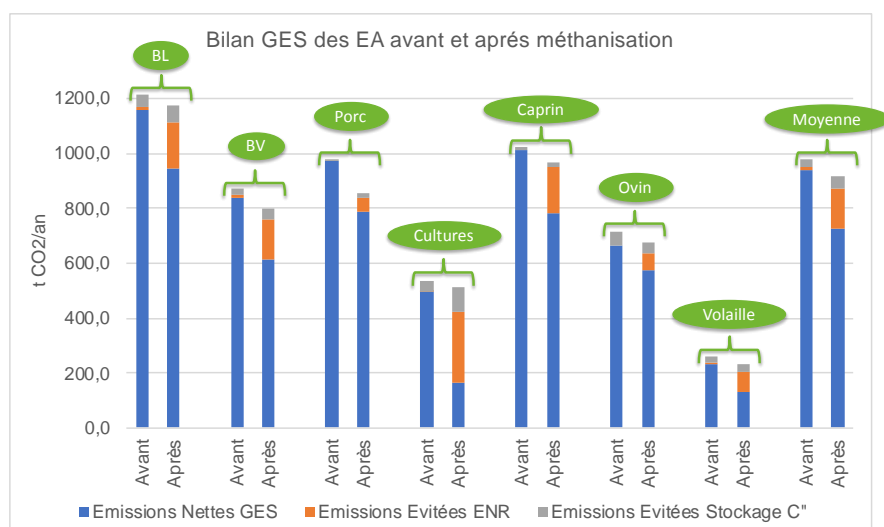


Figure 5 : Évolution des émissions nettes des GES avant ou après méthanisation

2.3 Les impacts sociaux économiques

L'analyse des impacts socio-économiques a été réalisée selon la typologie des exploitations développée dans le programme.

Cette expertise s'est concentrée sur 6 types d'impacts :

Sur la valorisation des effluents agricoles : quelle que soit la typologie, l'impact de la méthanisation sur la valorisation des effluents est positif (la quantité d'énergie issue des effluents étant la même quelles que soient les modalités de portage retenu).

Sur la gestion des coûts de logistique : dans le cadre d'unité de méthanisation individuelle (T1 ou T2.1), les pratiques sont inchangées avant ou après méthanisation : la logistique des lisiers/fumiers ou du digestat est toujours à la charge de l'exploitation. En revanche pour les projets collectifs, l'impact de la méthanisation est positif puisque l'unité prend généralement en charge la logistique des effluents et du digestat, permettant de dégager du temps et de l'argent pour les exploitations agricoles.

Sur la quantité et la nature du travail : les unités de méthanisation individuelles ou collectives, exploitées par des agriculteurs, génèrent nécessairement une surcharge de travail significative. Pour les 19 exploitations, du type 1 et 2.1, les agriculteurs ont fait part de plus de technicité dans leur métier, de charges administratives et de professionnalisation. Si ces évolutions ont été correctement anticipées, elles génèrent l'embauche d'un salarié, sinon elles peuvent rapidement se transformer en surcharge de travail, pas toujours facile à gérer. Pour 20 des 22 exploitations liées aux unités de méthanisation collective (type 2.2 et 2.3), une baisse de charge de travail est constatée, notamment sur le poste « logistique et épandage des effluents ». Pour 4 exploitations sur 5, liées à une unité de méthanisation exploitée par des tiers (tiers salarié ou tiers exploitant) la charge de travail de l'unité de méthanisation n'impacte pas la charge de travail des exploitations agricoles partie prenante.

Sur la capitalisation et le risque porté par les exploitants agricoles : le risque porté par l'exploitant et les apports au capital sont forts pour les typologies de projets individuels (T1 ou T2.1). Pour les typologies collectives, l'effort et les risques portés par les exploitations sont relativement neutres, c'est la société de projet qui est alors engagée fortement.

Sur la transmissibilité des exploitations agricoles : tout comme pour le paramètre précédent, le point de vigilance est axé sur les projets individuels intrinsèquement liés aux exploitations agricoles : même si la résilience de l'exploitation aux variations des prix du marché et aux coûts de production est améliorée, l'augmentation du capital de l'exploitation en lien avec le projet méthanisation pourrait être

un frein à la transmission. Cependant, les porteurs de projet ne mesurent pas l'impact réel d'une unité de méthanisation sur la transmissibilité de leur exploitation. 33 exploitants, sur 46 enquêtés, jugent qu'il est trop tôt pour s'interroger sur ce point ; pour 5 des 9 exploitations de type 1, les agriculteurs espèrent avoir amélioré la transmissibilité de leur exploitation en la rendant attrayante pour les enfants (preneurs). 14 des 46 exploitations pensent que la pérennité de l'exploitation est liée à l'existence de l'unité de méthanisation (dont 5 des 9 exploitations de type 1 qui pensent que l'unité de méthanisation assure une meilleure marge de manœuvre et plus de sécurité financière).

Sur les revenus directs de la méthanisation sur l'exploitation agricole : les effets positifs les plus conséquents concernent les exploitations agricoles individuelles (T1 ou T2.1). Ces exploitations investissent fortement dans le capital et portent tous les risques, mais elles bénéficient également de tous les dividendes de l'unité de méthanisation. Les projets de méthanisation collectifs financent généralement plus de services aux agriculteurs et les dividendes sont répartis entre l'ensemble des apporteurs de capitaux.

De manière plus globale, l'analyse qualitative met en évidence un réel niveau de satisfaction pour les exploitants agricoles :

- Sur l'unité de méthanisation elle-même : la quasi-totalité des exploitations enquêtées (96%) recommencerait si c'était à refaire, même si certains d'entre eux réaliseraient des ajustements techniques sur l'installation de méthanisation. Seulement 2 exploitations agricoles (T2.3) s'interrogent sur les bienfaits de participer à un projet collectif.
- La moitié des agriculteurs enquêtés a fait part d'un regain d'intérêt envers leur métier d'agriculteur (rendu plus pertinent et plus cohérent avec l'unité de méthanisation) et envers les relations avec leur territoire (vis-à-vis des riverains et des collectivités) : les agriculteurs ont le sentiment de ne plus être vus comme des pollueurs mais des producteurs d'énergie renouvelable.

3. Discussion

Methalae a permis de démontrer que la méthanisation n'est pas un procédé destiné à intensifier les pratiques agricoles. Bien au contraire, les exploitations agricoles Methalae se sont globalement agrandies moins vite que la moyenne des exploitations françaises, sur la même période. Les cheptels ont évolué selon la tendance nationale et les animaux ne passent pas plus de temps en bâtiment qu'avant l'installation de l'unité de méthanisation.

Le méthaniseur est un véritable outil au service de l'exploitant, de l'exploitation agricole et de la transition énergétique. Il permet une mise en cohérence des ateliers, une souplesse de fonctionnement, une performance d'exploitation, en respect total avec l'environnement.

Sur le plan agronomique, la méthanisation permet une meilleure valorisation de la fertilisation organique locale :

- Retour au sol d'une quantité plus importante d'éléments fertilisants plus disponibles pour les cultures, et mieux répartie sur la SAU, induisant une baisse de près de 20 % des apports en éléments fertilisants azotés d'origine fossile,
- Limitation des pertes d'azote au stockage des effluents agricoles,
- Développement des CIVE permettant à la fois la production d'énergie renouvelable, la protection du sol et de l'écosystème et le stockage de carbone dans le sol.

Il semblerait également qu'elle puisse avoir un effet positif sur le bien-être animal : l'augmentation des fréquences de curage permettant :

- De réduire la mortalité et le développement de certaines maladies, du fait d'une réduction des émanations ammoniacales,
- De réduire le stress en lien avec la présence de mouches : l'augmentation de la fréquence de curage permettant d'interrompre le cycle de développement de la mouche,
- De développer une meilleure ambiance dans les bâtiments grâce au confort de chauffage.

Sur le plan environnemental, le bilan en consommation d'énergie primaire est stable avant et après méthanisation, ceci malgré une hausse de la SAU de 5%. Certains postes de consommation d'énergie se sont améliorés comme les achats en éléments fertilisants ou le recours aux énergies fossiles pour le chauffage des bâtiments. Néanmoins tous les indicateurs ne sont pas au vert malgré un bilan global plus que positif : le poste fioul est généralement en hausse avec l'épandage du digestat qui génère plus de volume que la fertilisation minérale et avec la production de CIVE qui est un nouvel atelier dans l'exploitation.

La méthanisation apparaît clairement comme le principal facteur de généralisation des cultures intermédiaires, considérées comme la principale voie de stockage de carbone dans les sols par le rapport de l'INRA dit « 4 pour mille ». La méthanisation de ces cultures apporte un revenu direct aux agriculteurs. Les travaux de recherche convergent pour montrer que le bilan du carbone du sol n'est pas affecté par le passage par la méthanisation. D'autres travaux tendent également à montrer qu'il n'y a pas non plus d'incidence particulière sur la biologie des sols. La méthanisation est capable de jouer, en système de grandes cultures, un rôle proche de celui des ruminants, incluant leur capacité à digérer donc valoriser des cultures fourragères de type luzerne et de restituer les minéraux aux sols. Il est peu probable que l'on puisse redéployer des systèmes de polyculture élevage dans les plaines céréalières, en tout cas pas au niveau qui serait nécessaire pour en faire une vraie alternative. Il est donc impératif d'inventer des solutions qui offrent des niveaux de qualité environnementale similaires, et la méthanisation peut y contribuer.

6 des exploitations Methalae sont devenues des fermes à énergie positive, tandis que 7 autres ont divisé leur impact énergétique par 7. Les 33 dernières ont réduit leur impact de 30 %.

Le bilan d'émission GES est globalement amélioré en lien avec la baisse des émissions liées au stockage des effluents d'élevage, réduite par l'augmentation des fréquences de curage.

La quantité des GES évitée par la méthanisation est pour 2/3 liée à la production d'énergie renouvelable et pour 1/3 liée au stockage du carbone dans le sol induit par les pratiques agronomiques.

Le bilan net d'émissions GES est amélioré de 20 % par rapport au bilan brut : seulement 2 exploitations ont dégradé leur bilan de façon non significative, contre 44 autres qui l'ont amélioré, une seule stocke plus de carbone qu'elle n'en émet.

Sur le plan socio-économique, il faut retenir que les différentes typologies de projet de méthanisation, en France, permettent de répondre aux attentes variées des porteurs de projet. En fonction du niveau d'implication personnelle possible et des attentes en termes de services rendus par l'unité de méthanisation sur l'exploitation agricole : un projet agricole individuel ou collectif, s'adressera plutôt à un ou des porteurs de projet pleinement investis, tandis qu'une unité de méthanisation territoriale pourra, pilotée par un développeur, répondre seulement à une problématique de gestion d'effluents d'élevage.

Méthalae est le premier programme d'analyse en situation réelle et de manière systémique des impacts de la méthanisation.

Les exploitations suivies dans le cadre de ce programme font, pour une large part, partie de la génération des pionniers. Les projets ont mis parfois plus de dix ans pour voir le jour, et ont été mis en service dans un contexte qui a fortement évolué depuis.

Depuis le milieu des années 2000, la filière a mûri, les technologies se sont améliorées, les réglementations clarifiées, et surtout la contrainte du conditionnement des aides à des taux élevés de valorisation de la chaleur s'est desserrée, avec l'autorisation d'injection du biométhane dans le réseau, accordée en 2011.

Aujourd'hui, une nouvelle génération de projets se recentre autour de petits collectifs d'agriculteurs, dans toutes les zones situées à distance raisonnable des réseaux de transport et de distribution du gaz. Les périmètres d'approvisionnements tendent à se réduire.

Les apports sont très largement agricoles (lisiers, fumiers, résidus de cultures, CIVEs), et tendent à se végétaliser. On assiste à l'émergence de projets 100 % CIVES dans certaines zones céréalières.

Autant d'évolutions assez profondes qui ne sont pas étudiées dans Méthalaë.

Méthalaë ouvre de nouveaux champs de recherche :

- L'expertise de nouvelles OTEX (exploitations céréalières ou d'élevage fournissant une grande quantité de CIVE ou de résidus végétaux),
- L'expertise de nouvelles pistes mises en avant dans ce programme comme l'impact sur le bien-être animal, l'impact du digestat sur la santé du sol.

Conclusion

L'objectif initial de Méthalaë était de montrer si la méthanisation pouvait être un levier de l'agroécologie. Le programme a permis de mettre en évidence que la méthanisation est un outil puissant pour la transition énergétique, mais également pour la cohérence et la résilience des exploitations.

Sur le panel d'exploitations enquêtées, la méthanisation n'a pas engendré d'augmentation de SAU supérieure à la moyenne nationale, ni de cheptel, ni de temps passé en bâtiments pour les animaux.

Le bilan azote est globalement amélioré avec une meilleure utilisation des ressources organiques locales et un moindre recours à une fertilisation azotée et potassique minérale. Mais dans bon nombre de cas, l'utilisation du digestat peut être encore optimisée (période d'apprentissage et matériel de stockage ou d'épandage).

La méthanisation semble aussi favoriser le bien-être des troupeaux (meilleure qualité fourragère et meilleure autonomie alimentaire, diminution de certaines maladies).

L'impact environnemental est également positif, avec une meilleure efficacité énergétique des exploitations agricoles et un moindre impact en GES : meilleure autonomie énergétique, baisse de la fertilisation minérale, gain sur l'autonomie alimentaire, même si certains postes sont à la hausse (comme la consommation de fioul pour la production de CIVE ou l'épandage du digestat).

Les économies de GES sont principalement générées par la production d'énergie renouvelable, et dans une moindre mesure par le stockage de carbone dans le sol, au travers de CIVE ou de prairies. D'ailleurs, si la filière souhaite maximiser son impact sur le climat, il faudra développer la culture des CIVE et les méthaniser, mais reste à voir l'impact de cette pratique sur le carbone labile et la biologie du sol (hors champ d'investigation du programme).

La méthanisation est bien un levier pour l'agroécologie ; plus exactement elle peut parfaitement accompagner des trajectoires d'agriculteurs qui s'y engageraient, en prenant en compte quelques points de vigilance, mais sans difficulté majeure, car elle présente des atouts intrinsèques tels qu'il faut vraiment être très malchanceux pour ne pas en bénéficier.

Références bibliographiques

Ademe, 2018. Mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?

Aubert C., Le Loup P., 2004. La prévention du coup de chaleur en aviculture, Sciences et Technique Avicoles, HS

CNSM, 2019. Communiqué « Inquiétude du CSNM vis-à-vis de la méthanisation non raisonnable »

Guillou M., Rouillé B., 2016. Méthanisation à la ferme : la méthanisation a augmenté les rendements fourragers et la qualité des fourrages. Comité national des Coproduits.

GIE Élevage des Pays de la Loire, 2009. Mammites, Cellulites, Tous les conseils pour lutter efficacement

Jimenez J., Lei H., Steyer J.P., Houot S., Patureau D., 2017. Methane production and fertilizing value of organic waste: organic matter characterization for a better prediction of valorization pathways, *Bioresource Technology* 24, 1012-1021.

Jorobekova S., Kydraliev K., 2019. Plant Growth Biostimulants from By-Products of Anaerobic Digestion of Organic Substances, DOI:10.5772/intechopen.86188

Lallouët-Geffroy J., 2019. La méthanisation risque d'accélérer la concentration des fermes, Reporterre.

RITTIMO, UTEAM, INERIS, ADEME, 2011. Qualité Agronomique et sanitaire du digestat

Scaglia B., Pognani M., Adani F., 2017. The anaerobic digestion process capability to produce biostimulant: the case study of the dissolved organic matter (DOM) vs. auxin-like property. *Science of The Total Environment*, 589, 36 – 45

Thomsen I., Olsen J., Moller H., Sorensen P., Christensen B., 2013. Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle, feed and faeces. *Soil Biology & Biochemistry* 58, 82-87

Wentzel S., Schmidt R., Piepho H.P., Semmler-Busch U., Joergensen R.G., 2015. Response of soil fertility indices to long term application of biogas and raw slurry under organic matter. *Applied Soil Ecology* 96, 99-107

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).