

# Expertise environnementale

## Résultats

Décembre 2018



Rédacteur : Céline LABOUBEE  
[Celine.laboubee@solagro.asso.fr](mailto:Celine.laboubee@solagro.asso.fr)



### Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2016  
Avec le soutien financier de :



## Les partenaires



Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :

## Sommaire

1. Avant-propos.....	4
1.1 Périmètre de l'analyse.....	4
1.2 Répartition des exploitations agricoles enquêtées.....	4
2. Résultats Environnementaux.....	5
2.1 Bilan azote Global.....	5
2.1.1 Évolution de la fertilisation minérale .....	5
2.1.2 Évolution des pertes par volatilisation .....	7
2.1.3 Évolution du solde azoté global.....	9
2.2 Consommation d'énergie primaire.....	11
2.2.1 Évolution de la consommation d'énergie primaire .....	11
2.2.2 Production d'énergie renouvelable .....	13
2.2.3 Consommation d'énergie finale .....	14
2.3 Bilan GES .....	16
2.3.1 Émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) brutes .....	16
2.3.2 Émission de GES évitées.....	17
2.3.3 Émission des GES nettes.....	18
2.3.4 Bilan Impact Énergie Climat .....	19
3. Conclusion .....	20

### Les partenaires



Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :

## 1. Avant-propos

### 1.1 Périmètre de l'analyse

L'analyse environnementale porte sur 3 paramètres essentiels :

- Le bilan des consommations d'énergie,
- Le bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre,
- Le bilan azoté global à l'échelle de l'exploitation.

D'autres indicateurs seront étudiés pour mesurer l'impact de la méthanisation sur l'eau, l'air, etc.

Le détail de la méthode d'analyse est présenté dans le rapport méthodologique du programme.

### 1.2 Répartition des exploitations agricoles enquêtées

Pour une cohérence entre les 3 volets d'analyse (agronomique, environnementale et socio-économique), les analystes du programme se sont mis d'accord sur les répartitions des exploitations en fonction de leur OTEX principale (Orientation Technico Économique des Exploitations) et selon la typologie des projets développée par l'expertise socio-économique.

Voici la répartition des exploitations qui ont servi à l'analyse des résultats.

Dénomination	Atelier principal	Nombre Exploitation	SAU (Hectare)		
			Min	Moyenne	Max
Bovin Lait	BL	19	56	177	383
Bovin Viande	BV	10	63	141	308
Porc	Porc	9	0	57	128
Céréalier	Culture	4	141	224	332
Caprin Lait	Caprin Lait	1	120	120	120
Ovin	Ovin	1	150	150	150
Volaille	Volaille	2	10	45	79

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

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 pour chaque indicateur.

Bien que les résultats soient présentés sous forme globalisée, ils ne sont pas représentatifs des exploitations françaises inscrites dans un projet de méthanisation. Il est donc impossible, au vu du panel de départ, d'extrapoler les résultats aux autres exploitations inscrites dans un projet

#### Les partenaires

de méthanisation ou d'en tirer une tendance immuable sur le devenir des exploitations associées à un méthaniseur.

De plus, l'année de référence (avant la méthanisation) était comprise entre 2005 et 2013. Donc les évolutions des indicateurs ont été calculées sur des périodes différentes suivant les exploitations (de 2 à 10 ans selon les exploitations).

## 2. Résultats Environnementaux

### 2.1 Bilan azote Global

Le bilan azote global tient compte de plusieurs paramètres :

- Les entrées directes : apports d'engrais minéraux ou des matières organiques produites sur l'exploitation ou importées,
- Les entrées indirectes : dépôts atmosphériques ou fixation symbiotique par les légumineuses,
- Les sorties directes : matières organiques exportées, exportation d'azote par les cultures,
- Les sorties indirectes : volatilisation ammoniacale au stockage ou à l'épandage,
- Le surplus d'azote : par différence entre les apports et les exports (directs et indirects) – sans que puisse être distinguée la part liée au ruissellement, au lessivage ou au stockage.

#### 2.1.1 Évolution de la fertilisation minérale

La fertilisation minérale, sur les 46 exploitations, représente des apports d'environ 12,4 tN/an avant méthanisation et de 10,2 tN/an après méthanisation, toutes SAU confondues.

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

L'analyse détaillée de ces résultats permet le constat suivant :

- 14 exploitations agricoles ont une baisse de plus de 30 kg/ha,
- 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,
- 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 quasi hors sol (2),
- Aucune exploitation n'a une hausse constatée de plus de 30 kg/ha.

Pour les 14 exploitations en baisse de plus de 30 kg/ha :

- La fertilisation minérale azotée moyenne avant méthanisation était de 108 kg/ha, variant entre 40 kg/ha et 185 kg/ha,
- La fertilisation moyenne azotée après méthanisation est de 53 kg/ha,
- L'économie moyenne en fertilisation minérale azotée constatée sur ce groupe est de plus de 60 %, pouvant atteindre dans certains cas 95 à 100 % d'économie.

#### Les partenaires

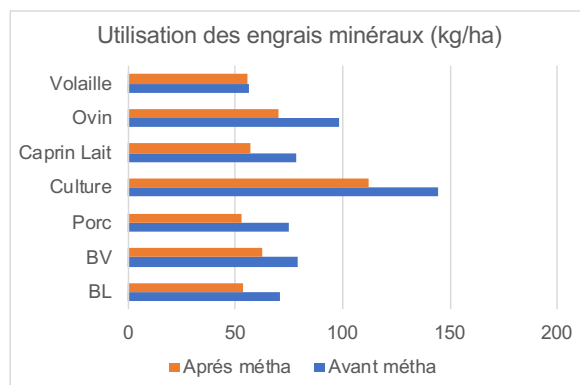


Pour les 15 exploitations en hausse de moins de 30 kg/ha :

- La fertilisation minérale azotée moyenne avant méthanisation était de 81,7 kg/ha, variant entre 7 kg/ha à 150 kg/ha,
- La fertilisation moyenne azotée après méthanisation est de 93,8 kg/ha,
- La hausse moyenne en fertilisation minérale azotée constatée sur ce groupe est de 26 %.

L'analyse de l'évolution de la fertilisation minérale azotée donne les figures suivantes :

	Evolution de la fertilisation minérale		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	kg/ha	kg/ha	% baisse
BL	70,5	53,5	24%
BV	78,6	72,3	8%
Porc	75,0	52,5	30%
Culture	144,2	111,9	22%
Caprin Lait	78,0	57,1	27%
Ovin	98,4	69,8	29%
Volaille	56,1	55,3	1%
Moyenne	79,8	63,2	21%



La baisse la plus forte sur l'utilisation de la fertilisation minérale azotée est constatée chez les exploitations porcines, suivi des exploitations caprines et ovines (sans pour autant pouvoir conclure de façon significative pour ces 2 dernières OTEX, qui sont très faiblement représentées dans l'échantillon : 1 exploitation à chaque fois).

La même analyse, réalisée par typologie Methalae, donne les résultats suivants :

- Les plus fortes baisses de fertilisation minérale azotée sont constatées pour les typologies 1 et 2.1 : exploitations agricoles portant une unité de méthanisation individuelle avec ou sans statut juridique différent. Cette catégorie contient quasiment toutes les exploitations déjà orientées en agriculture bio, d'où une moyenne de référence relativement basse. Le traitement de déchets extérieurs par l'unité de méthanisation permet un retour plus élevé de digestat supplémentaire, permettant de générer une baisse plus conséquente sur la fertilisation minérale.
- Les types 2.2 et 2.4 sont caractérisés par une baisse de fertilisation azotée minérale relativement faible, inférieure à 10 %. La typologie 2.4 correspond à 5 exploitations agricoles porcines, en situation d'excédent azoté, adhérentes au projet Géotexia. Ces exploitations ne récupèrent pas de digestat, leurs pratiques de fertilisation minérale azotée sont donc quasiment inchangées.

Typologie	Evolution de la fertilisation minérale		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	kg/ha	kg/ha	% 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%

Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :

### 2.1.2 Évolution des pertes par volatilisation

Les pertes d'azote par volatilisation ammoniacale ont lieu lors du stockage ou de l'épandage des effluents (lisiers ou fumiers) ou du digestat. Les bactéries méthanogènes ayant une action de minéralisation de l'azote organique des effluents en azote minéralisé dans le digestat, le risque de pertes par volatilisation ammoniacale est plus élevé lors de l'épandage du digestat que des lisiers/fumiers.

Cependant la mise en place de pratiques vertueuses lors de l'épandage du digestat peut permettre de palier ce risque : utilisation de rampe pendillard par exemple, ou enfouissement du digestat brut ou liquide.

L'analyse de ces pertes, dans le cadre du programme Methalae, n'est pas le résultat de mesures de terrain, mais d'une méthode normative développée dans l'outil ACCT :

- La volatilisation au stockage est estimée en fonction de la durée de stockage, du type de produit stocké et des modalités de stockage.
- La volatilisation à l'épandage est estimée de base à 10 % pour un fumier non incorporé et à 25 % pour du digestat liquide épandu en buse palette. Ce taux de volatilisation subit ensuite des abattements variables, selon les ajustements de méthode d'épandage par rapport aux méthodes de référence :
  - Baisse de la volatilisation de 33 % pour un épandage du digestat liquide par rampe pendillard,
  - Baisse de la volatilisation de 80 % pour un épandage du digestat liquide avec enfouissement.

**La moyenne du groupe donne une baisse de la volatilisation « stockage et épandage » de 8 kg/ha. Mais la situation peut être différente selon les exploitations.**

L'analyse des données montre que :

- Pour 15 exploitations agricoles, le changement des pratiques de stockage et d'épandage génère une baisse de plus de 10 kg par hectare de SAU. Cette baisse est en moyenne de 36 kg/ha sur les 15 exploitations, pour une volatilisation moyenne de référence de 80 kg/ha.
- Pour 28 des exploitations agricoles enquêtées, l'impact de la méthanisation sur la volatilisation ammoniacale est considéré comme neutre (+/- 10 kg/ha SAU). Ce groupe a une volatilisation moyenne de référence relativement faible, estimée à 20 kg/ha SAU.
- Pour 2 exploitations agricoles seulement, le bilan des pertes par volatilisation ammoniacale s'est dégradé. L'une d'entre elles a changé son système de conduite de l'atelier volaille, avec en plus une augmentation du cheptel volaille de 15 %. L'autre exploitation agricole, associée à une unité de méthanisation individuelle, apporte beaucoup plus de digestat, issu du traitement de matières extérieures, que ce qu'elle n'épandait de lisier ou de fumier, en situation de référence.

#### Les partenaires

L'analyse de ces évolutions de pratiques par OTEX donne les résultats suivants :

- Baisse la plus forte pour les exploitations porcines : sachant que 5 d'entre elles sont reliées à l'unité Geotexia, vers laquelle les exploitations agricoles envoient leurs excédents azotés sans retour en contrepartie.
- Baisse moyenne chez les bovins lait et bovins viande de 5,5 kg/ha, signe d'une meilleure gestion des paramètres de stockage et d'épandage des effluents et digestats.
- Légère hausse pour les céréaliers, qui n'épandaient probablement pas d'effluents agricoles en année de référence.
- Hausse chez les exploitations orientées en volaille. Cette tendance est explicable par plusieurs raisons :
  - Faible échantillon, dont l'exploitation agricole qui a engagé des changements de pratiques de son atelier volaille,
  - Les émissions ammoniacales de fientes de volaille sont moins importantes que celle de digestat.

	Volatilisation NH4		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	t/an	t/an	kg/ha
BL	5,4	4,8	-5,6
BV	3,2	2,9	-5,4
Porc	4,4	3,0	-43,9
Culture	1,5	3,0	6,4
Caprin Lait	4,8	3,6	-9,8
Ovin	0,7	1,3	4,1
Volaille	1,2	1,9	62,4
moyenne	4,06	3,65	-8,15

L'analyse de la volatilisation ammoniacale par typologie d'exploitation est donnée dans le graphique ci-dessous. La baisse la plus forte est constatée pour la typologie 2.4, correspondant aux exploitations de Géotexia. Pour les autres OTEX, aucune tendance flagrante ne se dessine.

Typologie	Volatilisation NH4		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	t/an	t/an	kg/ha
1	4,5	4,3	5,5
2.1	3,3	4,0	-15,0
2.2	4,0	3,2	-7,3
2.3	3,8	3,1	-6,7
2.4	4,6	3,7	-48,5
Moyenne	4,06	3,65	-8,15

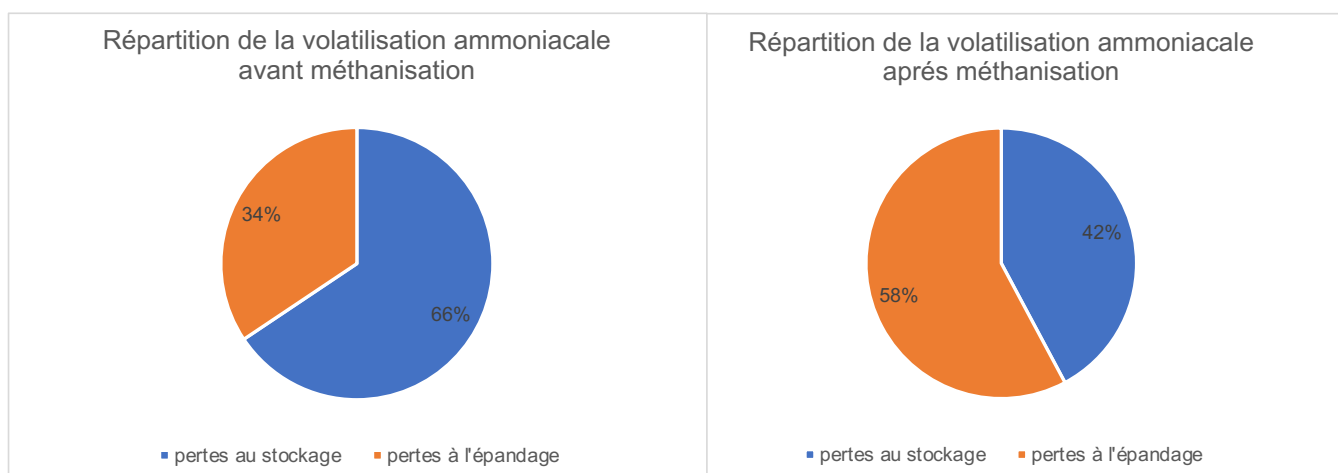
## Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :



Les deux graphiques ci-après montrent la répartition des pertes par volatilisation avant et après méthanisation :

- Avant méthanisation : 2/3 des émissions sont liées au stockage des effluents et 1/3 à l'épandage,
- Après méthanisation, cette tendance est inversée, avec 58 % des émissions ammoniacales par volatilisation à l'épandage, pour 42 % au stockage des matières.



## 2.1.3 Évolution du solde azoté global

L'évolution du solde azoté global est calculée par différence entre les entrées d'azote minéral et organique (directes ou indirectes) et les sorties (exportation des cultures, volatilisation et le solde).

Ce solde recense à la fois l'azote stocké dans le sol et l'azote perdu par ruissellement ou lessivage sans distinction.

**La moyenne de groupe donne une baisse du solde azoté global de 8 Kg/ha, soit une baisse de 11 % pour un solde moyen de référence avant méthanisation de 72,2 kg/ha.**

L'analyse montre que :

- Pour 13 exploitations, la baisse du solde azoté est > à 30 kg N/ha. La baisse moyenne du groupe est 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, avec une baisse moyenne 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.

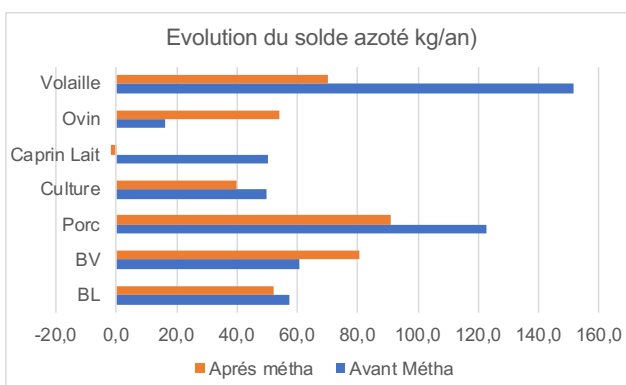
### Les partenaires

- 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, 4/4 des exploitations auraient amélioré leur solde azoté global.**

L'analyse de l'évolution du solde azoté, selon les OTEX, n'est pas aisée. Une baisse de 20 % est constatée chez les céréaliers, en revanche pour les bovins viande, la hausse est de 30 %.

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



## Les partenaires

## 2.2 Consommation d'énergie primaire

### 2.2.1 Évolution de la consommation d'énergie primaire

La consommation d'énergie primaire des 46 exploitations est de 1 335 MWh/an, avec une consommation :

- Minimale de 340 MWh/an pour une exploitation en Bovin lait, avec une SAU moyenne de 56 ha, appartenant au type 1,
- Maximale de 4 310 MWh/an pour une exploitation porcine, avec une SAU moyenne de 89 ha, appartenant au type 2.2.

La consommation d'énergie primaire brute avant (1335 MWh/an) ou après méthanisation (1305 MWh/an) est stable, avec une très légère baisse de 3 % sur la moyenne après méthanisation.

Rapportée à l'hectare de SAU, cette consommation d'énergie primaire est de 18,3 MWh/ha/an en moyenne en année de référence, variant de 3 MWh/ha à 165 MWh/ha ; contre 17 MWh/ha/an en moyenne en 2015/2016 (cette baisse, d'environ 7 %, est directement liée à la hausse moyenne de la SAU de 5 %).

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'analyse de ce paramètre, selon les OTEX ou les typologies, ne permet pas de tirer de tendance significative.

Par OTEX, la baisse de consommation d'énergie primaire avant et après méthanisation est comprise entre 2 % pour l'exploitation en caprin lait et 23 % pour les exploitations en bovin viande, grâce à la substitution d'énergie fossile par valorisation de la chaleur de cogénération et la baisse du poste achat d'aliments.

OTEX	Consommation totale d'énergie primaire (MWh/ha)		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	MWh/ha	MWh/ha	%
BL	11	10	5%
BV	10	8	23%
Porc	39	38	4%
Culture	4,3	3,8	12%
Caprin Lait	9	9	2%
Ovin	4	4	5%
Volaille	85	80	6%

#### Les partenaires

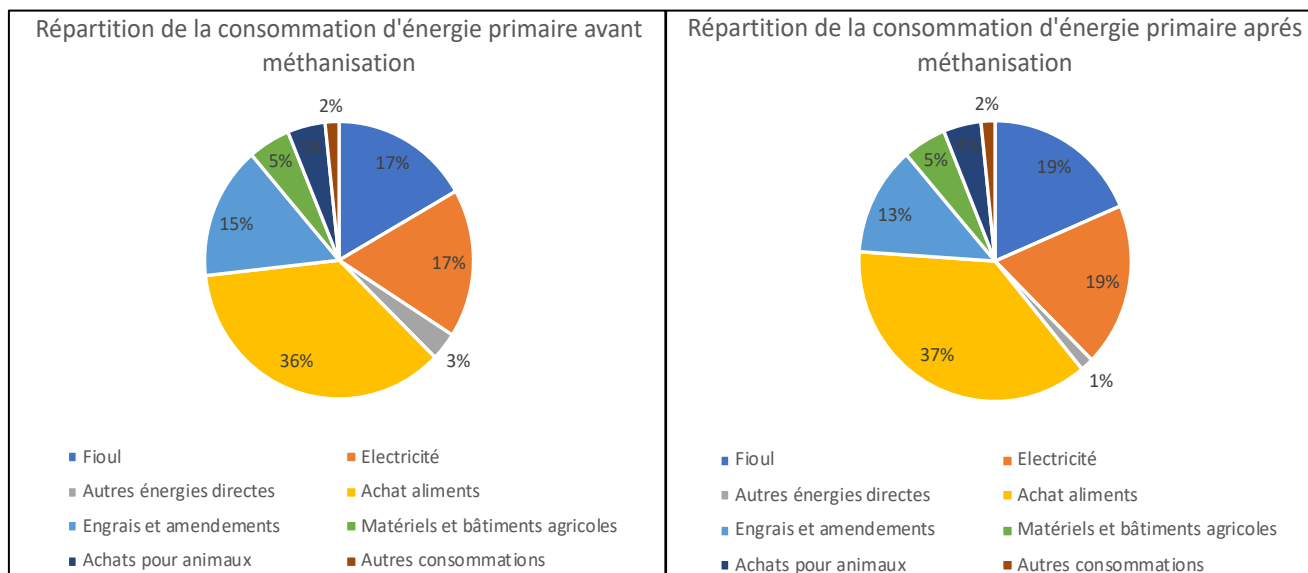


Par typologie, la baisse la plus substantielle est constatée pour la typologie 1, avec une baisse de 11 %, en lien avec la diminution de la consommation d'énergie fossile (substitution de fourniture de chaleur grâce à la cogénération), mais également à la baisse des postes achat d'aliments et engrais minéraux.

Typologie	Consommation totale d'énergie primaire (MWh/ha)		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	MWh/ha	MWh/ha	%
1	25	22	11%
2.1	17	16	4%
2.2	10	10	0%
2.3	9	8	6%
2.4	48	45	7%

L'étude de la consommation d'énergie par grands postes 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 consommation.



Rapportée à la production des exploitations à destination de l'alimentation humaine (végétale ou animale), la situation avant ou après méthanisation est en légère baisse avec un ratio de production moyen de 2,2 MWh/GCal produite avant méthanisation et de 2,0 MWh/Gcal en moyenne en 2015/2016.

## Les partenaires

### 2.2.2 Production d'énergie renouvelable

Dans le cadre de l'analyse de la consommation et de la production d'énergie primaire par exploitation agricole, une partie du travail a consisté à estimer la quantité d'énergie renouvelable, issue de la production de méthane à partir du traitement des matières de l'exploitation entrant en méthanisation.

Avant la mise en place de la méthanisation, la production d'énergie renouvelable sur les exploitations agricoles était assez restreinte :

- 8 exploitations agricoles produisent de l'électricité Photovoltaïque, avec une production moyenne de 80 MWh/an, variant de 3 MWh/an à 312 MWh/an, pour une production annuelle cumulée de 660 MWh/an.
- 3 exploitations produisent de la chaleur renouvelable à partir de bois énergie, pour une production moyenne de 50 MWh/an, variant de 28 MWh/an à 88 MWh/an, pour une production annuelle de 150 MWh/an.

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 (T1 ou T2.1), les besoins de chaleur de ces exploitations étant assurés depuis, par valorisation de la chaleur de cogénération.

L'énergie primaire renouvelable produite à partir du traitement des effluents agricoles est de 633 MWh/an en moyenne par exploitation (production minimale : 24 MWh/an et production maximale : 2980 MWh/an).

L'énergie renouvelable totale, cumulée à partir des 46 exploitations, représente une production moyenne de 29 100 MWh/an.

L'analyse de la production d'énergie renouvelable par OTEX donne une production moyenne de :

- 730 MWh/an pour les exploitations bovins Lait et bovins Viande,
- 920 MWh/an pour les exploitation céréalières (les CIVE et résidus de cultures étant plus méthanogènes que la plupart des effluents agricoles),
- 250 MWh/an pour les exploitations porcines, souvent conduites en lisier sur caillebotis ; cet effluent, produit en quantité non négligeable, est l'un des moins méthanogène des effluents agricoles. Par ailleurs, la moyenne de cette OTEX est en partie biaisée par les exploitations porcines reliées au projet Géotexia, qui ne traitent que la part d'effluents liée à l'excédent azoté de l'exploitation.

L'analyse de la production d'énergie renouvelable par typologie donne une production moyenne :

- La plus élevée pour les unités portant un projet de méthanisation individuelle (850 MWh/an pour le T1 et 1 340 MWh/an pour le type 2.1) – cette typologie de méthanisation étant souvent réservée à des exploitations agricoles de taille conséquente,
- La plus faible - 80 MWh/an - pour le type 2.4 – projet collectif Géotexia constitué uniquement d'exploitations porcines faisant traiter la part d'excédent azoté,
- De 450 MWh/an, pour les typologies 2.2 et 2.3, représentant des unités de méthanisation en petit collectif, permettant l'accessibilité à des exploitations agricoles théoriquement de taille inférieure à celles portant des unités de méthanisation individuelles.

#### Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :



OTEX	Production d'ENR (MWh/an)	
	Moyenne	Somme
BL	742	14098
BV	712	7117
Porc	245	2202
Culture	923	3691
Caprin Lait	936	936
Ovin	355	355
Volaille	354	708
Total	633	29108

Typologie	Production d'ENR (MWh/an)	
	Moyenne	Somme
1	842	10941
2.1	1331	7988
2.2	429	4716
2.3	461	5068
2.4	79	395
Total	633	29108

## 2.2.3 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, après déduction de l'énergie renouvelable produite, est de 646 MWh/an en moyenne, soit une baisse de 50 % par rapport à la situation de référence.

Cette consommation finale varie de :

- 2 150 MWh/an pour une exploitation céréalière, avec une SAU moyenne de 235 ha, appartenant au type 2.1.
- 3 560 MWh/an pour une exploitation porcine, avec une SAU moyenne de 89 ha, appartenant au type 2.2.

Après déduction de la quantité d'énergie renouvelable produite, le panel des exploitations donne les consommations suivantes :

- 6 exploitations agricoles sont devenues des Fermes à Énergie Positive : avec une consommation d'énergie moyenne de - 1160 MWh/an, variant de -160 MWh/an à - 2 150 MWh/an, sachant que la moyenne de référence du groupe, avant méthanisation est de 770 MWh/an.
- 7 exploitations agricoles ont une consommation d'énergie quasiment nulle, comprise entre 0 et 200 MWh/an, sachant que la moyenne de référence de ce groupe était de 880 MWh/an.
- 33 exploitations agricoles, ayant 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 %.

Toutes les exploitations ont amélioré leur ratio de consommation d'énergie par hectare cultivé, passant d'une moyenne de groupe de 18 MWh/ha en consommation d'énergie nette avant méthanisation à 10 MWh/ha après méthanisation.

### Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :



Une seule des 46 exploitations a dégradé ce bilan : bien que sa consommation d'énergie soit passée de 4300 MWh/an en année de référence à 3 560 MWh/an en consommation d'énergie nette après méthanisation, son ratio de consommation d'énergie est passé de 41 MWh/ha/an avant méthanisation à 45 MWh/ha/an après méthanisation, car cette exploitation a perdu ¼ de sa SAU, entre 2013 et 2015/2016.

42 des 46 exploitations agricoles ont amélioré leur ratio de consommation d'énergie nette, par énergie produite, avant et après méthanisation. La moyenne de groupe passe d'une consommation nette d'énergie de 2,4 MWh/GCal produite avant méthanisation, à 0,80 MWh/GCAL produite après méthanisation.

Seules 4 des exploitations ont dégradé leur bilan de consommation d'énergie nette par énergie produite : pour 3 d'entre elles, la consommation d'énergie nette totale est relativement stable voire en légère baisse, ce sont donc les baisses de production qui sont responsables de l'augmentation de ce ratio. Pour la quatrième, sa consommation d'énergie a doublé entre 2010 (année de référence) et 2015 (seule année d'enquête), avec un cheptel qui est passé de 170 UGB à 500 UGB, générant un doublement du poste d'achat d'aliment et d'électricité.

#### Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :





## 2.3 Bilan GES

### 2.3.1 Émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) brutes

Les émissions brutes de GES des 46 exploitations sont en moyenne de 980 tCO<sub>2</sub>/an, variant :

- de 204 tCO<sub>2</sub>/an pour une exploitation en Volaille, avec une SAU moyenne de 79 ha, appartenant au type 2,3,
- à 3080 tCO<sub>2</sub>/an pour une exploitation Bovin Lait + Volaille, avec une SAU moyenne de 290 ha, appartenant au type 1.

Rapportée à l'hectare de SAU, cette consommation d'énergie primaire est de 11 tCO<sub>2</sub>/ha en moyenne, variant de 2 tCO<sub>2</sub>/ha à 34 tCO<sub>2</sub>/ha.

Les émissions de GES après méthanisation sont en baisse de 7 %, avec une moyenne de 920 tCO<sub>2</sub>/an, un minimum à 198 tCO<sub>2</sub>/an et un maximum de 2 460 tCO<sub>2</sub>/an.

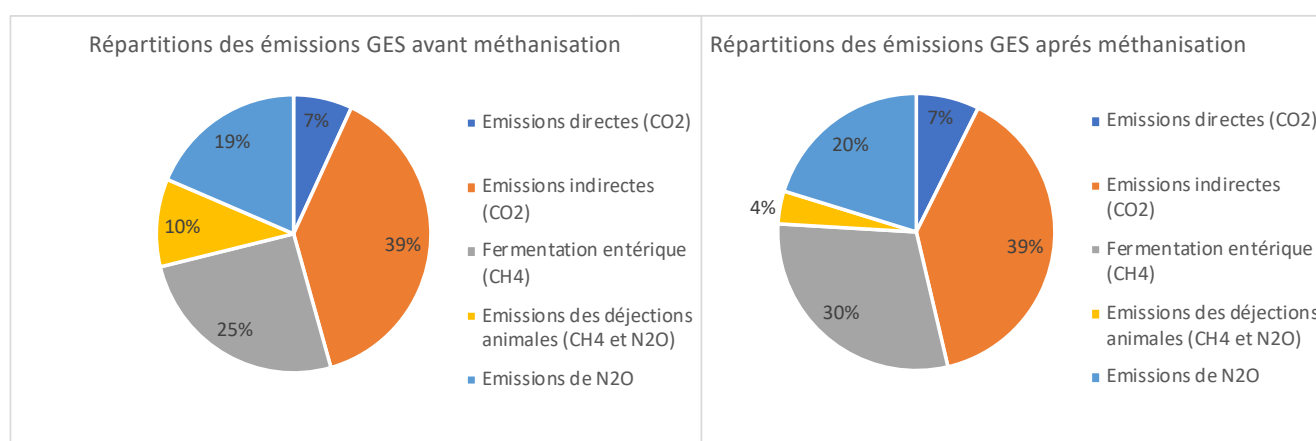
Rapportée à l'hectare de SAU, les émissions brutes de GES sont de 9 tCO<sub>2</sub>/ha en moyenne, variant de 2 tCO<sub>2</sub>/ha à 32 tCO<sub>2</sub>/ha.

Rapportée à la production des exploitations à destination de l'alimentation humaine (végétale ou animale), la situation avant ou après méthanisation est en légère hausse avec un ratio de production moyen de 1,5 tCO<sub>2</sub>/GCal vendue avant méthanisation à 1,8 tCO<sub>2</sub>/GCal vendue après méthanisation : cette dégradation du ratio de production est essentiellement due à la baisse des productions, en lien avec les mauvaises années climatiques en 2015 et 2016.

En revanche, le ratio d'émission GES par tonne de protéines vendue est stable, avec en moyenne 34 tCO<sub>2</sub> émises/tonne de protéine vendue.

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

- hausse de 5 % des émissions par fermentation entérique (CH<sub>4</sub>)
- baisse de 5 % des émissions des déjections animales (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O).



#### Les partenaires



#### Programme CASDAR 2014-2018 Avec le soutien financier de :





L'analyse de la baisse des émissions brutes avant ou après méthanisation, selon les OTEX ou les typologies, ne permet pas de tirer de tendance significative.

Par OTEX, la baisse d'émissions brutes de GES avant et après méthanisation est comprise entre – 2,8 tCO<sub>2</sub>/ha pour les volailles et – 0,2 tCO<sub>2</sub>/ha pour les exploitations céréalières.

OTEX	Emissions brutes GES		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	tCO <sub>2</sub> /ha	tCO <sub>2</sub> /ha	t CO <sub>2</sub> /ha
BL	8,4	7,7	-0,7
BV	8,6	7,1	-1,5
Porc	21,3	19,0	-2,4
Culture	2,4	2,2	-0,2
Caprin Lait	8,5	8,0	-0,5
Ovin	5,0	4,4	-0,6
Volaille	17,1	14,3	-2,8

Par typologie, la baisse la plus importante des émissions brutes de GES est constatée pour la typologie 2.4.

Typologie	Emissions brutes GES		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	tCO <sub>2</sub> /ha	t CO <sub>2</sub> /ha	t CO <sub>2</sub> /ha
1	10,8	9,3	-1,6
2.1	8,8	8,0	-0,8
2.2	7,6	6,5	-1,0
2.3	7,4	6,6	-0,8
2.4	28,5	26,2	-2,3

## 2.3.2 Émissions de GES évitées

Les émissions de GES évitées sont constituées de :

- C stocké dans le sol grâce à la mise en place de CIVE ou de prairies,
- D'émissions évitées grâce à la production d'énergies renouvelables.

Avant méthanisation, les émissions évitées grâce à la production d'énergie renouvelable ne concernent que les exploitations qui font du PV ou du Bois Énergie, soit environ 400 tCO<sub>2</sub>/an ; tandis que le C stocké dans le sol représente 1 415 tCO<sub>2</sub>/an évité.

Après méthanisation, la tendance est inversée :

- 6 570 tCO<sub>2</sub>/an sont évitées grâce à la production d'ENR
- 2 130 tCO<sub>2</sub>/an sont stockées dans le sol, soit une augmentation de 50 %.

Grâce à la méthanisation, la proportion de CO<sub>2</sub> évité est bien plus importante par la production d'énergie renouvelable, plutôt que par le stockage du C dans le sol.

### Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :



## 2.3.3 Émissions nettes de GES

Les émissions de GES des 46 exploitations sont en moyenne de 730 tCO<sub>2</sub>/an, avec une consommation :

- minimale de - 400 tCO<sub>2</sub>/An pour une exploitation céréalière, avec une SAU moyenne de 235 ha, appartenant au type 1 (seule exploitation du panel à stocker plus de carbone que ce qu'elle n'émet).
- maximale de 2 260 tCO<sub>2</sub>/an pour une exploitation Bovin Lait + Volaille, avec une SAU moyenne de 290 ha, appartenant au type 1.

Sur l'ensemble des 46 exploitations :

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

L'analyse de ce paramètre, selon les OTEX ou les typologies, ne permet pas de tirer de tendance significative.

Par OTEX, la baisse d'émission de GES avant et après méthanisation est comprise entre - 11 tCO<sub>2</sub>/ha pour les volailles et - 2,1 tCO<sub>2</sub>/ha pour les exploitations en bovins lait.

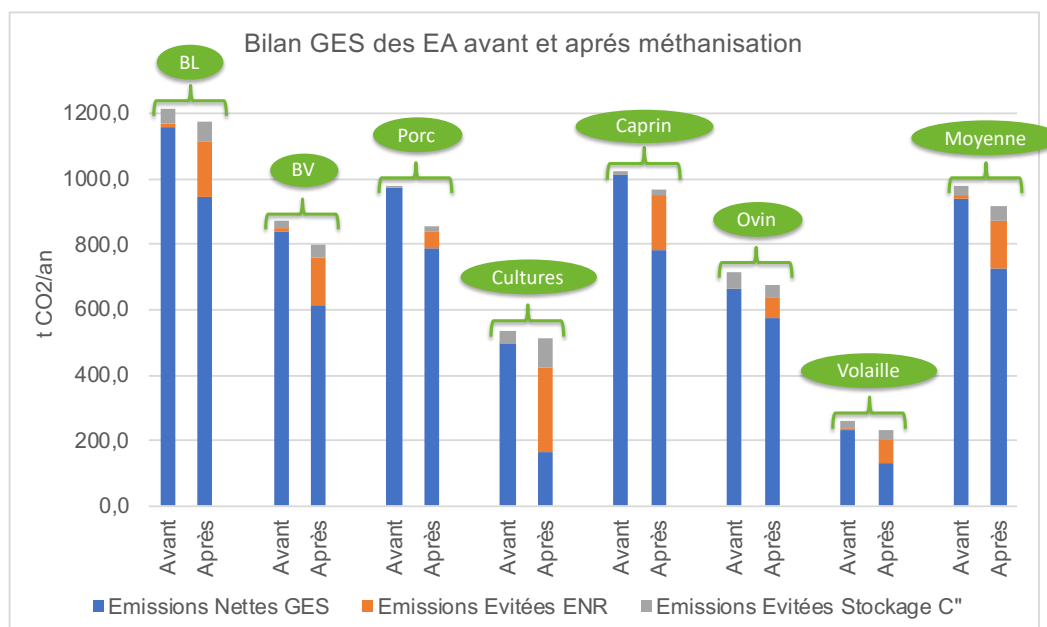
OTEX	Emissions nettes GES		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	tCO <sub>2</sub> /ha	t CO <sub>2</sub> /ha	kg CO <sub>2</sub> /ha
BL	8,4	6,3	-2,1
BV	8,6	5,3	-3,3
Porc	21,3	17,9	-3,5
Culture	2,4	0,7	-2,0
Caprin Lait	8,5	6,5	-2,0
Ovin	5,0	3,7	-1,2
Volaille	17,1	5,5	-11,5

Par typologie, les baisses les plus importantes des émissions de GES sont constatées pour les typologies d'unité individuelle (t1 ou t2.1).

Typologie	Emissions nettes GES		
	Avant Métha	Après métha	Evolution
	tCO <sub>2</sub> /ha	t CO <sub>2</sub> /ha	kg CO <sub>2</sub> /ha
1	10,8	5,9	-5,0
2.1	8,8	5,8	-3,1
2.2	7,6	5,7	-1,9
2.3	7,4	5,8	-1,6
2.4	28,5	25,8	-2,8

### Les partenaires

La figure ci-dessous présente les différences avant et après méthanisation pour chacune des OTEX. Le bilan GES net est amélioré pour l'ensemble des OTEX, ce qui est principalement dû à l'évitement d'émissions via la substitution des énergies fossiles par une énergie renouvelable.

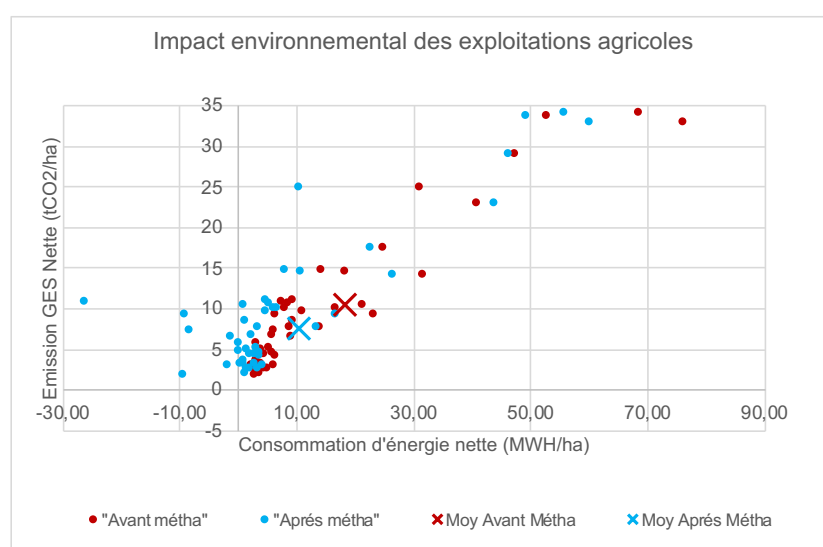


## 2.3.4 Bilan Impact Énergie Climat

L'impact global des exploitations agricoles, représenté ci-après par les ratios de :

- Consommation d'énergie nette par hectare de SAU, en rouge,
- D'émissions de GES nettes par hectare de SAU, en bleu,

est une nette diminution, par comparaison des situations avant et après mise en service de la méthanisation.



Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :

### 3. Conclusion

L'impact environnemental est également positif, avec une meilleure efficacité énergétique des exploitations agricoles et un moindre impact en GES.

Rapportée à la SAU des exploitations, la fertilisation minérale est en baisse de 20 % par rapport aux apports de référence (en moyenne une baisse de 16,5 kgN/ha). Les plus fortes baisses sont constatées sur les typologies 1 et 2.1.

La volatilisation ammoniacale au stockage et à l'épandage des matières (effluents agricoles et digestat) est également en baisse de 8 kg/ha. Mais la situation peut être différente selon les exploitations. Avant la méthanisation, les pertes ont lieu pour 2/3 au stockage et 1/3 à l'épandage (la tendance est inversée après méthanisation). Le travail sur le matériel d'épandage est donc un levier intéressant pour limiter l'impact de la méthanisation.

La consommation d'énergie primaire, par hectare de SAU, est également globalement à la baisse (-10 % pour les 2/3 des exploitations). Une légère hausse du poste fioul (liée à la production de CIVE ou à l'épandage du digestat) est observée dans la majorité des cas, tandis qu'une baisse des achats d'engrais minéraux, liée aux propriétés du digestat, ou 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 consommation, est parfois observée.

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.

#### Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018  
Avec le soutien financier de :

