

Afterres 2050 MÉTHANISATION

LA MÉTHANISATION :
OUTIL DE TRANSITION
AGROÉCOLOGIQUE
ET ÉNERGÉTIQUE

Cette brochure présente le rôle de la méthanisation pour la France hexagonale à l'horizon 2050, selon les scénarios Afterres2050 et négaWatt. Elle donne une place significative à la production de biométhane à partir de ressources agricoles. Les autres filières sont moins développées : elles sont secondaires, mais non négligeables pour autant.

La méthanisation des déchets et sous-produits de toutes natures provenant de l'agriculture, des ménages, d'entreprises et d'industries, joue un rôle important. De même, les autres voies de valorisation, notamment la cogénération, conservent leur pertinence dans certains contextes.

La brochure s'appuie sur l'expérience de terrain des équipes de Solagro et de ses partenaires : près de 300 projets accompagnés, dans de nombreux contextes différents. Elle se fonde aussi sur de nombreuses ressources bibliographiques, enquêtes et programmes de recherche et d'innovation.

Auteurs : Christian Couturier, Directeur de Solagro et Jérémie Priarollo, Directeur adjoint de Solagro et responsable de l'activité méthanisation

Avec les contributions de : Yves Le Roux - Professeur ENSAIA Université de Lorraine, Simon Métivier, Marine Cordelier, Thomas Filiatre, Céline Laboubée, Tristan Virchien, Maya Hébrard - Chef-fes et chargée-es de projets méthanisation à Solagro, Sylvaine Berger - Directrice adjointe de Solagro et responsable de l'activité Bioéconomie.

Ce document est édité par Solagro.

Siège social : 75 voie du TOEC - CS 27608 - 31076 Toulouse Cedex 3

Association loi 1901 - Siret : 324 510 908 00050

Tél. : + 33(0)5 67 69 69 69

Mél : solagro@solagro.org

Sites internet : <https://solagro.org> - <https://afterres.org>

Conception graphique : Cécile Rozo - Chargée de communication et Aurélie Delage - Responsable communication Solagro

Éléments graphiques : ©Solagro / ©Île du Boucanier / ©Atelier de l'Estuaire

Crédits photos : ©Solagro / ©Adobe Stock / ©Sébastien Pagès / ©Rémi Lacaze /

©Antoine Couturier

Impression : Messages - Imprim'vert - PEFC - 300 exemplaires

Sommaire

INTRODUCTION.....	5
-------------------	---

REGARDS CROISÉS.....	6
----------------------	---

AFTERRES2050, UN HORIZON POUR L'AGRICULTURE ET L'ALIMENTATION.....	8
---	---

LES PRINCIPAUX LEVIERS D'ACTION DU SCÉNARIO AFTERRES2050.....	10
--	----

LA MÉTHANISATION DANS AFTERRES.....	14
-------------------------------------	----

6 OBJECTIFS POUR LA MÉTHANISATION.....	16
--	----

LA MÉTHANISATION POUR L'AGROÉCOLOGIE.....	18
---	----

Un levier pour l'agroécologie.....	19
------------------------------------	----

La méthanisation agricole, pour qui ?.....	19
--	----

La méthanisation en élevage.....	23
----------------------------------	----

La méthanisation en grandes cultures.....	31
---	----

Les CIVE (cultures intermédiaires à vocation énergétique).....	36
---	----

Les ressources en biomasse.....	41
---------------------------------	----

Capacités de production du parc français de méthaniseurs.....	44
--	----

Le bilan d'azote de la ferme France, selon Afterres ..	48
--	----

Quels volumes à transporter et sur quelles distances ?.....	50
--	----

LA MÉTHANISATION POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE.....	54
---	----

Sortir des énergies fossiles.....	55
-----------------------------------	----

La production actuelle de biogaz et les tendances...	57
--	----

La place du gaz dans le scénario négaWatt.....	59
--	----

Le rôle du biogaz dans le système électrique.....	67
---	----

Vers un 100% gaz verts au niveau européen.....	68
--	----



LEPOUSSINENGAGÉ
IMMERSION EN 2050

> À Bayonne, on roule à l'énergie locale | **P52**

Retour sur 25 années de transformations

> Malgré 3 crises majeures, ils sont toujours | **P70**

debout ! Récit d'un collectif d'exploitations
céréalières du Loiret

VERS UNE FILIÈRE DE QUALITÉ.....	72
----------------------------------	----

Le digestat.....	73
------------------	----

Les externalités.....	75
-----------------------	----

Maîtriser les impacts sur le vivant (micro et macro faune).....	78
--	----

Les directives sur les énergies renouvelables et la durabilité des bioénergies.....	80
--	----

Maîtriser les fuites de méthane.....	81
--------------------------------------	----

Bilan GES.....	83
----------------	----

Taux de retour énergétique.....	84
---------------------------------	----

Accidentologie.....	89
---------------------	----

LES DISPOSITIFS DE SOUTIEN ACTUELS ET FUTURS.....	92
--	----

Le cadre politique et législatif.....	93
---------------------------------------	----

Le gaz renouvelable : un effet de verrouillage, voire de double verrouillage ?.....	94
--	----

Les coûts de production.....	95
------------------------------	----

La baisse du coût de production du biométhane, à quel prix ?.....	96
--	----

L'effet d'échelle ne joue pas au-delà d'une taille moyenne.....	98
--	----

Gouvernance territoriale.....	98
-------------------------------	----

Un cadre cohérent pour développer le biométhane	104
---	-----



17 PROPOSITIONS POUR UNE MÉTHANISATION DURABLE.....	108
--	------------

CONCLUSION.....	
-----------------	--

Bibliographie.....	
--------------------	--



INTRODUCTION

INTRODUCTION

En 2014, Solagro écrivait une courte note¹ intitulée *“La méthanisation rurale, outil des transitions énergétique et agricole”* dans laquelle nous indiquions: *“La méthanisation « rurale » est en plein essor en France : 150 installations sont en fonctionnement et plusieurs centaines de projets sont à l’étude. Cette filière est porteuse de nombreux espoirs, tant pour le monde agricole que pour celui de l’énergie. Elle suscite également de nombreuses interrogations, parfois des oppositions. Comme toute technologie, elle doit trouver sa place dans son contexte, et il faudra apprendre à l’utiliser à bon escient. La question centrale est de savoir quelle agriculture nous voulons pour définir de quelle méthanisation nous avons besoin. Pour Solagro, la méthanisation n’est pas seulement un moyen de produire de l’énergie : elle est également un outil agronomique qu’il convient de savoir utiliser correctement pour en tirer tous les bénéfices potentiels”*.

Ce premier document, qui aurait pu s’intituler *« Manifeste pour une méthanisation agroécologique »*, intervenait dans un contexte porteur : pour la première fois, l’agroécologie devenait le mot d’ordre du ministère de l’Agriculture; les négociations climatiques internationales allaient aboutir aux Accords de Paris; la phase « pionnière » de la méthanisation agricole, celle où les acteurs ont appris à faire fonctionner ces nouveaux objets techniques, se terminait ; la voie prometteuse du biométhane venait de s’ouvrir ; les acteurs de l’énergie commençaient à s’emparer de la question. Les acteurs de l’agriculture et de l’environnement, quant à eux, demeuraient indécis et mitigés.

Plus de 10 ans plus tard, la méthanisation est sortie de la confidentialité. Les enquêtes d’opinion le montrent : sa notoriété est désormais presque aussi élevée que celle des autres énergies renouvelables, même si les personnes qui disent bien connaître le sujet sont encore une minorité ; et le degré d’adhésion est fort, avec 81 % d’opinions favorables, moins que le solaire et plus que l’éolien² . Les projets se multiplient, et les réactions également.

Avec cette brochure, notre intention est d’illustrer ce que peut être une méthanisation agroécologique à large échelle pour en faire non pas une exception, mais une norme structurante de la transition agricole et énergétique.

Christian Couturier - Directeur de Solagro



« La méthanisation n’est pas seulement un moyen de produire de l’énergie : elle est également un outil agronomique qu’il convient de savoir utiliser correctement pour en tirer tous les bénéfices potentiels. »

¹ Christian COUTURIER, Andréa JACK, Céline LABOUBÉE, Isabelle MEIFFREN - "La méthanisation rurale, outil des transitions énergétiques et agroécologiques" - Solagro - Version révisée de 2019
https://solagro.org/medias/domaines-intervention/methanisation/2016/2019/WEB_Metha_transitions_solagro_2019.pdf

² I "Énergies : que veulent vraiment les Français ?" - Enquête IFOP pour ENGIE, mai 2025.
<https://www.engie.com/sites/default/files/assets/documents/2025-05/Les%20Fran%C3%A7ais%20et%20les%20EnR%20ifop%20ENGIE.pdf>

REGARDS CROISÉS



“ LA MÉTHANISATION, UNE COMBINAISON INDISPENSABLE ENTRE DÉCARBONATION, AGROÉCOLOGIE ET PARTAGE DE LA VALEUR AJOUTÉE ”

"Depuis 2005, fortement incitée et encadrée par les politiques publiques, la méthanisation est passée d'une logique locale portée par les agriculteurs, de production d'électricité avec une valorisation des effluents d'élevage et d'un recyclage de l'azote, à une filière organisée de production de biométhane au service de la décarbonation et de la transition énergétique, à partir d'une biomasse de plus en plus végétale. La méthanisation, dans le secteur de l'énergie, apparaît comme un processus très spécifique car elle nécessite une compréhension des concepts de l'agroécologie et de l'agronomie pour assurer une durabilité forte. Du fait de cette particularité, les agriculteurs sont depuis le début de cette aventure au cœur du système par leur production de biomasse, d'effluents d'élevage et la valorisation des digestats. Ils devront rester des acteurs majeurs de la filière pour accompagner les objectifs quantitatifs de production de biométhane qui indiquent une croissance très forte dans un futur proche (2030) ou plus lointain (2050).

Des arbitrages sont à venir notamment sur le partage de la valeur ajoutée entre les acteurs avec le désengagement progressif de l'état dans le soutien à la filière et l'arrivée de nouveaux mécanismes de financement (CPB, BPA). La capacité de l'ensemble des acteurs à sortir des logiques en silo seront un vrai test de l'aptitude de la filière à se développer en coopération et de manière durable. La question du carbone et de son attribution est aussi importante car il n'y aura pas de double comptabilité entre l'amont et l'aval. Il faudra donc veiller au décalage de phase entre l'évolution très rapide de cette filière, les conséquences des décisions politiques récentes et la capacité des acteurs à coopérer.

C'est donc un vrai challenge collectif où tous les acteurs de l'énergie avec l'ensemble des filières agricoles, du monde associatif, de la société civile, des collectivités, de la recherche et du développement devront avoir un diagnostic partagé pour permettre d'avancer ensemble sur une trajectoire commune. La quasi-totalité des scénarios disponibles convergent, avec des intensités différentes, pour considérer la méthanisation comme un véritable outil pour la décarbonation ainsi que pour la transition agroécologique. Alors maintenant, il faut y aller et ensemble !"

Yves Le Roux - Professeur ENSAIA - Université de Lorraine



LA MÉTHANISATION AGROÉCOLOGIQUE PEUT ÊTRE UN FORMIDABLE OUTIL AU SERVICE DE L'AGRICULTURE ET DU TERRITOIRE



"Élu local et conjoint d'une agricultrice, j'ai toujours été convaincu que le développement de notre territoire rural passait par la réflexion collective et l'innovation.

C'est dans cet esprit qu'est née, sous l'impulsion du SIPHEM, l'idée d'intégrer la méthanisation agricole à notre stratégie territoriale. Dès le départ, la volonté était de trouver une voie qui conjugue valorisation des ressources locales, création d'emplois, préservation de l'environnement et relocalisation de l'énergie. La démarche a reposé sur des échanges avec les collectivités, les agriculteurs et les habitants afin de penser un projet cohérent avec les besoins du territoire.

Lorsque nous avons entamé notre projet de méthanisation collective, l'enthousiasme s'est mêlé à de nombreuses interrogations. Le chemin pour monter un tel projet n'est pas simple : il a fallu convaincre, rassurer, expliquer et, surtout, nouer le dialogue avec nos voisins et avec la population locale. On oublie parfois que la réussite d'un méthaniseur ne repose pas seulement sur un bilan énergétique ou agronomique : c'est d'abord une aventure humaine et territoriale.

Au fil des mois, le projet a fédéré les énergies. Nous avons (re)découvert la richesse de l'entraide entre agriculteurs et la force d'une démarche collective. La méthanisation s'est révélée un levier concret pour renforcer la résilience de nos fermes, diversifier nos revenus, valoriser nos effluents et réduire notre dépendance aux engrais de synthèse. Elle a démontré qu'en unissant nos savoir-faire, nous pouvions faire émerger un projet bénéfique à toutes les échelles.

Pourtant, rien n'était acquis d'avance. Le dialogue avec les riverains et les élus, la recherche de solutions pour minimiser les nuisances, tout cela demande constance et honnêteté. Puiser dans nos expériences et nos erreurs a été essentiel pour bâtir un projet accepté et compris.

Aujourd'hui administrateur de Solagro, je tâche de participer à mon niveau aux travaux de prospective : cette brochure est importante et j'aurais aimé en disposer au lancement de mon projet de méthanisation, il y a 8 ans. La méthanisation agroécologique, si elle est bien pensée et menée collectivement, peut être un formidable outil au service de l'agriculture et du territoire. Elle ne résout pas tout, mais elle ouvre des perspectives : c'est en ce sens que nous souhaitons aujourd'hui en poser le cadre, pour continuer à avancer ensemble."

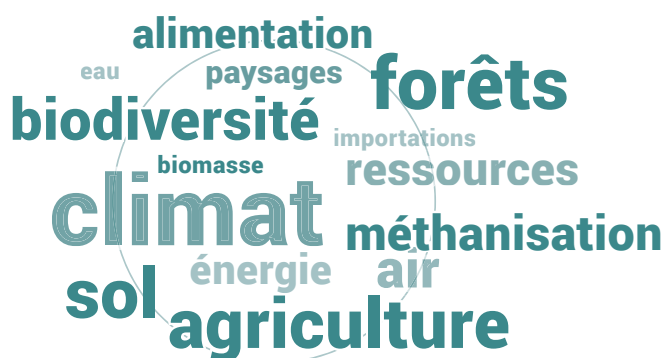
**Yannick DUFFAU - Maire de Brannens (Sud-Gironde) et Vice-Président du
Syndicat Interterritorial Pour l'Habitat Et la Maîtrise de l'énergie (SIPHEM)**



AFTERRES2050, un horizon pour l'agriculture et l'alimentation en France

Afterres2050 interroge l'utilisation qui est faite des terres à notre disposition, pour des activités telles que l'agriculture, la sylviculture, la pêche.... Scénario de transition agricole et alimentaire, il s'intéresse aux ressources biologiques liées au « secteur des terres et des mers » et à leur utilisation sobre, pour permettre de subvenir à nos besoins en matière d'alimentation, d'énergie et de matériaux, en respect des limites planétaires.^{1,2,3}

Le scénario Afterres2050 a été imaginé dans une approche globale des différents enjeux environnementaux et sociétaux : ralentir la course du dérèglement climatique (évolution des températures, augmentation des phénomènes extrêmes), remplacer le carbone fossile, faire face à la stagnation des rendements et à la perte des terres agricoles, lutter contre les pollutions (eau, air, sol) et la perte de biodiversité... Il intègre également les questions socio-économiques telles que l'emploi et la viabilité des exploitations agricoles et des filières, l'accès à l'alimentation de qualité pour tous.



Le scénario Afterres2050 n'est ni une prédiction, ni une prescription. Il résulte d'une démarche prospective d'exploration des possibles en prenant bien en compte l'ensemble des paramètres, impacts et enjeux.

Le scénario Afterres2050 est un scénario normatif, visant à décrire un chemin de transition écologique équilibré permettant de répondre aux enjeux auxquels sont confrontés les agriculteurs, les forestiers et l'ensemble de la société française.

¹ I Rockström J, Steffen W, Noone K, ... et Al, 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461 : 472-475.

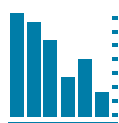
² I Steffen W, Richardson K, Rockström J, ... et Al, 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science 347: 736-746.

³ I Wang-Erlandsson L, Tobian A, van der ENT RJ, ... et All, 2022. Nature 3 : 380-392.

« L'ambition du scénario Afterres2050 est de proposer des solutions pour satisfaire les besoins alimentaires d'une population plus nombreuse, avec une nourriture suffisante et saine, pour préserver sa santé, sans dégrader la planète. »



5 PILIERS POUR RÉUSSIR LA TRANSITION ET POUR GUIDER LES ACTIONS



SOBRIÉTÉ



EFFICACITÉ



RELOCALISATION



SUBSTITUTION



ÉQUITÉ ET
DURABILITÉ

3 scénarios de prospective interdépendants : Afterres2050, négaWatt et négaMat

La prospective Afterres2050¹ est inspirée du scénario négaWatt. Tous deux reposent sur les trois piliers que sont la sobriété, l'efficacité et l'utilisation de ressources renouvelables. Ils tracent la voie d'un avenir souhaitable et soutenable, et décrivent les solutions pour l'atteindre.

Le scénario négaWatt², au centre duquel se trouvent les questions d'énergie, a été significativement enrichi d'un scénario « négaMat » qui traite de la question des matières, avec l'objectif d'estimer et de

réduire la pression exercée sur les ressources géologiques et minières.

Ensemble, les scénarios Afterres2050, négaWatt et négaMat permettent de couvrir un périmètre élargi, offrant ainsi la possibilité d'une vision d'ensemble cohérente.

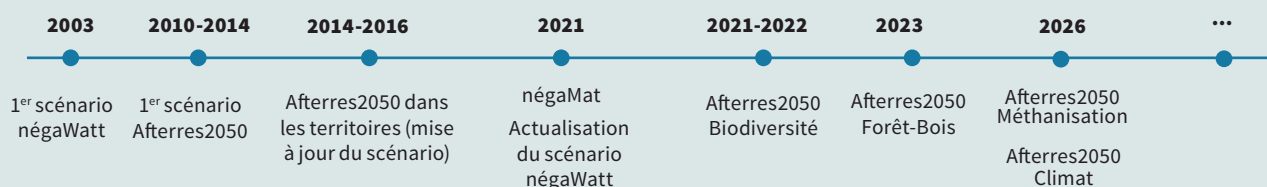
L'articulation d'Afterres2050, négaWatt et négaMat constitue, pour la France, le premier exercice prospectif intégré qui atteint la neutralité climatique en termes d'empreinte – incluant donc les émissions importées et pas seulement les émissions nationales.

¹ | Afterres2050 :

→ <https://afterres.org/>
Afterres2050 - Édition 2026
→ <https://afterres.org/wp-content/uploads/2025/11/scenario-afterres-edition2026.pdf>

² | négaWatt

→ <https://negawatt.org/>
Synthèse du scénario 2022 :
→ <https://negawatt.org/IMG/pdf/synthese-scenario-negawatt-2022.pdf>



LES PRINCIPAUX LEVIERS D'ACTION DU SCÉNARIO AFTERRES2050* :

Évolution entre 2025 et 2050



LE RÉGIME ALIMENTAIRE DES FRANÇAIS



Vers plus de sobriété

- **Réduction** de la surconsommation alimentaire **d'un facteur 2** en valeur énergétique et en valeur protéinique
- **Division par 2** des pertes et gaspillages alimentaires



Meilleur pour la santé

- **Réduction de 3%** de l'indice de masse corporelle (IMC)



Meilleur pour l'environnement

- **Réduction** de la quantité de protéines animales (-**50%** de consommation de viande et **-18%** pour les produits laitiers) au profit des protéines végétales (consommation de légumineuses **x2**)
- **Augmentation de 25%** de la consommation de coquillages et crustacés et **division par 3** de la consommation de poissons



LES SYSTÈMES ET PRATIQUES AGRICOLES



Moins d'élevages, de meilleure qualité

→ **Ruminants** : Augmentation du temps de pâture, augmentation de la part de l'herbe dans la ration et diminution de celle des concentrés achetés à l'extérieur

→ **Ruminants** :

Réduction de 40%

du cheptel bovin et conversion en partie en production mixte - lait et viande

→ **Porcs et volailles** :

Généralisation des productions sous labels, suppression des élevages « standard » et en cages

→ **Réduction**

(en nombre d'animaux abattus)

de **46%**

pour les porcs,

58%

pour les poulets de chair



L'agroécologie généralisée : ... pour préserver les écosystèmes

→ **70%**

d'agriculture biologique

et **30%**

de production intégrée

(semis direct, couverts végétaux, cultures associées...)

→ **Réduction de 90%**

des produits phytosanitaires

5% minimum des surfaces en infrastructures agroécologiques

→ **Doublement** du linéaire de haies avec une augmentation de **750 000 km**

→ **Développement de**

l'agroforesterie sur 10% de la surface agricole utile



... pour atténuer les impacts et s'adapter au changement climatique

→ **Division par 5**

des engrais azotés de synthèse

→ **Division par 2**

des émissions d'ammoniac

→ **Division par 2**

du solde d'azote au sol

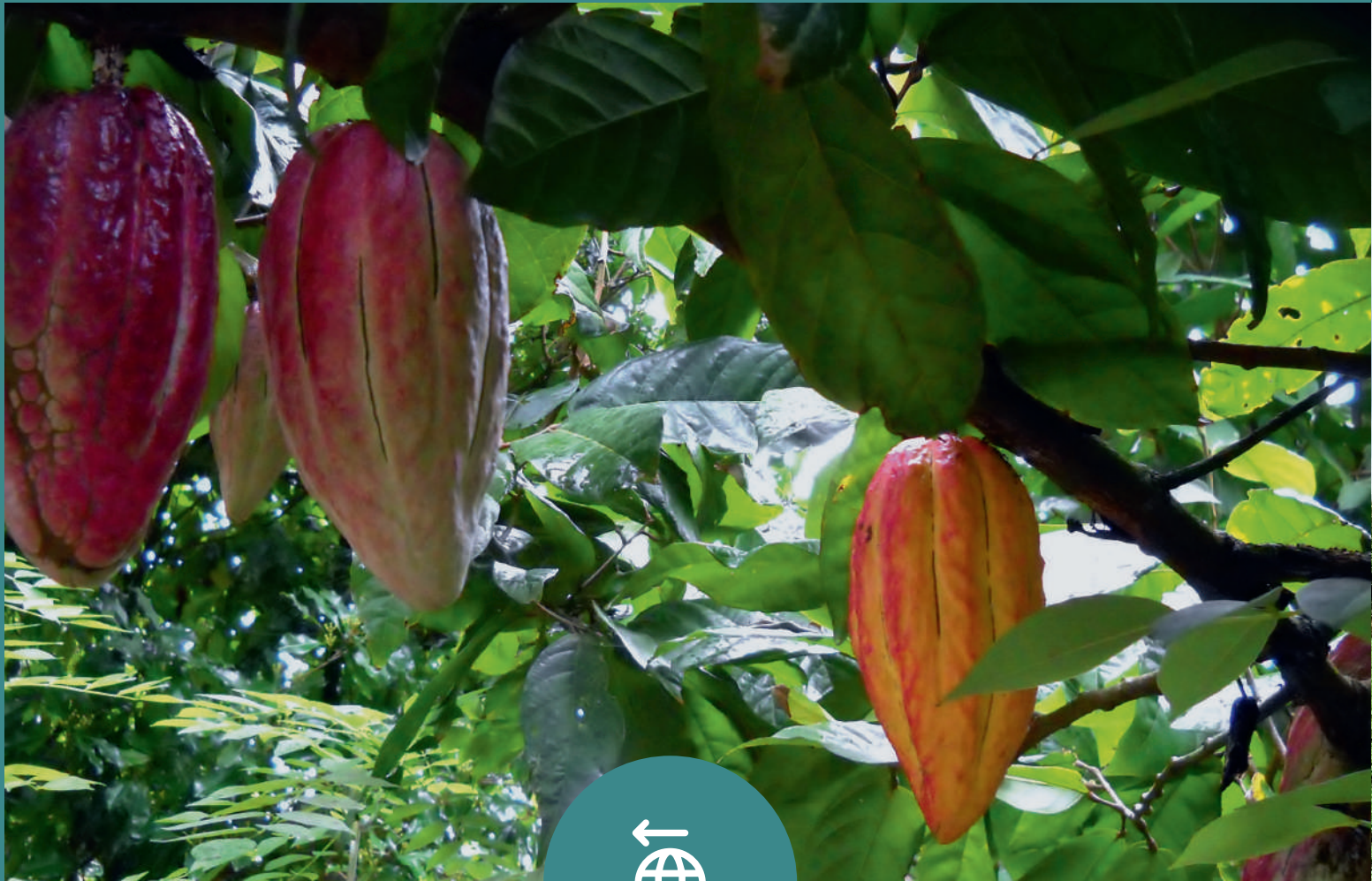
→ **Multiplication par 3**

des quantités d'azote par fixation symbiotique

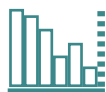


... pour préserver la ressource en eau

→ Réorientation de l'irrigation pour la production de fruits et de légumes



LES FLUX D'IMPORT-EXPORT



Sobres

- **Réduction des flux**
d'imports et d'exports en distance,
volumes et surfaces
- **Abandon des importations**
de soja (tourteaux, huile)
et d'huile de palme
- **Réduction des importations**
de produits à base de bois et arrêt de
l'importation de bois tropicaux
- **Réduction de la pression de pêche**
pour reconstituer les stocks



Respectueux

- **Développement**
du commerce équitable
- **Réduction
de la dégradation**
de la biodiversité dans
les autres pays
(déforestation, usages
de pesticides,
assèchement...)



L'UTILISATION DES TERRES



Préservation des surfaces disponibles

→ **Ralentissement de l'artificialisation** des terres en limitant à **300 000 ha** artificialisés d'ici 2050

→ **Aucune prairie** permanente convertie en terres arables



Forêt

→ **19,6 millions** d'hectares de forêt, soit **2 millions** d'hectares d'accroissement dont **1/2** sur prairies permanentes et **1/2** sur terres arables

→ **Gestion durable des forêts** pour pérenniser les prélèvements en bois



Cultures

→ **1 200 000 ha** de fruits et légumes (hors vigne) contre **500 000 ha** actuellement (+84%)

→ **Division par 4** des cultures fourragères annuelles (maïs ensilage)

→ **Multiplication par 3** des prairies de légumineuses et **par 2** des cultures de protéagineux (dont le soja)

→ **400 000 ha** de cultures pérennes type taillis à courte rotation



LA MÉTHANISATION DANS AFTERRES

L'étroite association des scénarios Afterres et négaWatt fut, dès 2011, la première proposition d'une stratégie visant à répondre, pour la France et à l'horizon 2050, à la diversité d'enjeux relevant du climat, de l'énergie, de la biodiversité, de la santé, de la préservation des ressources, de la sécurité... Complétés par le scénario négaMat qui s'intéresse à la question des matériaux, ces scénarios offrent une vision qui se veut systémique et qui décline les enjeux planétaires en objectifs nationaux et territoriaux.

Réunir l'ensemble de ces thématiques pour répondre à l'ensemble des enjeux, fait apparaître de nombreuses tensions. Les résoudre passe par l'élaboration de compromis. Ces scénarios apportent des réponses quantitatives et permettent de cadrer les débats. Leur construction repose sur l'analyse des réalités concrètes, et sur le passage à grande échelle des meilleures pratiques observées.

La méthanisation dans les scénarios Afterres2050¹ et négaWatt s'inscrit dans un double objectif : contribuer à la transition du système agricole et alimentaire vers l'agroécologie et participer au bouclage de l'équation climatique et énergétique. Le scénario Afterres mobilise à large échelle la méthanisation agroécologique, c'est-à-dire une manière d'utiliser la méthanisation comme un outil de l'agroécologie autant que comme un outil de la transition énergétique et climatique.

La place de la méthanisation selon Afterres est conçue et dimensionnée pour ne pas concurrencer les grandes fonctions de la biomasse : alimentation des humains, des animaux, fertilité des sols, fourniture de matériaux, services écosystémiques. Au contraire, la méthanisation agroécologique participe à diminuer les impacts de l'agriculture sur l'environnement, en facilitant les bonnes pratiques agroécologiques.

Les bioénergies jouent un rôle important dans la transition énergétique. Elles permettent de réduire la pression sur le système électrique, et notamment sur les ressources métalliques. Il sera beaucoup plus difficile de décarboner certains segments dans les secteurs des transports, du bâtiment et de l'industrie, sans recourir aux bioénergies, et notamment à la méthanisation.

¹ Méthanisation et agroécologie.
<https://afterres.org/debattre/methanisation/>

² Centre de partage de ressources agroécologiques OSAÉ. <https://osez-agroecologie.org>



Pour réduire les impacts de l'agriculture sur l'environnement tout en améliorant la durabilité et la résilience des systèmes agricoles, les pratiques agroécologiques reconnues sont plurielles.



L'expression de ces bénéfices potentiels ne va pas de soi : pour que la méthanisation soit écologique, elle doit s'appuyer sur une agriculture écologique. Pour réduire les impacts de l'agriculture sur l'environnement tout en améliorant la durabilité et la résilience des systèmes agricoles, les bonnes pratiques agroécologiques sont plurielles. Ces pratiques sont souvent combinées et adaptées selon les contextes locaux, les cultures et les objectifs des exploitants. Elles constituent le socle de l'agroécologie, qui vise à concilier production agricole, préservation de l'environnement et résilience des territoires agricoles².



COUVRIR EN PERMANENCE LES SOLS

Utilisation de couverts végétaux pour limiter l'érosion, préserver l'humidité, stimuler la vie du sol et limiter le développement des adventices.



RÉDUIRE OU ÉVITER LE TRAVAIL DU SOL

Pratiques comme le non-labour ou le travail superficiel pour préserver la structure du sol, la biodiversité souterraine et limiter l'érosion.



DIVERSIFIER LES CULTURES

Mise en place de rotations longues, cultures associées, introduction de légumineuses, diversification des espèces et variétés pour accroître la biodiversité fonctionnelle et limiter les risques sanitaires.



IMPLANter DES INFRASTRUCTURES AGROÉCOLOGIQUES

Haies, bandes fleuries, fossés, mares, arbres isolés, qui servent d'habitats aux auxiliaires des cultures et favorisent la pollinisation et la lutte biologique.



FAVORISER LA FERTILISATION ORGANIQUE

Utilisation de compost, engrais verts, digestats, fumier, pour maintenir ou augmenter la matière organique et la fertilité des sols.



OPTIMISER L'UTILISATION DES RESSOURCES NATURELLES

Gestion raisonnée de l'eau, de la lumière, des nutriments, pour minimiser les pertes et améliorer l'efficacité des intrants.



LIMITER L'USAGE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Privilégier la lutte biologique, les traitements naturels, la gestion intégrée des ravageurs, le recours à des plantes de service ou à l'allélopathie pour limiter les intrants chimiques.



AGROFORESTERIE

Association d'arbres et de cultures pour améliorer la résilience, la fertilité, le stockage du carbone et la biodiversité.



FAVORISER LES INTERACTIONS ÉCOLOGIQUES POSITIVES

Encourager les synergies entre espèces cultivées, animaux, micro-organismes, pour renforcer la productivité et la résilience des agroécosystèmes.



RECYCLAGE DE LA BIOMASSE ET DES NUTRIMENTS

Valorisation des résidus de culture, effluents d'élevage, digestats, pour fermer les cycles de nutriments et réduire la dépendance aux engrais de synthèse.

Figure 1. Les pratiques agroécologiques en lien avec la méthanisation

Source : Plateforme OSAÉ <https://osez-agroecologie.org/>

6 OBJECTIFS POUR LA MÉTHANISATION

 Objectifs Afterres	 ACTIONS
RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE D'ORIGINE AGRICOLE	1 Valoriser le méthane issu de la fermentation des effluents en énergie renouvelable → Éviter les émissions diffuses sur le stockage grâce à une couverture → Contrôler le temps de séjour des intrants en digestion
	2 Réduire les émissions d'ammoniac, favoriser le retour au sol de digestats et assurer leur bonne gestion → Recourir à du matériel d'épandage de qualité → Réduire les besoins en engrais minéraux azotés
CONTRIBUER À UN SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE RENOUVELABLE, EN COHÉRENCE AVEC LE SCÉNARIO NÉGAWATT	3 Produire une énergie renouvelable pilotable au plus près des besoins → Planifier les infrastructures gazières pour collecter le biométhane à des coûts maîtrisés 4 Contribuer à la sobriété et à l'efficacité du système énergétique → Optimiser le bilan énergétique des unités de méthanisation
DIMINUER LES INTRANTS DE SYNTHÈSE & GÉNÉRALISER L'AGROÉCOLOGIE	5 Remplacer les intrants de synthèse (engrais, pesticides) → S'appuyer prioritairement sur les effluents d'élevage, les résidus de cultures, les coproduits et les prairies
	6 Promouvoir la méthanisation agroécologique → Allonger le rotations grâce à l'introduction de couverts végétaux → Moduler les aides à l'investissement en fonction de critères écologiques et sociaux
PRÉSERVER & RESTAURER LA BIODIVERSITÉ	7 Participer au maintien de la fertilité des sols → Valoriser les digestat dans les systèmes herbagers et de cultures diversifiées → Maîtriser les doses et les périodes d'apports de digestats



Objectifs Afterres



ACTIONS

RÉORIENTER LES RÉGIMES ALIMENTAIRES

8 Accompagner la désintensification de l'élevage plutôt que son expansion

- Accorder la priorité aux effluents des troupeaux déjà présents
- Valoriser les prairies et fourrages peu utilisés
- Maintenir un tarif d'achat garanti et des revenus tirés de la vente de biométhane offrant une alternative à l'augmentation de la taille des troupeaux

FAVORISER UNE TRANSITION JUSTE TERRITORIALE ET COOPÉRATIVE

9 Promouvoir la méthanisation comme outil de coopération et de partage de valeur

- Promouvoir la gouvernance agricole collective
- Encourager la gouvernance partagée avec des acteurs locaux
- Rétablir une juste fiscalité locale pour assurer des retombées locales pour les collectivités



Cette brochure présente des propositions concrètes pour la mise en place d'une méthanisation durable, cohérente avec ces objectifs. Ils sont détaillés dans le dernier chapitre de cette brochure, [page 108](#). Des renvois réguliers à ces propositions sont réalisés dans le texte et marqués avec l'icône .



LA MÉTHANISATION POUR L'AGROÉCOLOGIE

LA MÉTHANISATION POUR L'AGROÉCOLOGIE

UN LEVIER POUR L'AGROÉCOLOGIE

La méthanisation est une technique qui offre une grande plasticité, c'est-à-dire qu'elle peut s'adapter à de très nombreuses formes d'agriculture : en élevage comme en grande culture, en agriculture intensive comme en agriculture biologique.

La méthanisation peut être un outil de l'agroécologie, comme le programme MéthaLAE¹ le montre. Mais il n'y a rien d'automatique : il est parfaitement possible d'adosser un méthaniseur à un élevage intensif de porcs, d'alimenter un méthaniseur avec du maïs, de pratiquer la méthanisation en agriculture biologique ou en agriculture de conservation. Pour utiliser la méthanisation comme un outil pour l'agroécologie, il faut en prendre la décision. Pour que la méthanisation agroécologique s'impose comme le référentiel à adopter, il faut donner un cadre. Ce sont donc des choix à effectuer aussi bien par les acteurs de terrain que par les pouvoirs publics.



LA MÉTHANISATION AGRICOLE, POUR QUI ?

■ UNE DIVERSITÉ DE TYPES DE PROJETS

Les projets sous gouvernance agricole – c'est-à-dire où les agriculteurs contrôlent les ressources en biomasse, l'utilisation du digestat, le capital de la société de projet, et assurent l'exploitation – représentent la majorité des installations en fonctionnement aujourd'hui. C'est le cas des unités individuelles, mais aussi de la majorité des unités collectives.

Les projets industriels, portés généralement par des acteurs de l'énergie, du traitement des déchets, des producteurs d'engrais organiques, concernent généralement des projets de forte puissance, ou avec une part prépondérante de déchets non agricoles. Dans ces cas, l'industriel est majoritaire au capital. Il doit néanmoins passer des conventions avec les agriculteurs du territoire pour valoriser le digestat par épandage sur les champs.

Dans de nombreux cas, des agriculteurs qui ne sont pas entrés au capital de la société de projet participent tout de même : comme apporteur de matière, ou comme utilisateur de digestat. Ces situations se rencontrent dans toutes les typologies de projets.

¹ | MéthaLAE, la méthanisation, levier de la transition agroécologique.
<https://solagro.org/travaux-et-productions/references/methalae-comment-la-methanisation-peut-etre-un-levier-pour-lagroecologie>

▪ LES PROJETS SOUS GOUVERNANCE AGRICOLE INTÉGRALE

La méthanisation en France est largement portée par les agriculteurs eux-mêmes. C'est le cas notamment de plus de 80 % des sites en injection¹. La réglementation actuelle distingue les projets agricoles des autres : un projet est agricole si les parts sociales sont détenues en majorité par des entreprises agricoles, et si la part des ressources est majoritairement agricole. À ces conditions seulement, un projet peut être construit en zone agricole.

Dans la plupart des cas, les agriculteurs possèdent la majorité des parts des sociétés de projet, et pilotent directement l'exploitation des installations. Les retours d'expérience font majoritairement état de bonnes à très bonnes performances des sites exploités par les agriculteurs²⁻³. Ce constat contredit les idées parfois entendues que la méthanisation serait une affaire de « professionnels », qu'il faudrait confier aux seuls développeurs énergéticiens ou entreprises de traitement de déchets la tâche de conduire et exploiter les unités de méthanisation pour en assurer la sécurité et la performance.

¹ | ODRE (Open Data Réseaux Energie).
<https://odre.opendatasoft.com/pages/observatoire-biomethane-v2/implantation-des-sites>

² | Enquêtes CRE réalisées pour établir le bilan technique et économique des installations de production de biométhane injecté - décembre 2024)
https://www.cre.fr/fileadmin/Documents/Rapports_et_etudes/2024/Rapport_Bilan_technique_economique_biomethane_injecte.pdf

³ | Enquêtes menées pour nourrir les retours d'expérience interopérateurs sur l'injection de biométhane - années 2019 à 2024
<https://projet-methanisation.grdf.fr/actualites/injection-de-biomethane-en-2024-une-filiere-toujours-plus-mature-et-performante>

Méthanisation à la ferme

Portage individuel ou collectif par un agriculteur, un collectif d'agriculteurs



+ de 90 % de matières agricoles (Effluents d'élevage, CIVE...)



Environ 50 % de matières agricoles + déchets provenant du territoire (Déchets industriels, biodéchets etc.)

80% des projets de méthanisation en gouvernance agricole

Méthanisation Agricole territoriale

Industriels, collectivités

Projets portés par les acteurs de l'énergie, une collectivité locale, un syndicat de traitement des déchets,



Méthanisation industrielle et territoriale, eaux usées (stations d'épuration), déchets ménagers et biodéchets...

20% des projets

Figure 2. Les différents types de projets de méthanisation

Source: Solagro

▪ INDUSTRIELS, COOPÉRATIVES AGRICOLES, FORMES HYBRIDES

Les projets portés par des industriels sont minoritaires, mais leur place est certainement amenée à augmenter. Nombreux sont les agriculteurs intéressés par la valorisation de leurs déjections d'élevage ou des CIVE (Cultures intermédiaires à vocation énergétique) en méthanisation, mais qui ne souhaitent pas investir et exploiter un site, par manque de temps, de compétences, de moyens financiers.

Dans ce contexte, des gouvernances partagées ont fait leurs preuves, grâce à un partage de la valeur et des décisions entre développeurs et agriculteurs. C'est le modèle retenu par certaines coopératives telles que la coopérative des Poulets de Janzé avec le projet ENERFEES à Janzé (Ille-et-Vilaine). Ce fonctionnement permet à chaque acteur d'un projet de se concentrer sur son métier tout en bénéficiant des retombées positives de l'atelier méthanisation.

D'autres organisations hybrides existent, comme des « grappes » de sites, en s'inspirant par exemple du service d'exploitation apporté par la coopérative des Fermes de Figeac² à 3 collectifs d'agriculteurs.

On relève également des unités de méthanisation associant des citoyens à la gouvernance par le biais du financement participatif : encore trop peu nombreux, ces exemples de gouvernance partagée pourraient être encouragés au moyen d'une prime au tarif d'achat biométhane pour maximiser les retombées locales que génèrent ces projets citoyens.



Proposition N°3

▪ UN JUSTE PARTAGE DE LA VALEUR

Quelle que soit la forme du projet, le partage de la valeur est un sujet complexe, car il existe de nombreux flux de matière qui se traduisent en autant de flux potentiellement monétisables. Les statuts, règlements, conventions permettent de déterminer les conditions d'apport des différents types de matière, de reprise du digestat, des modalités d'exploitation de l'unité de méthanisation. Dans le cas d'un collectif agricole, la valeur reste sur le territoire et le sujet est sa répartition équitable. La question est particulièrement sensible en cas de présence d'un industriel.

Dans tous les cas, la méthanisation apporte des revenus stables à un secteur agricole marqué par la volatilité des cours des produits agricoles et des intrants.

¹ I Projet ENERFEES - <https://www.sde35.fr/inauguration-denerfees-0>

² I Projet des Fermes de Figeac - <https://www.fermesdefigeac.coop/>



« La grande majorité des méthaniseurs agricoles sont sous gouvernance agricole. »

▪ LE RÔLE INCONTOURNABLE DES AGRICULTEURS

Quel que soit le type d'organisation choisi, les agriculteurs jouent un rôle clé. Ils ont en main plusieurs atouts majeurs. Ils disposent de la ressource en biomasse ; des surfaces d'épandage pour le digestat ; du foncier dont l'accès est souvent un facteur limitant pour le développement des unités de méthanisation territoriales.

Dans tous les cas, l'expression des atouts de la méthanisation comme levier de l'agroécologie nécessite une implication forte des agriculteurs : le projet doit favoriser l'évolution des pratiques agricoles, comme l'introduction des CIVE, l'allongement des rotations, le passage au semis direct pour implanter les CIVE d'été, l'épandage du digestat dans les meilleures conditions agronomiques, etc. Il existe des montages juridiques le permettant même si les agriculteurs ne détiennent pas la majorité au capital de la société de projets.

On observe une nette progression des industriels sur ces sujets : les agriculteurs ne sont plus vus comme de simples fournisseurs de matière ou des recycleurs de digestat, la dimension agronomique est de mieux en mieux appréhendée dès la phase de conception.

▪ RENDRE LA MÉTHANISATION AGRICOLE ACCESSIBLE À TOUS

Les projets collectifs permettent d'associer des entreprises agricoles de toutes tailles et de toutes natures : c'est l'un des grands avantages du collectif sur l'individuel. Les projets individuels concernent en moyenne des entreprises agricoles d'une taille nettement supérieure à celles que l'on retrouve dans les projets collectifs. Ainsi, selon l'étude Prodiges¹ portant sur 84 unités de méthanisation agricole, la SAU moyenne des exploitations associées à une unité de méthanisation en injection est de 184 ha pour une unité collective, contre 381 pour une unité individuelle.

Défendre aujourd'hui la méthanisation « à la ferme », solution qui a contribué à faire émerger la filière à ses débuts, revient désormais souvent à défendre des projets adossés à des exploitations de plus grande taille. La méthanisation à la ferme a toute sa place, mais elle ne permettra pas de démocratiser la méthanisation et de la rendre accessible au plus grand nombre.

Les techniques jugées peu onéreuses, comme la couverture des fosses à lisier, présentent l'inconvénient de dépendre du maintien du système de gestion des déjections d'élevages. Si l'agriculteur souhaite réduire les volumes, passer sur des systèmes fumier plutôt que lisier, ou diversifier les intrants en incorporant des matières végétales, la technologie mise en œuvre doit pouvoir s'adapter à ces changements.



« Le collectif sous toutes ses formes, permet de rendre la méthanisation accessible à tous. »

¹ IADEME - APCA, 2022, Analyse technico-économique de 84 unités de méthanisation agricole, Synthèse des résultats du programme PROdiges 1 et 2. <https://librairie.ademe.fr/agriculture-alimentation-foret-bioeconomie/5632-analyse-technico-economique-de-84-unites-de-methanisation-agricole.html>

LA MÉTHANISATION EN ÉLEVAGE

Les années 2000 ont vu la filière méthanisation agricole renaître en France, au départ chez des éleveurs bovins et porcins, souvent pour réaliser une mise aux normes « productive » selon leurs termes puisqu'un investissement perçu comme contraignant était mis à profit pour générer des recettes complémentaires.

Couplé à la mise en place d'un tarif d'achat de l'électricité avantageux, le 2^{ème} Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origines Agricoles (PMPOA2) a été à l'origine des premières installations de méthanisation agricole. L'amélioration de la collecte, du stockage et de l'épandage des effluents d'élevage, visée par ce programme, s'est trouvée être un catalyseur du développement de méthaniseurs.

Les ouvrages de stockage des lisiers, souvent sous-dimensionnés, obligent à épandre parfois en période inadéquate, ce qui peut engendrer des pollutions, notamment en zones vulnérables.

Le stockage au champ des fumiers s'accompagne d'un lessivage des éléments fertilisants et d'une perte de la matière organique. Les matériels d'épandage sont souvent utilisés en CUMA et mobilisés sans nettoyage préalable, ce qui participe à la dissémination des pathogènes.

La mise aux normes des élevages peut s'effectuer avec la méthanisation, en économisant des coûts importants, de l'ordre de 30 000 à 50 000 €, pour l'agrandissement des stockages de fumier et de lisier. Avec la dégradation des revenus des éleveurs, cette économie demeure une forte motivation pour s'engager dans un projet.

La méthanisation apporte des optimisations particulièrement appréciées : la collecte des matières fraîches permet de conserver intact leur potentiel nutritif, tout en réduisant fortement la teneur en pathogènes et le potentiel germinatif des adventices et en évitant les émissions de méthane et de protoxyde d'azote par fermentation spontanée. Le retour au sol de digestat s'accompagne d'une meilleure efficacité fertilisante, grâce à la minéralisation de l'azote et au matériel d'épandage employé en accord avec la réglementation encadrant les ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Devenir exploitant d'un méthaniseur ne constitue pas une rupture pour ces agriculteurs habitués à la gestion d'un troupeau, des astreintes permanentes, de la constitution et gestion des stocks fourragers. La méthanisation est un prolongement logique de leur métier, qui demande également sa part de main d'œuvre afin d'assurer son bon fonctionnement : de nombreuses remontées du terrain témoignent encore aujourd'hui d'un sous-dimensionnement en la matière, souvent par manque d'objectivité des structures d'accompagnement ou de retours d'expériences.

Le modèle agricole collectif est particulièrement plébiscité par les éleveurs, et ce pour différentes raisons :

→ **Le moindre pouvoir méthanogène des déjections animales** oblige à accroître les tonnages collectés permettant de tendre vers le seuil de rentabilité des unités.

→ **L'entraide en zone d'élevage est généralement plus forte** du fait de potentialités agronomique moindres, la culture du collectif est plus marquée, avec notamment un tissu plus dense de CUMA.

« La méthanisation est l'occasion d'une mise aux normes des élevages, tout en s'inscrivant dans un projet global. »



Les unités agricoles collectives en zone d'élevage font face à des contraintes spécifiques liées aux caractéristiques variables des fumiers et lisiers du fait de pratiques d'élevage variées (niveau de paillage, fréquence de curage, modes de stockage...). Ces éléments doivent être considérés en amont (étude, conception technique) pour limiter les déconvenues (saisonnalité de production marquée, potentiel méthanogène plus faible, coûts logistiques élevés, entretien accru lié aux indésirables dans les fumiers...).

¹ | "Étude environnementale, agricole et sociologique : méthanisation en Bretagne" Solagro / ACE Méthanisation / ESA Angers _ UR LAress - pour la Région Bretagne
<https://solagro.org/travaux-et-productions/references/etude-environnementale-agricole-et-sociologique-methanisation-en-bretagne>

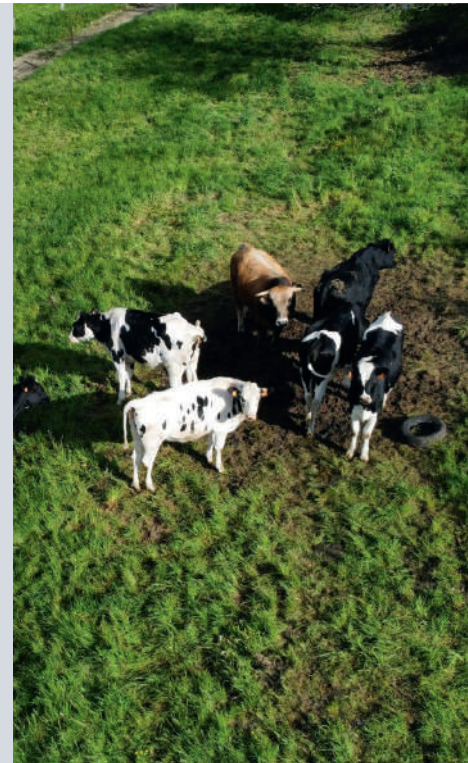


L'ENJEU DU RENOUVELLEMENT DES GÉNÉRATIONS D'ICI 2030

La désaffection croissante pour le métier d'éleveur questionne la transmission des fermes dans les années à venir : comment rendre plus attractif ce métier ?

De nombreux agriculteurs accompagnés par Solagro confient avoir lancé la réflexion autour d'un projet de méthanisation en préparation de leur départ en retraite : transmettre la ferme, certes, mais renforcée par l'atelier méthanisation pour apporter diversification des revenus et autonomie renforcée (fertilisation, fourrages), et indépendance vis-à-vis des circuits traditionnels (coopératives). L'étude menée pour la Région Bretagne ¹ le confirme : les exploitations agricoles adossées à un méthaniseur se transmettent davantage.

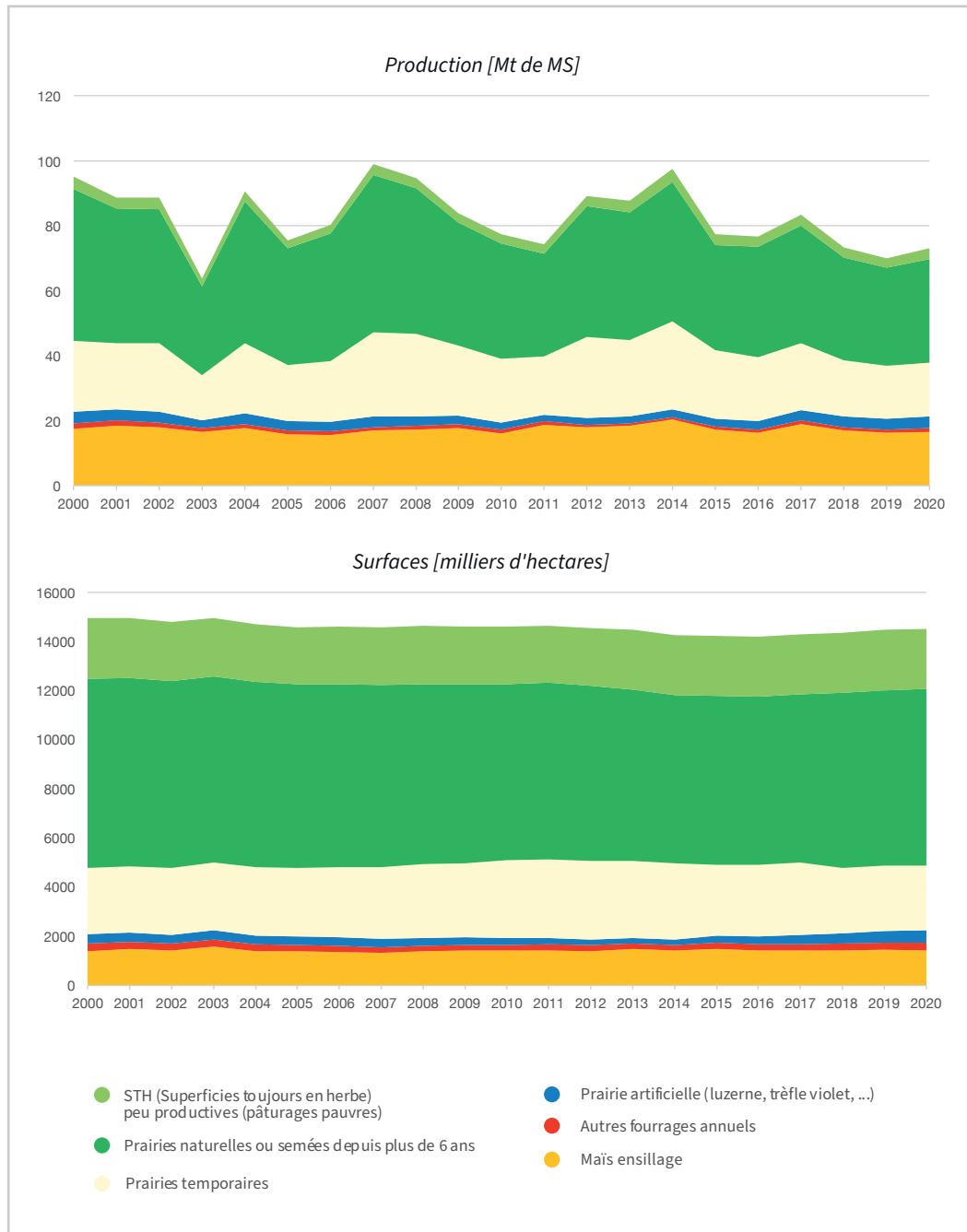
> Voir le paragraphe "Méthanisation et Transmission" p.27.



▪ BILAN FOURRAGER, RECONFIGURATION DU CHEPTTEL

La production de ressources fourragères en France s'élève à près de 75 millions de tonnes de matières sèches (MtMS) par an pour une surface de 14 millions d'hectares (Mha), soit 50% de la SAU (Surface Agricole Utile) : 9 Mha de prairies naturelles permanentes, et 5 Mha de terres arables : prairies temporaires de graminées et de légumineuses, maïs ensilage, et quelques autres cultures fourragères. Si les surfaces fourragères sont assez stables depuis 20 ans, les rendements peuvent être très variables d'une année sur l'autre : la production annuelle varie entre 60 et 100 MtMS
> Voir les graphiques suivants

Les besoins en fourrages des herbivores de France s'élèvent à près de 62 MtMS. Les bovins (lait et viande) à eux seuls consomment près de 56 MtMS de fourrages soit 90% des besoins totaux. Selon les années, des tensions, parfois fortes, naissent d'un déficit en fourrage. Si la méthanisation est régulièrement incriminée, une analyse fine ne permet pas de confirmer cette critique¹.



¹ | "Étude de la concurrence entre méthanisation et ressources fourragères - Solagro pour France Gaz Renouvelable - https://solagro.org/medias/publications/f154_etude-concurrence-methanisation-ressources-fourrageres.pdf

Figure 3. Évolution du bilan fourrager en France, par systèmes de production et par surfaces, entre 2000 et 2020

Source : Solagro, d'après AGRESTE.

Selon le scénario Afterres2050, l'atteinte des objectifs climatiques impose une réduction des cheptels, donc la part des surfaces agricoles dédiées à l'alimentation des troupeaux : c'est le cas surtout des prairies temporaires, qui sont des terres arables pouvant produire des aliments directement consommables par les humains. Les prairies naturelles permanentes, en revanche, sont conservées¹.

¹ | Dans le scénario Afterres, la tendance à l'afforestation des prairies permanentes sous l'effet de la déprise agricole, se poursuit mais ralentit. La forêt gagnerait 1 Mha sur les prairies d'ici 2050.

▪ RÉDUIRE LA TAILLE DU TROUPEAU, MAINTENIR L'ÉLEVAGE, GAGNER EN QUALITÉ DE VIE

Outre l'accès à de nouvelles surfaces pour nourrir la population humaine, la réduction de la taille du troupeau permet de gagner en qualité de vie. Les prairies ainsi libérées peuvent être récoltées pour alimenter l'unité de méthanisation.

L'exemple du projet de Sylvain Pimont dans l'Indre est parlant : en agriculture biologique, son exploitation a vu le cheptel bovin passer de 100 à 240 mères allaitantes entre 2014 et 2017 dans une recherche d'autonomie en fertilisants. Suite à la mise en service du méthaniseur en 2019, la taille de l'élevage a été reconfigurée à 80 mères dès l'année suivante, grâce à l'épandage d'un digestat riche en azote minéral et compatible avec le cahier des charges de l'agriculture biologique.

« À l'échelle de la ferme France, 11 MtMS d'herbe de prairies naturelles seront accessibles à la méthanisation en 2050. »



Pour aller plus loin...

Étude de la concurrence entre méthanisation et ressources fourragères, Solagro - I Care pour France Gaz Renouvelables – déc 2021
https://solagro.org/medias/publications/f154_etude-concurrence-methanisation-ressources-fourrageres.pdf

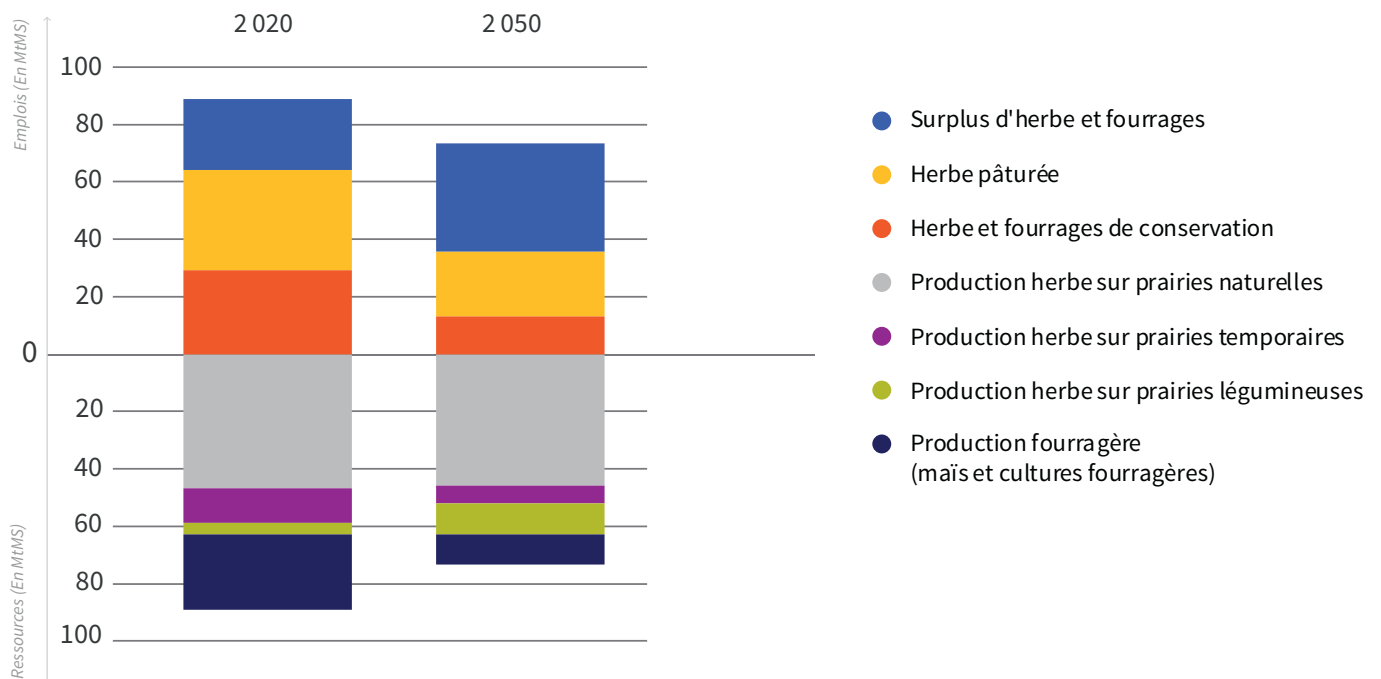


Figure 4. Approvisionnement des animaux : concentrés - en millions de tonnes de matières sèches

Source : Solagro

Loin de dégrader l'autonomie fourragère, la mise en œuvre d'unités de méthanisation sur un territoire d'élevage peut apporter de la souplesse à la gestion des fourrages. En effet, étant donné les aléas climatiques plus fréquents et plus sévères que par le passé, il s'avère nécessaire pour les éleveurs de constituer des stocks de fourrages stratégiques pour garantir l'alimentation du bétail sur les périodes difficiles. Ces stocks peuvent s'effectuer au niveau de chaque exploitation agricole, ce qui nécessite des investissements parfois significatifs. Ils peuvent aussi se gérer à un niveau collectif (CUMA, coopérative locale), au niveau territorial (exemple des bâtiments collectifs pour le stockage de paille dans certaines régions).

Ces réflexions doivent concerner également les projets de méthanisation d'un territoire. En effet, les méthaniseurs peuvent valoriser les stocks excédentaires, s'il y en a, et ainsi contribuer à pérenniser le modèle économique de ces infrastructures (silos) sans entrer en concurrence avec l'alimentation animale.

■ MÉTHANISATION ET TRANSMISSION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

À l'heure où la société française doit se préparer à un renouvellement massif de générations avec près de 50% de départs à la retraite d'ici 2030, la méthanisation peut constituer un moyen d'accompagner cette transition, en facilitant notamment la transmission des fermes comme en témoigne l'analyse des données déclarées par les exploitations agricoles dans le RA 2020¹, toutes OTEX² confondues.

À l'échelle nationale, 25% des exploitations agricoles en France métropolitaine comptent un chef d'exploitation de plus de 60 ans (Données issues du Recensement Agricole RA 2020). Ces données interrogent sur le devenir de ce chef d'exploitation dans les 3 prochaines années.

¹ I RA : Recensement Agricole

² I OTEX : Orientation technico-économique des exploitations



« Des stratégies
d'approvisionnement
doivent être réfléchies à
l'échelle des territoires. »

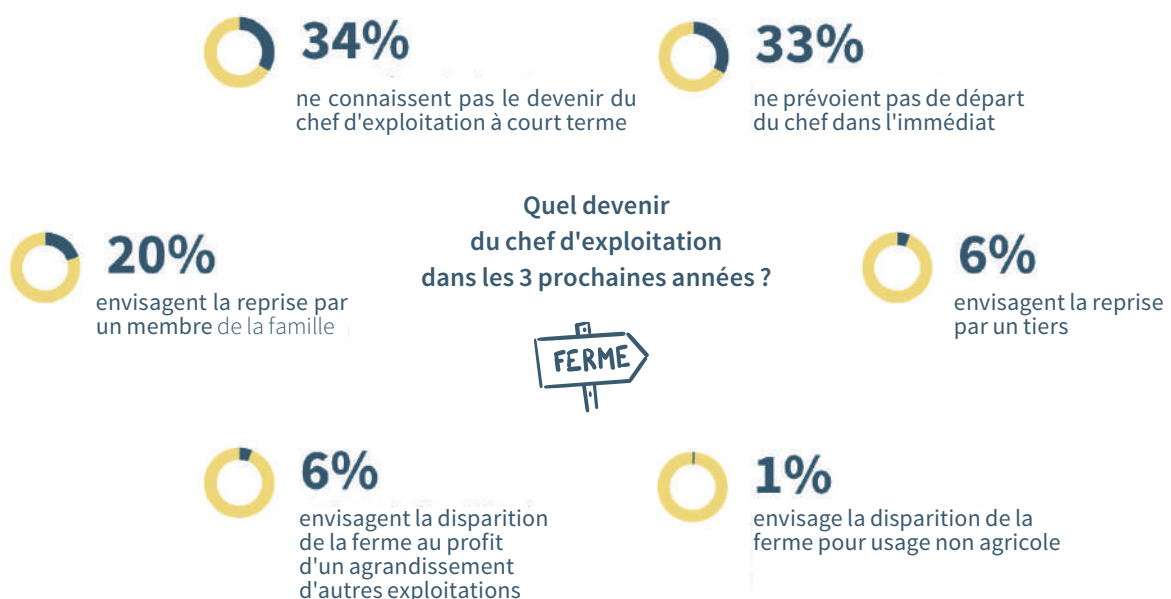


Figure 5. Quel devenir du chef d'exploitation ? - Horizon 3 ans

Source : Solagro

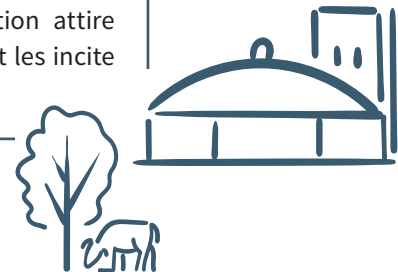
La reprise intra-familiale des fermes liées à une unité de méthanisation est beaucoup plus élevée, et peut s'expliquer de 2 manières :

1

Les chefs d'exploitation de plus de 60 ans ont choisi de porter un projet de méthanisation afin de diversifier les revenus de la ferme et de pérenniser l'installation ou la reprise intra-familiale.

2

La nouvelle façon de travailler grâce à la méthanisation attire davantage les jeunes et les incite à s'installer.



■ TRANSITION ALIMENTAIRE DE L'ATELIER DE MÉTHANISATION : LES SYNERGIES

Source de revenus complémentaires pour les éleveurs concernés, la méthanisation peut être un moyen de limiter la chute massive du nombre d'élevages. Cependant, il ne s'agit pas d'une condition suffisante et les exploitants d'unité de méthanisation doivent souvent faire face à la diminution progressive des déjections animales : elles laissent peu à peu la place à des ressources végétales. D'un point de vue technique, cette transition oblige à mettre en œuvre des silos, qui permettront de stocker les matières végétales : à la différence des fumiers, produits régulièrement, les cultures intermédiaires sont récoltées 2 fois par an.

En dehors de cette contrainte sur l'aménagement du site (surface importante pour les silos), le reste de l'unité n'est pas affectée par cette modification car la dégradation des matières se fait toujours sur un temps long, et le stockage du digestat reste adapté.

On observe une complexification des transitions opérées, souvent en 2 voire 3 vagues :

¹ | Biodéchets de nature variée, qui sont broyés et mélangés, formant un liquide pâteux appelé « soupe » par les professionnels.

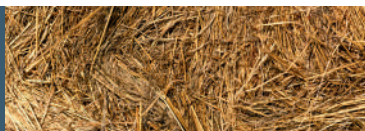
1^{er} temps



Apport de déjections d'élevage et de couverts végétaux



2^{ème} temps



Incorporation de résidus de culture, pour diversifier les intrants, faire face à des variations inter-annuelles des rendements de CIVE.



3^{ème} temps



Substitution de matière végétale par des « soupes » de biodéchets¹ lorsqu'elles sont accessibles sur le territoire. Outre leur coût modéré (5 à 15 €/tonne départ site de déconditionnement) et compte tenu de leur pouvoir méthanogène élevé, ces matières exogènes apportent en sus des éléments fertilisants et de la matière organique supplémentaire.

D'une manière générale, les exploitants de méthaniseurs ont également des opportunités de gisement venant de l'extérieur, principalement de l'industrie agro-alimentaire ou bien des déchets de coopératives agricoles.

Ces évolutions possibles de la ration au fil des années sont aujourd'hui bien appréhendées par les entrées de construction et les futurs exploitants qui anticipent la nécessité de flexibilité des sites afin de capter ces gisements "d'opportunité".

QUELLES TENDANCES AU DANEMARK ?

Ce pays compte particulièrement sur la paille pour contribuer à l'accroissement de la production nationale de biogaz. « Currently, we only use a small part of the total potential straw offer for biogas, but it is expected that from 2030 and onwards, straw will be used in biogas production to a significantly larger extent than today. ». Le recours à la paille est notamment mis en avant pour se substituer aux cultures énergétiques.

Source : Green Gas Strategy – The role of gas in the green transition – Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities

LA MÉTHANISATION, OUTIL DE VALORISATION DES PRAIRIES

La chute du nombre d'élevages prive des territoires entiers des ruminants, seuls animaux d'élevage en capacité de valoriser les prairies en place. C'est particulièrement vrai en zone de causse et de montagne où, sans troupeaux, l'enfrichement est la seule alternative, le faible potentiel agronomique empêchant la conversion en céréales.

Des départements tels que la Dordogne et le Lot sont marqués par cette disparition des élevages, qui fait apparaître de nouveaux modes d'entretien des prairies : des exploitants de méthaniseurs fauchent l'herbe de parcelles qui leur appartiennent, ou à la demande de propriétaires souhaitant les entretenir, pour les méthaniser.

Au-delà de la valorisation énergétique de l'herbe, cette approche opportuniste freine l'enfrichement et la perte associée de biodiversité. Grâce au retour au sol du digestat, la méthanisation permet également de réenclencher les cycles d'échanges entre prairies et grandes cultures. Ces digestats, riches en matière organique et en nutriments comme l'azote, peuvent être restitués sur les terres arables, améliorant ainsi leur fertilité et réduisant la dépendance aux engrais chimiques. Ce recyclage des éléments fertilisants favorise la circularité des systèmes agricoles, renforce la résilience des sols et optimise l'utilisation des ressources locales.

Enfin, l'entretien des prairies minore le risque d'incendie. Les enjeux y compris financiers sont importants : le seul Parc naturel régional des Causses du Quercy dépense chaque année 1,2 M€ pour entretenir des paysages ouverts en vue de limiter la propagation des feux.

Les synergies entre la conduite de ces deux ateliers que sont la méthanisation et l'élevage au sein d'un même territoire sont nombreuses. Elles sont renforcées par le fait que l'élevage connaît un contexte de difficultés fortes : perte de valeur, manque d'attractivité, mise aux normes environnementales.

On ne peut nier de possibles tensions locales autour de l'accès à l'alimentation pour les troupeaux, mais cette problématique est généralement rencontrée sur des territoires déjà en tension sur l'autonomie fourragère¹.

On voit alors un arbitrage annuel où l'alimentation du troupeau reste une priorité.

¹ Étude de la concurrence entre méthanisation et ressources fourragères, pour France Gaz Renouvelables par Solagro
https://solagro.org/medias/publications/f154_etude-concurrence-methanisation-ressources-fourrageres.pdf



SARL Arva Énergie - Auve (51)

La SARL Arva Énergie (51) illustre les complémentarités entre les ateliers : l'exploitation agricole destine en priorité les pulpes de betterave à l'élevage et plafonne leur part à 7% de la ration du méthaniseur du fait de leur forte concentration en soufre, source de problème de corrosion pour les équipements de méthanisation.

Sur ce même site, pailles et menues-pailles sont récoltées, respectivement pour former la litière de l'élevage et pour alimenter le méthaniseur.

Décision a été prise par ailleurs de mettre en commun l'assolement de plusieurs fermes suite à la construction du méthaniseur : les charges de mécanisation ont été réduites de 400 à 280 €/hectare.



▪ LA MÉTHANISATION, FACTEUR D'INTENSIFICATION DE L'ÉLEVAGE ?

Selon les résultats du programme MéthaLAE¹, la mise en place de la méthanisation s'accompagne d'un maintien équilibré des pratiques d'élevage, sans tendance à l'intensification : la part du temps passé au pâturage ne diminue pas en cas de passage à la méthanisation. Les éleveurs ne modifient pas leur système de manière à générer plus de fumier pour le méthaniseur. En effet, un changement d'un système pâturant vers un système hors sol engendre énormément de modifications et de contraintes - organisation, temps de travail, adaptation du bâtiment, modification de l'approvisionnement fourrager... - comparés aux bénéfices qui seraient liés à l'augmentation de la quantité de fumier.

LA MÉTHANISATION EN GRANDES CULTURES

▪ UN CHANGEMENT DE MÉTIER POUR LES AGRICULTEURS CÉRÉALIERS

En zones de grandes cultures, la disparition progressive de l'élevage s'est accompagnée d'une disparition du transfert de fertilité entre élevage et cultures, du savoir-faire associé en termes d'épandage d'effluents d'élevage et de la conduite de double-culture (avec une culture dérobée pour améliorer l'autonomie fourragère du troupeau).

Autres conséquences de la disparition progressive des élevages de ruminants, notamment laitiers :

→ **La métamorphose de la charge de travail pour les agriculteurs** : finies les astreintes quotidiennes liées à la traite des animaux, place à des pics de travail liés aux cycles de végétation.

→ **La disparition du savoir-faire lié à la conservation des végétaux par ensilage** : récolte, confection des silos, alimentation des troupeaux et transitions alimentaires.

La mise en œuvre d'un atelier méthanisation en zone de grandes cultures induit pour les céréaliers une évolution majeure de leur métier, qui s'apparente sous certaines formes à la mise en place d'un atelier d'élevage. Parmi les contraintes : la surveillance quotidienne, l'attention portée à l'alimentation et aux transitions en cas de changement de ration, la gestion du digestat et l'épandage associé. En contrepartie, le céréalier augmente nettement son autonomie en fertilisants et amendements pour améliorer la qualité de ses sols.

En grandes cultures, le changement de pratiques concerne le déploiement de couverts végétaux en interculture.

¹ | MéthaLAE, la méthanisation, levier de la transition agroécologique.
<https://solagro.org/travaux-et-productions/references/methalae-comment-la-methanisation-peut-etre-un-levier-pour-lagroecologie>





BIOMÉTHAGRI34 - OCCITANIE

Le témoignage de Béranger CARRIER,
Agriculteur en grandes cultures

« Face aux problématiques agronomiques rencontrées sur la ferme, la méthanisation nous a permis de valoriser nos couverts, d'utiliser le digestat et de réduire fortement l'Indice de Fréquence de Traitement phytosanitaire (IFT). »

À Florensac, au bord du fleuve Hérault, l'exploitation familiale de Béranger et Aurélien Carrier est régulièrement confrontée aux pluies cévenoles et aux pertes associées de matière organique. Pour protéger leurs sols et limiter l'érosion, les agriculteurs ont introduit des cultures intermédiaires qui alimentent un méthaniseur, produisant du biogaz pour 1000 foyers et du digestat, restitué aux terres. Aujourd'hui, les sols sont couverts en permanence, et bénéficient d'un retour agronomique de ce digestat, avec à la clé, la perspective d'une forte réduction des achats d'engrais.

En secteur de transition entre zones d'élevage et plaines de grandes cultures, des échanges tripartites se déploient très souvent autour des unités de méthanisation : les céréaliers fournissent des pailles de céréales aux éleveurs qui valorisent leur fumier au sein du méthaniseur, le digestat produit étant restitué pour partie aux éleveurs et aux céréaliers ¹.

¹ I Accompagnement du projet, Solagro, 2019 -2022
<https://solagro.org/travaux-et-productions/references/etude-de-faisabilite-d-une-unite-de-methanisation-individuelle-biomethagri34>.



■ INTÉGRATION DES CIVE ET RECONCEPTION DES ROTATIONS

L'introduction de Cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) permet une double production annuelle sans concurrence avec les cultures alimentaires. Selon une étude commandée par la direction régionale et interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRIAAP), en Île-de-France les exploitations enquêtées consacrent 20 à 75% de leur SAU à ces cultures (orge d'hiver, maïs, sorgho). Ces couverts courts (3-4 mois) quand ils sont implantés en été, ou longs (6-7 mois) pour les couverts d'hiver, peuvent générer jusqu'à 15 tonnes de matière sèche/ha/an tout en protégeant les sols.

Les surfaces cultivées de colza et de blé laissent la place à l'introduction d'orge d'hiver, culture qui peut être conduite comme CIVE avant l'implantation d'un maïs grain, ou comme culture principale avant une CIVE d'été (maïs ou sorgho).

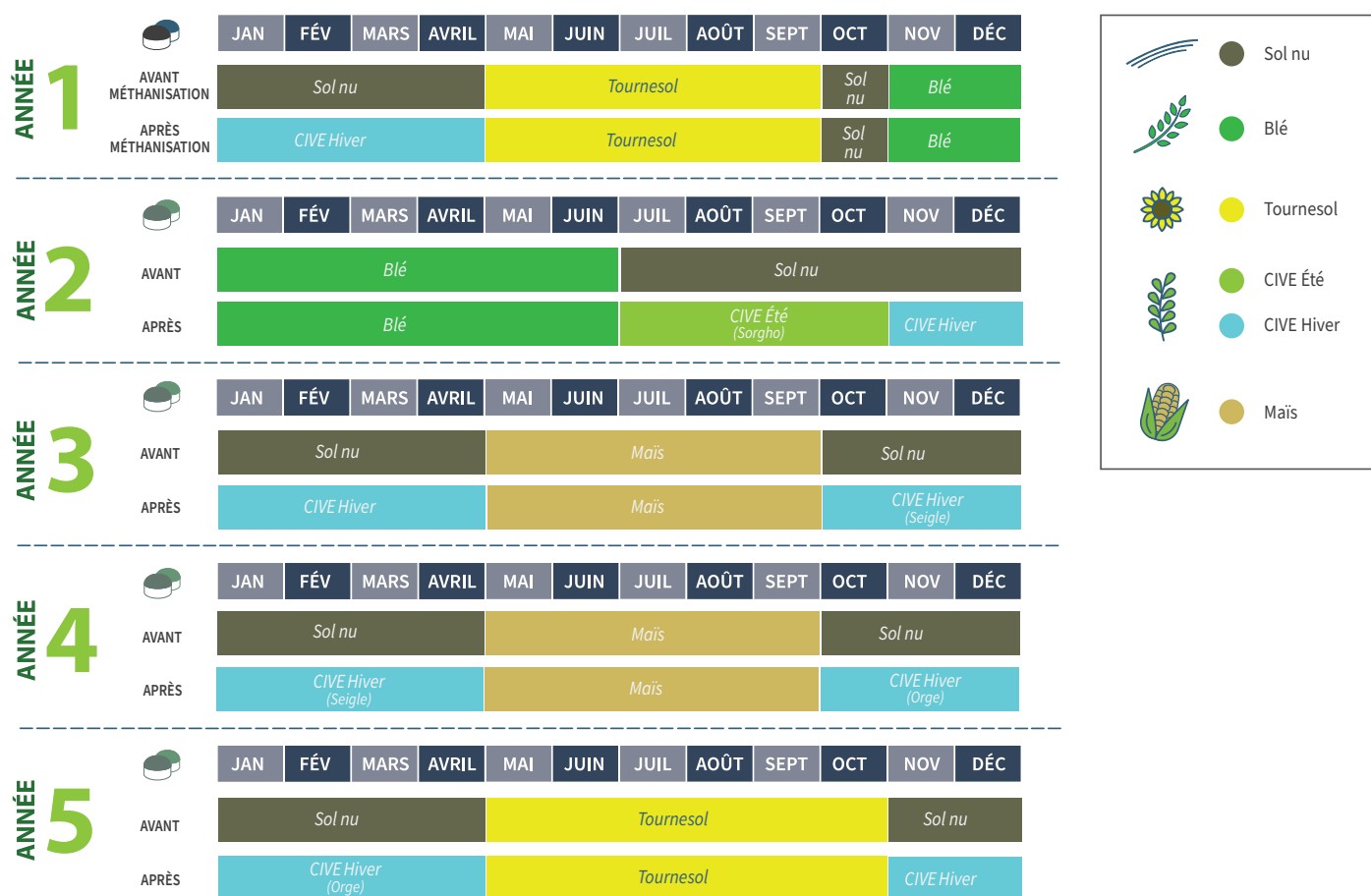


Figure 6. Reconcepton des rotations et intégration de CIVE (Avant/Après la méthanisation) - Biométhagri34

Source : Solagro

La reconception des rotations n'est pas uniquement induite par la méthanisation. En témoigne par exemple la réduction tendancielle de la surface de colza, compte tenu de la pression des ravageurs de culture : dans ces situations, la méthanisation accompagne la transition de systèmes en réduisant la prise de risques. L'Association Française d'Agronomie (AFA) illustre cette synergie dans un article de juin 2020 autour du projet SECALIA¹ dans le nord de la Côte d'Or : sur ce secteur, en 3 campagnes, la surface de colza est passée de 12 000 ha à 1 000 ha.

Pour faciliter la gestion du désherbage, les agriculteurs ont eu recours à l'allongement des rotations au moyen de l'introduction de CIVE. Cette nouvelle culture, choisie dans une famille différente de plantes, apporte une rupture du cycle des adventices : le recours à un levier agronomique facilite ainsi la gestion du désherbage sans recourir à la chimie.

¹ | Association française d'Agronomie SÉCALIA méthanisation - "Un projet d'énergie positive pour les exploitations de notre territoire de Côte d'Or"
<https://agronomie.asso.fr/aes-10-1-18>

Outre l'intérêt agronomique, l'introduction d'une CIVE dans la rotation contribue à sécuriser le revenu généré par deux moyens :

Vente de la CIVE à la société méthanisation, sur la base d'un prix garanti apportant de la visibilité aux exploitants



Maîtrise des charges liées aux intrants grâce à l'effet fertilisant du digestat et la maîtrise des adventices

De fait, sur le terrain, de nombreux agriculteurs se satisfont largement de ces retombées positives et choisissent de ne pas rejoindre l'actionnariat de la société. La grande majorité des unités de méthanisation compte ainsi 2 cercles : un premier cercle d'agriculteurs associés et fournisseurs d'intrants, et un second cercle de simples fournisseurs.

▪ IMPACTS SUR LA MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS

En contexte de grandes cultures, la question de la matière organique (MO) des sols revêt une importance cruciale : l'absence de retour au sol d'effluents d'élevage couplée à de forts rendements de cultures s'accompagnent d'une faible teneur en MO. En résultent une moindre capacité de rétention de l'eau, davantage de risques d'érosion et de compaction.

En offrant une solution de valorisation des couverts végétaux, le recours à la méthanisation constitue un levier efficace pour augmenter le stockage de carbone dans les sols : augmentation de la biomasse racinaire grâce aux CIVE, retour au sol du digestat, apport de carbone exogène.

▪ TRANSITION VERS DES SYSTÈMES BAS INTRANTS

Dans leur transition vers des systèmes bas intrants, les agriculteurs ont souvent recours à la luzerne, implantée pour tous les services qu'elle apporte : amélioration de la structure du sol, gestion de l'enherbement, stockage d'azote, etc. Selon les résultats du dernier recensement général agricole, les surfaces de luzerne ont ainsi progressé de +20 % entre 2015 et 2022, principalement dans les régions à forte conversion en bio ou en systèmes grandes cultures économes en intrants (Grand Est, Bourgogne-Franche-Comté, Nouvelle-Aquitaine).

L'introduction de luzerne étouffe les adventices, tout en enrichissant le sol en azote, sans compter qu'elle constitue un réservoir de biodiversité.

Pour ces raisons, la luzerne peut trouver une place avantageuse dans une rotation : implantée 2 ans au moins, elle laissera des reliquats azotés élevés dans le sol qui bénéficieront à la culture suivante.

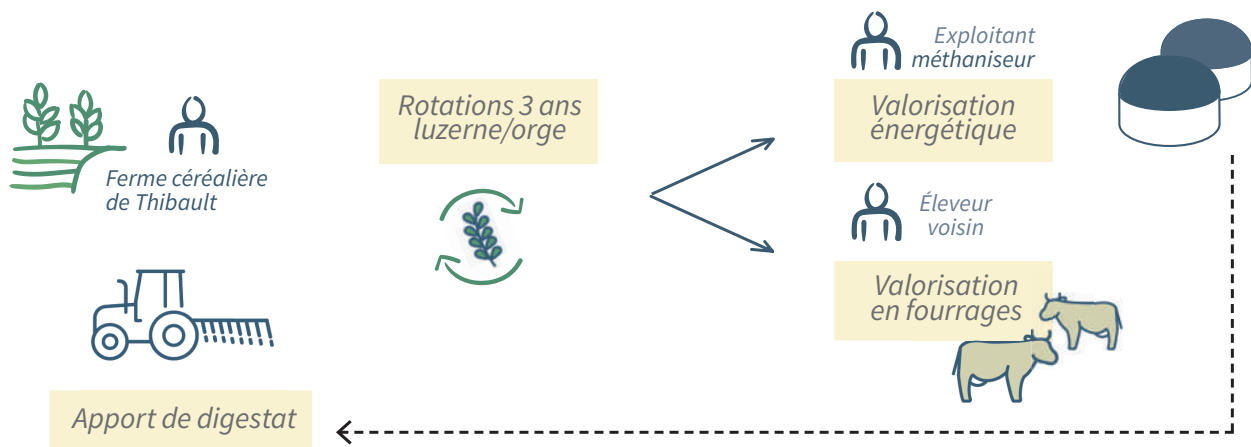


BIOGAZ D'OC - OCCITANIE

Le témoignage de Thibault de Carayon,
agriculteur céréalier associé au méthaniseur
Biogaz d'Oc en sud toulousain

« Grâce aux synergies entre ateliers végétaux, animaux et méthanisation, on gagne tous en autonomie fourragère, énergétique, azotée, tout en limitant la pression en produits phytosanitaires et en améliorant la structure du sol. »

Dans le sud toulousain, Thibault de Carayon, céréalier et associé au méthaniseur Biogaz d'Oc, sème de l'orge dans ses luzernes cultivées sur trois ans. La première coupe alimente le méthaniseur, les suivantes sont valorisées en fourrage chez un éleveur voisin. Ce système crée des échanges tripartites entre céréaliers, éleveurs et exploitants de méthaniseur, renforçant les liens territoriaux.



À mesure que les rotations gagnent en complexité et en durée, et que la technicité s'accroît, les échanges entre pairs, l'expérimentation et l'accompagnement technique deviennent essentiels pour soutenir ce nouveau système.

■ TRANSITION VERS L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Engagés dans cette réduction des intrants et cette quête d'autonomie, certains exploitants agricoles associés d'une unité de méthanisation choisissent de se convertir à l'agriculture biologique. Cette transition s'inscrit dans une réflexion globale, dont la méthanisation est un levier efficace mais non suffisant : l'allongement des rotations, l'introduction de couverts végétaux notamment sont autant de mesures indispensables pour améliorer le système.

Ce constat est loin d'être anecdotique puisque l'Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France (AAMF) partage un taux de conversion à l'agriculture biologique de 7 à 8%, observé chez les porteurs de projets méthanisation.



SARL AGRO-ÉCO - CENTRE-VAL-DE-LOIRE

Le témoignage de Sylvain Pimont
Agriculteur en polyculture-élevage

« Il est essentiel de bien dimensionner son unité de méthanisation, de manière proportionnelle à la taille de son exploitation agricole et aux gisements disponibles »

Agriculteur en quête d'autonomie dans l'Indre, sur le Parc naturel régional de la Brenne, Sylvain Pimont a fait évoluer sa ferme en polyculture-élevage — 472 hectares de céréales et prairies et un troupeau de bovins allaitants — vers l'agriculture biologique.

La mise en œuvre d'une unité de méthanisation sur la ferme a permis en 2009 de déverrouiller l'accès à un intrant clé - l'azote minéral - pour fertiliser les cultures. La valorisation du digestat issu du méthaniseur a été l'occasion de réduire le cheptel, de retrouver une autonomie fourragère et de stopper l'importation de fientes issues d'élevages industriels.

En parallèle, la visibilité économique apportée par le contrat d'achat sur 15 années a permis de confirmer l'embauche de salariés pour apporter une solution au besoin de main d'œuvre.

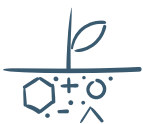
La vigilance reste de mise sur un facteur clé : le temps. Ces évolutions de pratiques culturales, les expérimentations et formations obligent l'exploitant à dégager du temps. Des tensions peuvent apparaître si, en sus, l'agriculteur exploite une unité de méthanisation. Elles sont exacerbées dans le cas d'un méthaniseur individuel, à l'échelle de la ferme. À l'inverse, les installations exploitées en petit collectif agricole peuvent limiter le facteur chronophage de la méthanisation : l'embauche de salariés, l'entraide entre associés, peuvent faciliter la capacité à libérer du temps.



LES CIVE (CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION ÉNERGÉTIQUE)

■ LES CULTURES INTERMÉDIAIRES, UNE BONNE PRATIQUE AGROÉCOLOGIQUE

Les cultures intermédiaires sont des cultures insérées entre deux cultures principales dans une rotation. Elles offrent des avantages agronomiques significatifs, d'où l'emploi également du terme de « cultures intermédiaires multi-services ».



PIÈGE À NITRATES

Les CIVE captent le reliquat d'azote dans les sols après la récolte de la culture principale ¹.



FERTILISATEUR NATUREL

Le système racinaire, laissé dans le sol après la récolte, joue un rôle crucial dans l'amélioration des propriétés du sol : il augmente la teneur en matière organique, enrichit le sol et favorise l'activité biologique.



STABILISATEUR DU SOL

Les racines contribuent également à renforcer la structure du sol, le rendant plus résistant à l'érosion et améliorant sa capacité de rétention d'eau.



RÉSERVOIR DE BIODIVERSITÉ

Elles peuvent jouer un rôle mellifère, offrir un habitat à la faune.



CONCURRENT DES ADVENTICES

Le couvert permet de réduire la présence de mauvaises herbes.



Figure 7. Avantages agronomiques des cultures intermédiaires à vocation énergétique

Source : Solagro

¹ | Fonction piège à nitrates des « CIPAN » - cultures intermédiaires pièges à nitrates

Les CIVE, cultures intermédiaires à vocation énergétique, ajoutent à ces fonctions agronomiques celle de produire de l'énergie. À la différence des simples CIPAN, elles ont vocation à être récoltées pour alimenter les méthaniseurs. On recherche dans ce cas un rendement suffisant pour amortir les coûts de récolte, en visant aujourd'hui entre 4 et 5 tMS/ha. Cette recherche de rendements augmente la quantité de matière organique du sol : les seules racines et chaumes de CIVE laissent une quantité de matière organique supérieure à celle des CIPAN. La contrepartie est que la conduite des CIVE peut s'apparenter à celle d'une culture principale ; et que les CIVE peuvent empiéter sur la culture suivante. Il est donc nécessaire d'assurer un pilotage rigoureux et de revoir la date unique du 1^{er} juin fixée par le Décret Culture pour privilégier des dates départementales dictées par la diversité des conditions agro-climatiques.



Proposition N°6

Les CIVE peuvent être classées en deux catégories :



CIVE D'HIVER

Seigle fourrager

Orge d'hiver



Ray-Grass

Avoine

Triticale

Mélange céréales
& légumineuses



Plantées à l'automne et récoltées
au printemps, elles ont un cycle
de croissance plus long.



CIVE D'ÉTÉ

Maïs

Sorgho

Moha

Nyger

Tournesol

Mélanges



Semées au printemps et récoltées en
fin d'été, elles se caractérisent par
un cycle de croissance plus court.

¹ | France Stratégie - juillet 2021 -
Arvalis / Solagro
https://www.strategie-plan.gouv.fr/files/files/Publications/2021/0729%20biomasse%20agricole/fs-ns-biomasse_agricole-les_ressources_pour_quel_potentiel-29-07-21.pdf

La plupart des études prospectives identifient les CIVE comme un levier essentiel pour atteindre les objectifs nationaux de transition énergétique. Ces cultures pourraient générer entre 19 et 23 millions de tonnes de matière sèche destinée à la méthanisation ¹.

À ce titre, il paraît indispensable de rétablir une prime CIVE dans le tarif d'achat de l'énergie produite pour envoyer un signal prix suffisant et éviter le recours aux cultures dédiées. Déployer des primes différenciées vaut pour les différents types d'intrants .



Proposition N°2

FERTILISATION, PESTICIDES, IRRIGATION

Sur le terrain, deux stratégies de conduite de CIVE se dégagent :

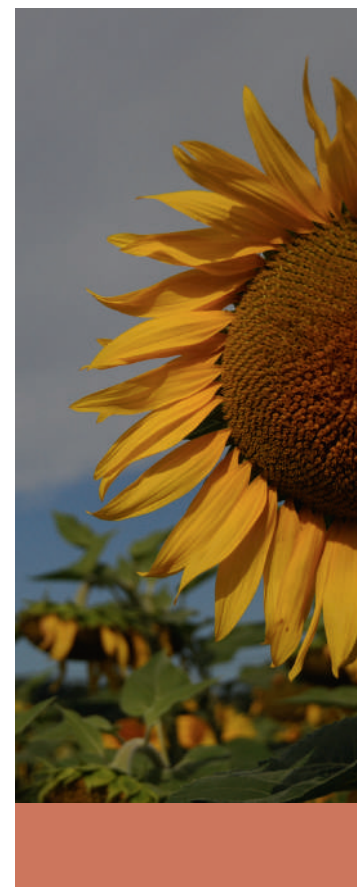
→ Une approche « opportuniste »

Les CIVE sont semées au moyen de semences fermières auto-produites, et sont conduites selon un mode bas niveau d'intrants. Du digestat liquide est épandu, et la culture est ensilée à condition que le rendement dépasse 5 tMS/ha. En dessous de ce seuil, le couvert est broyé et laissé au sol.

→ Une approche « intensive »

Généralement réservée aux terres à bon potentiel agronomique, irrigable, cette approche consiste à conduire la CIVE comme une culture principale, sans s'interdire le recours aux produits phytosanitaires et épandage d'engrais, y compris minéraux, pour maximiser le rendement récoltable. En quête de compromis technico-économique, les agriculteurs assument de perdre environ 10% sur la culture suivante, en récoltant plus tard la CIVE afin de profiter de la forte croissance végétative en fin de cycle.

Si l'approche intensive se traduit par de possibles impacts négatifs sur l'environnement, elle s'accompagne d'une moindre mobilisation surfacique compte tenu de l'augmentation du rendement.



■ RENDEMENTS FUTURS

D'ici 2050, selon les projections climatiques, la floraison des CIVE d'hiver pourrait survenir 1 à 2 semaines plus tôt, voire jusqu'à 3 semaines d'avance en 2100.

Deux avantages majeurs en découlent :

- Une libération anticipée des champs pour la culture suivante
- Une amélioration potentielle du rendement en biomasse dans les zones plus fraîches.

Ce changement de calendrier agricole permettrait d'optimiser la rotation des cultures et la production de biomasse énergétique.

Cette précocité s'explique par une accélération des étapes de développement des céréales. Mais elle vaut aussi pour le stade dit « épi 1 cm » avec pour effet d'accroître le risque de gel en sortie d'hiver. Le rendement en biomasse des CIVE pourrait en être affecté car des gels modérés pourraient encore toucher la phase de montaison.

Selon les régions françaises, l'impact du changement climatique sur le rendement des CIVE d'hiver est variable, comme l'illustre Arvalis dans une récente étude ¹ sur les projections 2050 et 2100 du rendement des CIVE en fonction des effets du changement climatique.

Pour les CIVE d'été en revanche, la réduction des précipitations en période estivale, associée à une augmentation de l'évapotranspiration, tendront à augmenter les risques hydriques dans le sud de la France. La fréquence d'échec serait donc accrue à l'avenir sur ce secteur. À l'inverse, sur les zones géographiques moins soumises au stress hydrique (ouest et nord de la France), le potentiel en CIVE d'été pourrait augmenter.

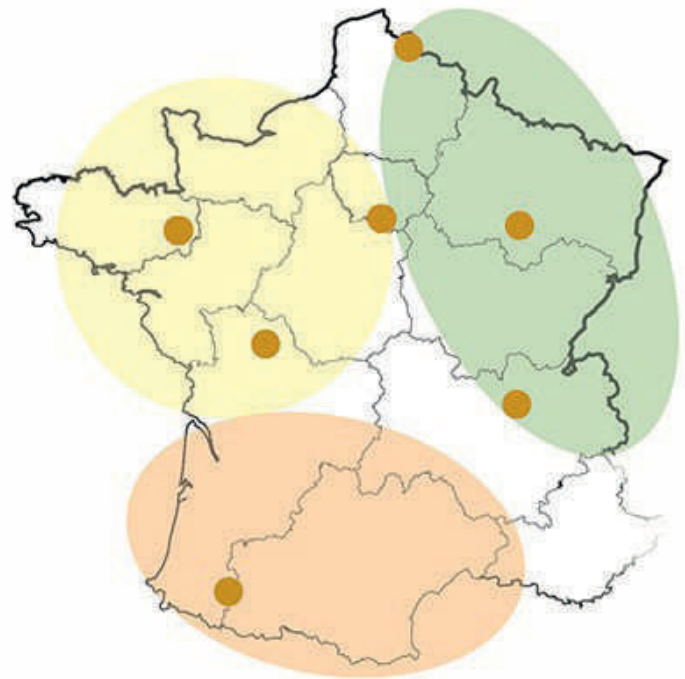
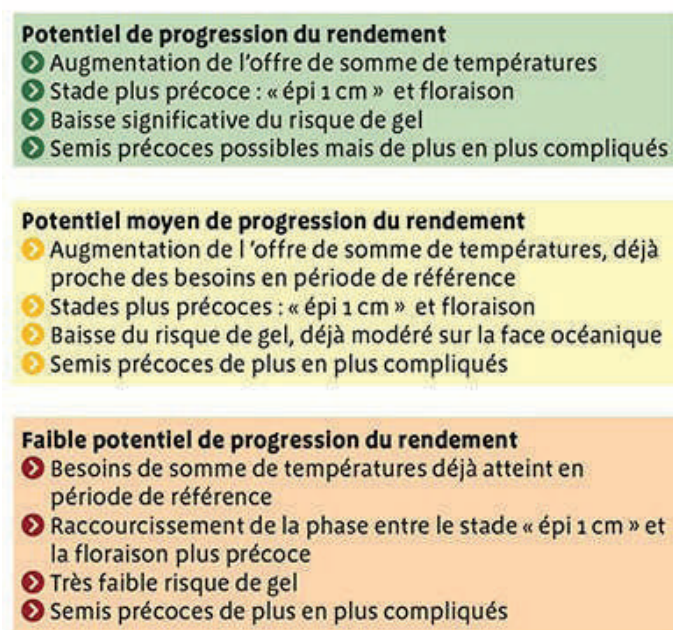


Figure 8. Impact de la hausse des températures sur le rendement des CIVE d'hiver d'une région à l'autre

¹ Source : "Comment le changement climatique impacte le cycle de production des CIVE ?" - Nicolas DAGORN, Sylvain MARSAC, Olivier DEUDON (ARVALIS) - <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/comment-le-changement-climatique-impacte-le-cycle-de-production-des-cive>



Cas de la SAS Valbioénergie - 5 exploitations agricoles, fermes céréalières en agriculture biologique

Après avoir mis en place l'unité de méthanisation, les exploitants témoignent : « le digestat produit sert à fertiliser les champs, mais il a aussi permis à 2 exploitations de basculer vers une agriculture bio ». La conversion a été facilitée par l'allongement des rotations (introduction de CIVE seigle et de luzerne) qui a permis de limiter le recours aux produits phytosanitaires.

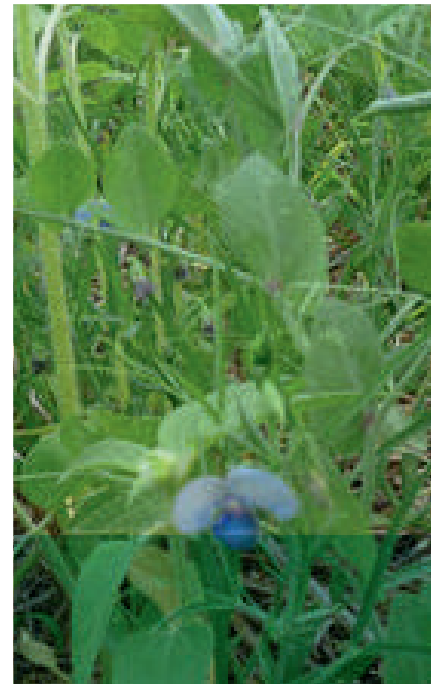
« Grâce à la méthanisation, 2 des fermes ont pu passer en bio, ce qui s'est accompagné d'une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. » Sur l'exploitation de Dominique Hirtzberger, on constate une diminution de 37 % de la quantité d'azote acheté. « Nous avons changé nos rotations de cultures et constaté une baisse de 57 % du taux de phytosanitaires. Nous avons à cœur de montrer la qualité de la méthanisation sur l'aspect agro-environnemental »

Source : "Quand la méthanisation facilite les conversions vers l'agriculture biologique"
<https://www.web-agri.fr/la-methanisation-pourquoi-pas-vous/article/165872/quand-la-methanisation-facilite-les-conversions-vers-l-agriculture-biologique>

▪ MÉTHANISATION DES CIVE ET AGRICULTURE DE CONSERVATION

En agriculture de conservation, le recours aux couverts végétaux est très fréquent, en association avec des pratiques de semis direct, pour veiller à ce que les sols ne restent jamais nus. Outre la grande technicité de ces pratiques, elles présentent également une forte dépendance au glyphosate. La méthanisation est apparue à plusieurs reprises comme une solution pour passer d'une destruction des couverts avec du glyphosate avant de les rouler et de ressemer, à l'ensilage de ces couverts pour les introduire dans le méthaniseur. Cela permet de réaliser un travail superficiel du sol tout en n'appliquant qu'une demi-dose de glyphosate lors d'un passage d'herbicide.

Grâce à cette nouvelle approche, des agriculteurs, à l'image de Julien Delleville dans l'Allier, ont réussi à réduire leurs doses de glyphosate de 35 %. De plus, dans son cas, le passage au méthaniseur détruit également les graines d'adventices présentes dans le fumier, facilitant ainsi la gestion des mauvaises herbes, qui constitue un défi majeur en agriculture de conservation.



LES RESSOURCES EN BIOMASSE

Avec les hypothèses du scénario Afterres, les ressources mobilisables en méthanisation sont estimées à 67 millions de tonnes de matières sèches à l'horizon 2050, et un potentiel de 172 TWh PCs.

DÉJECTIONS D'ÉLEVAGE

Déjections maîtrisées (en bâtiment) : fumiers, lisiers, fientes de volaille

Facteurs pris en compte dans le calcul du potentiel :

- Diminution des cheptels
- Augmentation de la part du pâturage et des systèmes plein air
- Augmentation de la proportion de fumier et de la diminution du lisier
- Difficulté de collecter des déjections d'élevage dans certains territoires
- Volonté d'une partie des éleveurs de ne pas recourir à la méthanisation



80%

mobilisables
en méthanisation



**POTENTIEL
2050**

**11 MtMS,
soit 21 TWh**

CULTURES INTERMÉDIAIRES

Cultures intermédiaires d'hiver et d'été

Facteurs pris en compte dans le calcul du potentiel :

- Généralisation des couverts intermédiaires comme bonne pratique agroécologique
- Évolution des assolements, notamment de la diminution de la part du maïs
- Impacts du changement climatique
- Aléas de production, et rendements différenciés par zone climatique
- Minimisation de l'impact sur les rendements des cultures suivantes



50%

de la biomasse récoltable
mobilisable en méthanisation



**20 MtMS,
soit 66 TWh**

SURPLUS DE PRAIRIE

Herbe de fauche sur prairies permanentes ; prairies de légumineuses en systèmes autonomes en azote sans élevage ; herbe de fauche sur bande enherbée ; fourrages non utilisés.

Facteurs pris en compte dans le calcul du potentiel :

- Forte augmentation des surfaces de prairies de légumineuses
- Diminution des surfaces de prairies permanentes au profit de la forêt
- Diminution des besoins fourragers avec la réduction des cheptels ruminants
- Augmentation de la proportion des systèmes et diminution de l'utilisation des concentrés
- Maintien d'un excédent structurel de ressources fourragères de 15 % des besoins



50%

des surplus d'herbes et fourrages
mobilisables en méthanisation



**11 MtMS,
soit 28 TWh**

RÉSIDUS DE CULTURE

Pailles de céréales ; pailles de colza ; cannes de maïs et de tournesol ; fanes de pomme de terre.

Facteurs pris en compte dans le calcul du potentiel :

- Évolution de l'assolement
- Évolution des rendements, avec notamment le passage en agriculture biologique de 70% des surfaces, et l'impact du changement climatique
- Autres utilisations matière : litière, paillage, construction
- Contraintes techniques de récolte



60%

de la part récoltable
mobilisable en méthanisation



20 MtMS,
soit 43 TWh

BIODÉCHETS

Déchets et sous-produits des industries agroalimentaires ; effluents industriels ; biodéchets des ménages, de la distribution ; biodéchets de la restauration ; boues de stations d'épuration ; déchets verts non ligneux ; herbe de fauche de bord de route.

Facteurs pris en compte dans le calcul du potentiel :

- Diminution des pertes et gaspillages des denrées alimentaires (-50 %)
- Contraintes de collecte



50 à 90%

mobilisable en méthanisation
selon les filières

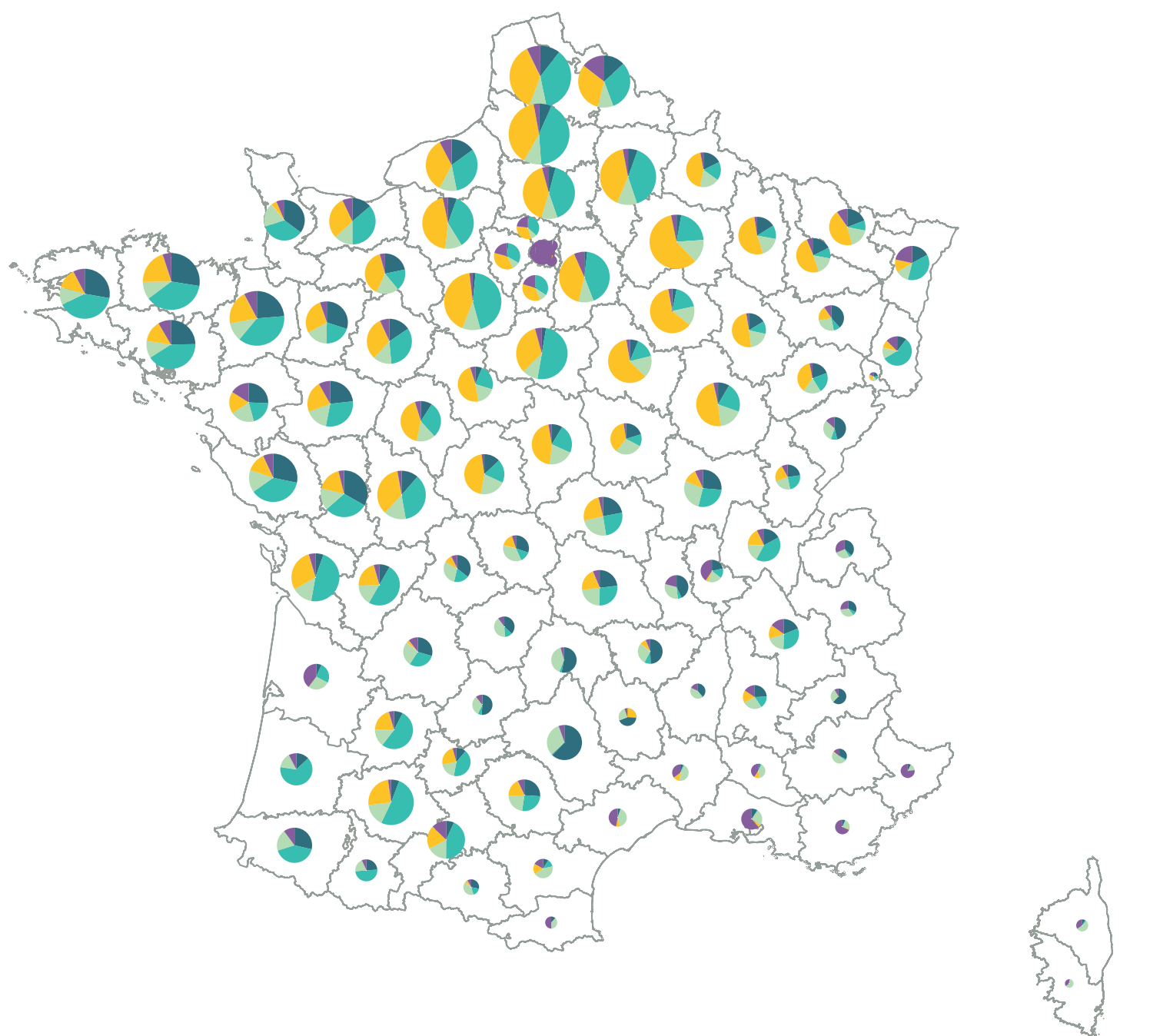


6 MtMS,
soit 14 TWh

Ressources	MtMS	TWh
CIVE	20,0	66,3
Résidus de culture	19,8	43,0
Effluents d'élevage	11,0	21,5
Herbes	11,1	27,7
Biodéchets	1,1	2,8
Déchet IAA	1,3	4,4
Boues de STEP	1,4	3,2
Déchets verts et fauches bord de route	1,6	3,5
TOTAL	67,3	172,4

Tableau 1. Récapitulatif des potentiels de ressources méthanisables en France, à l'horizon 2050

Source : Solagro



Fond de carte © OpenStreetMap et contributeurs

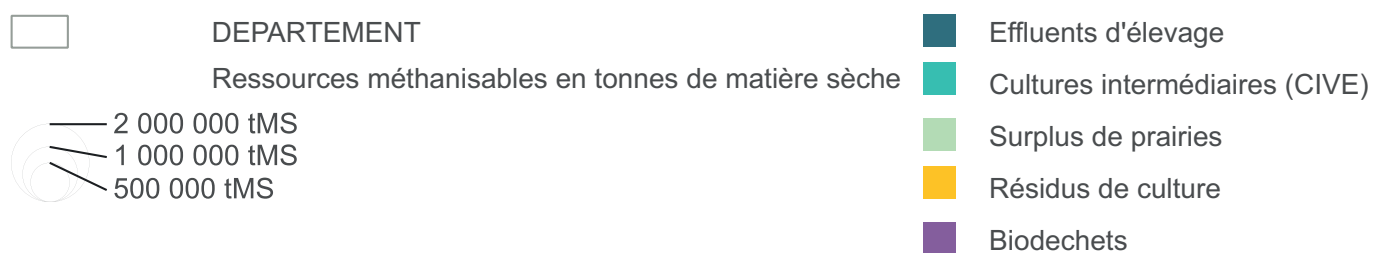


Figure 9. Carte du potentiel de ressources méthanisables en France, en 2050

Source : Solagro - avril 2025

CAPACITÉS DE PRODUCTION DU PARC FRANÇAIS DE MÉTHANISEURS

• LE PARC ACTUEL DES UNITÉS DE BIOMÉTHANE

La taille moyenne des unités de production de biométhane actuelle est de 17 GWh/an, ce qui correspond à un débit de méthane d'environ 200 Nm³/h ou de 2,3 MW PCs.

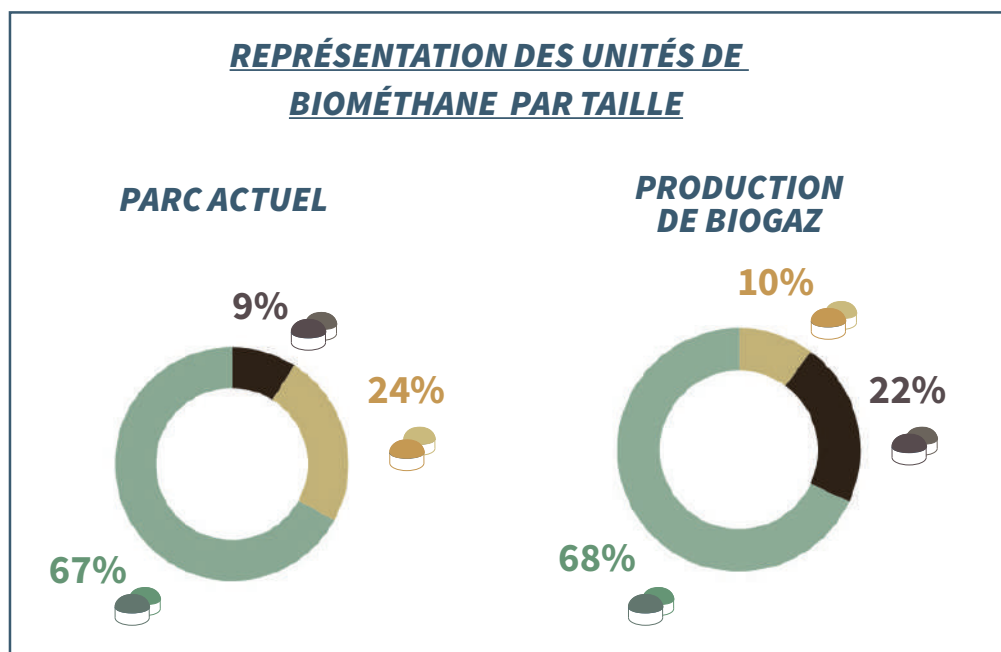
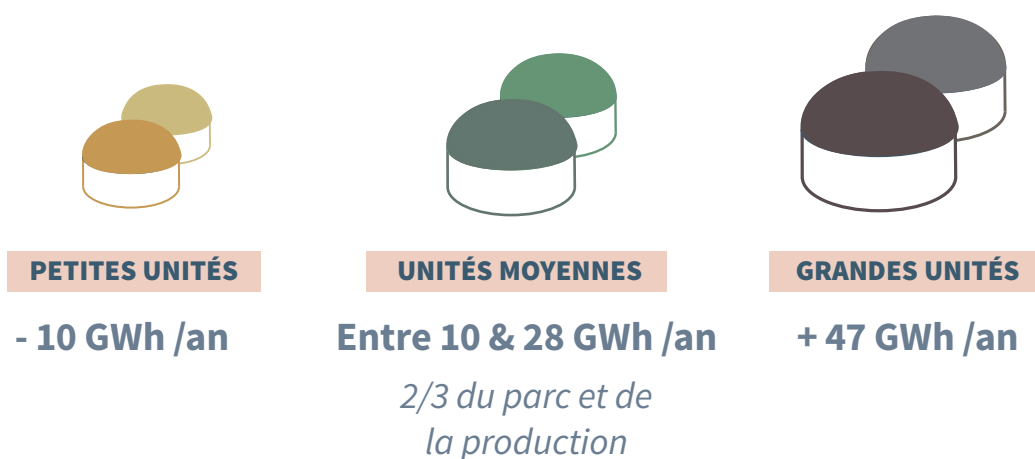


Figure 10. Représentation des unités de biométhane selon leur taille par rapport au parc et à la production actuelle

Source : Solagro

La production réelle moyenne par unité est passée de 5 GWh/an en 2015¹ à 14 GWh/an en 2023. Cette augmentation est essentiellement liée à des projets d'extension sur des unités existantes.

¹ I Panorama du gaz renouvelable en 2015
<https://connaissancedesenergies.org/sites/connaissancedesenergies.org/files/pdf-pt-vue/panorama-du-gaz-renouvelable-en-2015.pdf>

	Petites unités		Unités moyennes		Grandes unités		
Tranche (GWh)	0-6	6-10	10-17	17-28	28-47	47-78	Total
Capacité moyenne, GWh par unité	4	8	14	21	35	64	17
Part	6%	18%	36%	31%	8%	1%	507
	24%		67%		9%		
Capacité réelle, GWh	1%	9%	29%	39%	17%	5%	8 451
	10%		68%		21%		

Tableau 2. Répartition des unités de méthanisation selon leur taille (parc et production)

Source : Solagro



PRODUCTION RÉELLE, CAPACITÉ THÉORIQUE

La base de données ODRE¹ fournit la liste des unités de production de biométhane, avec la production annuelle depuis la mise en service, et la capacité théorique. La production réelle est parfois très inférieure à la « capacité théorique », soit du fait de la montée en charge progressive pour les unités récentes, soit du fait de difficultés diverses pour certaines unités anciennes, avec notamment quelques grosses unités dont le niveau de production est vraiment inférieur à la capacité théorique. La notion de « capacité réelle » utilisée dans ce tableau correspond à la production maximale observée pour chaque unité, et non à la capacité théorique.

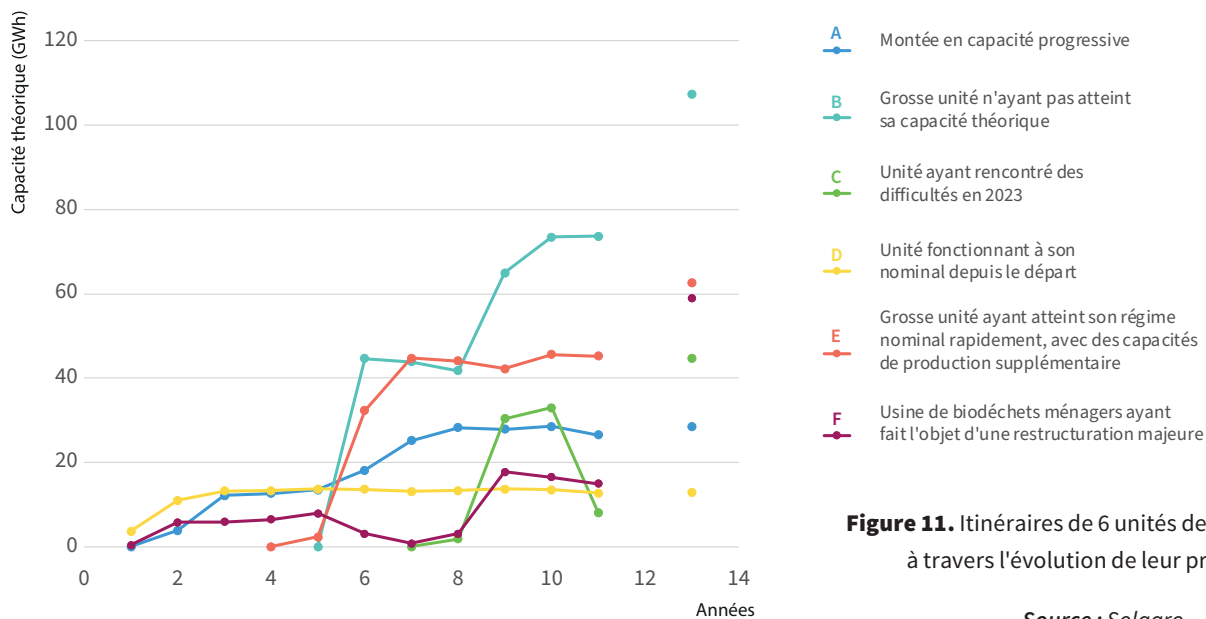
¹Source : Observatoire de la filière Biométhane - <https://odre.opendatasoft.com/pages/observatoire-biomethane-v2/implantation-des-sites#implantation-des-sites>



PROGRESSION DE LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES UNITÉS DE MÉTHANISATION AU FIL DU TEMPS

Si la grande majorité des unités de méthanisation atteint son niveau de production nominal assez rapidement, il est rare que tout se passe de manière stable et linéaire. Il est parfois difficile d'obtenir l'approvisionnement escompté, surtout pour les grosses unités. Parfois ce sont des difficultés techniques, dues à des défauts de conception ou d'exploitation, qui limitent la production. Les unités de méthanisation qui fonctionnent bien augmentent souvent leur capacité au bout de quelques années.

Le graphique ci-dessous décrit 6 histoires réelles pour différentes unités de méthanisation à travers l'évolution de leur production.



Montée en capacité progressive

Cette unité agricole a démarré en 2013 et atteint un premier niveau de production de 12 GWh en 2015. Elle a ensuite fait l'objet d'extensions successives, et sa production est stabilisée depuis 2020 à environ 28 GWh.

Grosse unité n'ayant pas atteint sa capacité théorique

Conçue pour produire jusqu'à 107 GWh, cette unité a d'abord atteint rapidement un premier palier de 45 GWh en 2018, puis un second palier de 74 GWh en 2022. La plupart des gros projets sont loin de leur capacité théorique.

Unité ayant rencontré des difficultés en 2023

Après avoir atteint 33 GWh en 2022, sa production est tombée à 8 GWh en 2023, alors que sa capacité est de 45 GWh.

Unité fonctionnant à son nominal depuis le départ

Cette unité agricole fonctionne de manière stable depuis le début, après une année de montée en charge.

Grosse unité ayant atteint son régime nominal rapidement, avec des capacités supplémentaires

La production est stable, à environ 45 GWh, depuis plusieurs années. Mais la capacité réservée est de 63 GWh, l'usine dispose d'un potentiel de production supplémentaire.

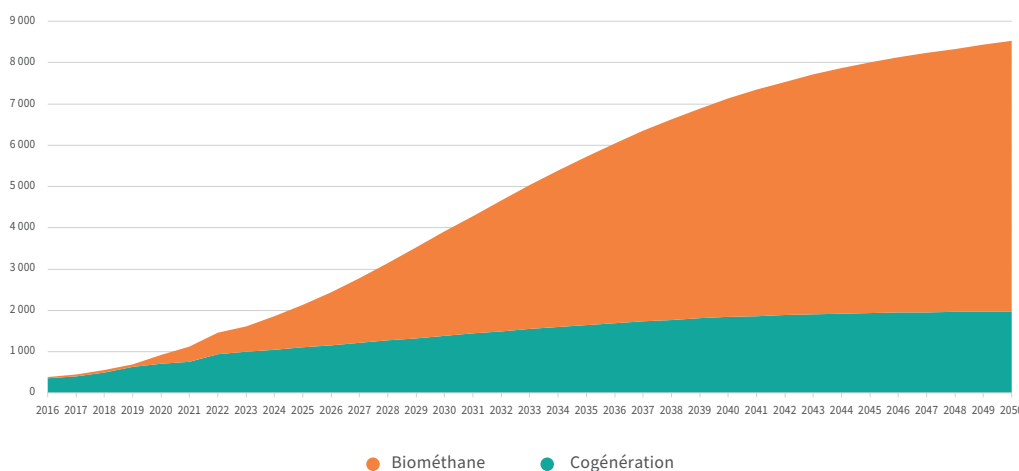
Usine de biodéchets ménagers ayant fait l'objet de restructurations majeures

Il a fallu de nombreuses années à cette usine pour produire des quantités significatives de biométhane. Et le résultat est encore loin de la capacité théorique.

■ COMBIEN DE MÉTHANISEURS EN 2050 ?

Selon Afterres, le parc de méthaniseurs en France pourrait atteindre le nombre de 8 000 unités d'ici 2050, avec un maillage réparti sur l'ensemble du territoire, de manière à permettre à 90% des agriculteurs d'accéder à un méthaniseur à moins de 8 km de chez lui.

Pour atteindre ce potentiel d'ici 2050, le rythme de nouvelles installations devra s'accélérer en atteignant un rythme de 500 unités par an en France à partir de 2030, avant de diminuer à partir de 2040, au fur et à mesure que le réseau de méthaniseurs se complète. La construction de 500 nouvelles unités par an n'est pas un enjeu majeur sur le plan industriel, si l'on se réfère au retour d'expérience de l'Allemagne.



« 90 % des agriculteurs pourront accéder à un méthaniseur à moins de 8 km. »

Figure 12. Évolution du nombre de méthaniseurs en France, d'ici 2050.

Source : Solagro

UN RETOUR D'EXPÉRIENCE HISTORIQUE

Si le « modèle allemand » du biogaz agricole n'est pas une référence sur le plan agronomique, puisqu'il repose en grande partie sur l'usage de cultures énergétiques dédiées, il est intéressant de tirer des enseignements de son développement, notamment sur le plan industriel. En effet, après une phase d'essor dans les années 2000, le développement du biogaz est désormais arrêté en Allemagne depuis la fin des années 2010.

Les technologies utilisées aujourd'hui ont été mises au point en Allemagne, et le monde entier en bénéficie désormais.

Il s'est construit jusqu'à 1300 unités en une année, montrant qu'il est possible de construire un parc de méthaniseurs de 10 000 unités en une dizaine d'années, passée la phase d'amorçage.

La capacité de production de biogaz de l'Allemagne atteint 90 TWh en énergie primaire, soit plus que le potentiel estimé pour la France, en rapportant cette production à la surface du territoire. Les questions logistiques – transport de matières et de digestat – peuvent donc être résolues même avec un développement de cette ampleur.

LE BILAN D'AZOTE DE LA « FERME FRANCE » SELON AFTERRES

Pour comprendre le « bilan d'azote de la ferme France », il faut d'abord comprendre la différence entre les « apports primaires » et les « apports secondaires » d'azote. Les apports primaires proviennent de l'azote atmosphérique. La première source est constituée par les engrais azotés qui sont fabriqués à partir d'azote atmosphérique et d'hydrogène, celui-ci étant fourni aujourd'hui par le gaz naturel. La seconde source est fournie par la fixation symbiotique d'azote grâce aux légumineuses fourragères (trèfle, luzerne...) ou graines (pois, féveroles, lentilles...). La France consomme environ 1,8 MtN d'engrais azotés, et la fixation symbiotique en fournit seulement 0,3 MtN.

Une grande partie des flux d'azote sont des flux de recirculation : c'est le cas de l'azote contenu dans les effluents d'élevage et les résidus de culture. Les fumiers contiennent de l'azote parce que les animaux ont consommé des fourrages et aliments qui contiennent des matières azotées. On peut estimer qu'au total les apports aux cultures sont de plus de 5 MtN, dont 2 MtN d'apports primaires et 3 MtN d'apports secondaires.

Ces flux font l'objet de pertes aux différents stades, entre la fertilisation des cultures, les rejets par les animaux, et in fine par les humains. Même si la majeure partie de ces pertes se produit sous forme de diazote (N_2), qui retourne à l'atmosphère, une faible proportion est transformée par différents mécanismes biologiques en ammoniac, nitrates, protoxyde d'azote, qui occasionnent différents dommages sur l'environnement – l'eau, l'air, le climat – ou la santé. Toutes ces pertes doivent être compensées, et les apports primaires (engrais et fixation symbiotique) servent à les compenser. S'il n'y avait pas de pertes, les flux d'azote seraient bouclés et il n'y aurait pas besoin de les compenser.

Certaines pertes peuvent être réduites à l'aide de : bonnes pratiques de fertilisation, réduction de la volatilisation d'ammoniac des déjections d'élevage grâce à une couverture des fosses, diminution des pertes et gaspillages alimentaires. Ces différentes solutions constituent la première famille de leviers pour réduire la dépendance aux engrais azotés.

Le second levier consiste à substituer les apports primaires d'engrais azotés par la fixation symbiotique. Dans le scénario Afterres, la fixation symbiotique passe de 0,3 à 0,9 MtN par an. Ce triplement est dû au triplement des légumineuses : grâce à l'extension des surfaces, et par la pratique des mélanges graminées / légumineuses dans les cultures intermédiaires. Dans le scénario, près d'un million d'hectares de cultures fourragères, incluant du maïs ensilage et des cultures de graminées, sont converties en cultures de légumineuses fourragères comme la luzerne, le trèfle, le sainfoin... La culture de fabacées graines passe de 239 000 ha à 454 000 ha. Elles servent à fournir des protéines pour l'alimentation humaine, en substitution aux protéines animales. Les cultures de légumineuses, graines ou fourragères, apportent de l'azote, mais elles contribuent aussi à allonger les rotations et à réduire la pression parasitaire sur les cultures.

Dans ce contexte, l'utilisation du digestat contribue à faire recirculer l'azote dans le système. De la même façon que le fumier est recyclé dans les champs, le digestat joue un rôle similaire. Dans Afterres, les flux d'azote issus des déjections d'élevage diminuent du fait de la réduction des cheptels. Les quantités de fumier et de lisier diminuent encore plus, puisque la part de systèmes pâturants augmente. Les volumes apportés par les digestats compensent ces diminutions.



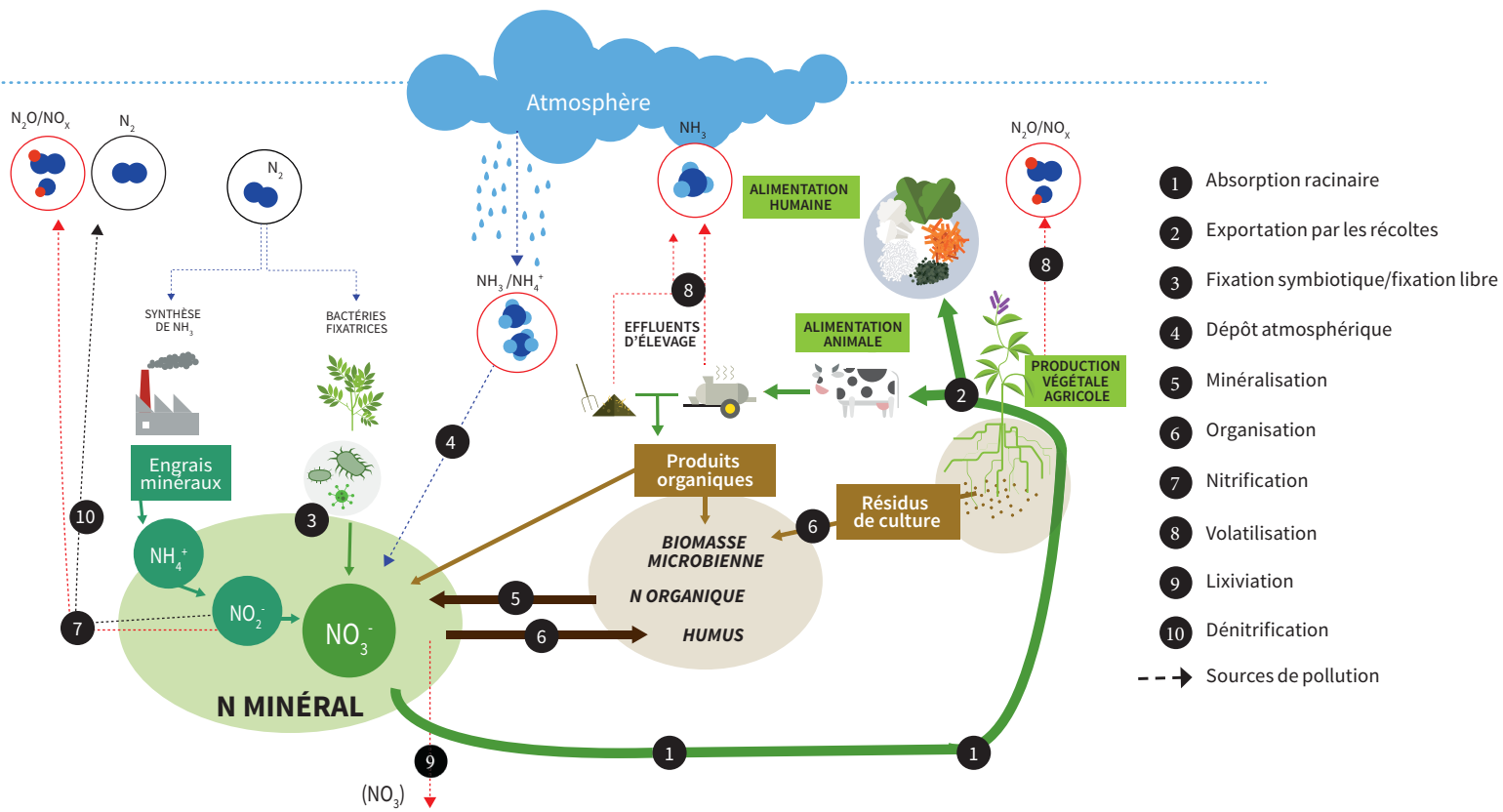


Figure 13. Le cycle de l'azote en agriculture

Source : D'après INRAE, INRAE Transfert et Solagro - Biométhane issu de bioressources agricoles, quels impacts environnementaux ? - 2022

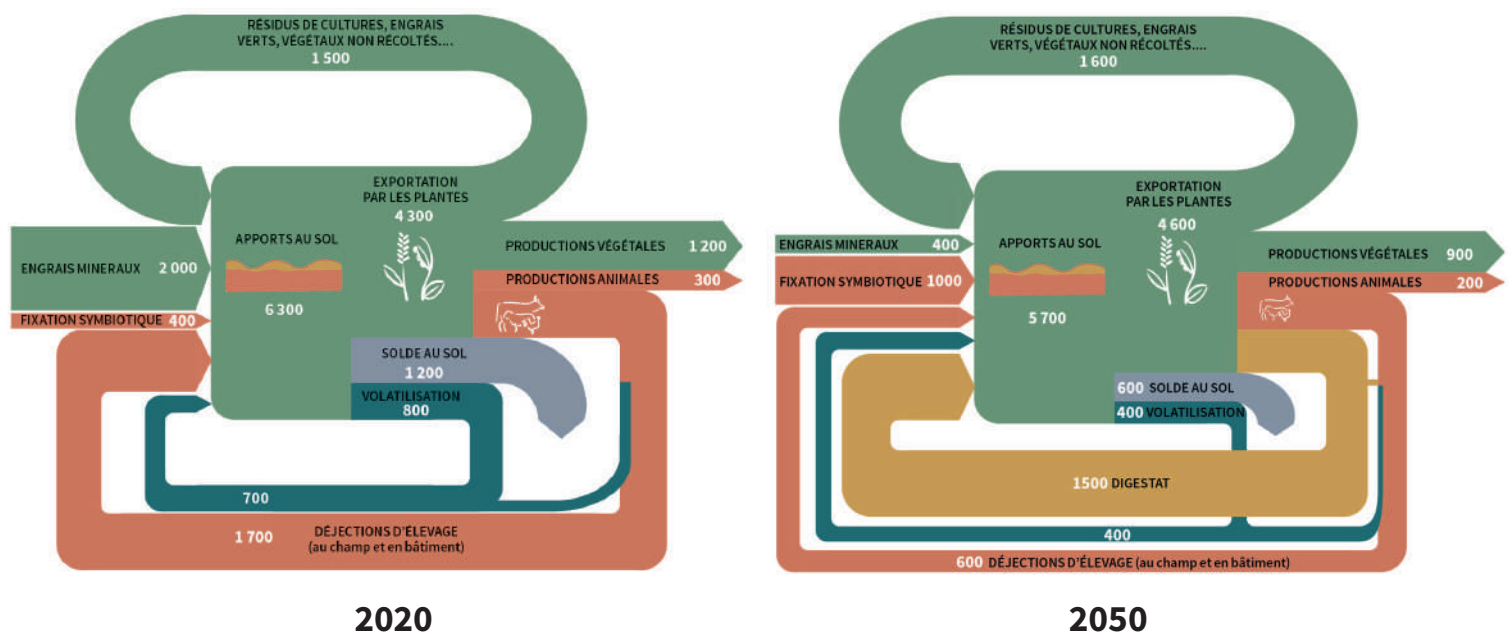


Figure 14. Bilan d'azote comparé entre 2020 et 2050, en ktN

Source : Solagro - 2026

QUELS VOLUMES À TRANSPORTER ET SUR QUELLES DISTANCES ?

▪ VOLUMES DE MATIÈRES PREMIÈRES

Aujourd'hui, la quantité de végétaux (grains, fourrages, cultures industrielles, légumes, fruits) qui sortent des champs et sont transportés sur des distances variables - du champ au corps de ferme ou à la coopérative - est de l'ordre de 210 millions de tonnes par an. Dans Afterres2050, le volume des grains est réduit d'un tiers (passage en agriculture biologique), celui des cultures fourragères est divisé par 4. Le volume des cultures intermédiaires méthanisées atteint environ 80 millions de tonnes, ce qui est proche du volume actuel de cultures fourragères.

La quantité de déjections d'élevages maîtrisées produites en France est d'environ 150 millions de tonnes. Avec la diminution des cheptels et l'augmentation de la part du pâturage, ces volumes seraient divisés par 2, dont la majorité envoyée en méthanisation.



Quantités sorties des champs (MtMB)	2020	2050
Grains (céréales et oléo-protéagineux)	75	50
Autres cultures (cultures industrielles, fruits, légumes...)	57	54
Cultures fourragères	74	17
Cultures intermédiaires méthanisées	-	77
TOTAL	208	200

Tableau 3. Évolution entre 2020 et 2050 des quantités de matière agricole à exporter des champs

Source : Solagro

Quantités méthanisées (MtMB)	2050
Déjections d'élevage	47
Résidus de culture	17
Herbe et fourrages	44
Cultures intermédiaires méthanisées	77
Biodéchets	15
TOTAL	200

Tableau 4. Quantités de matières méthanisées à l'horizon 2050

Source : Solagro

▪ VOLUME DE DIGESTAT

Dans le scénario Afterres, en 2050, le volume de digestat à transporter est de l'ordre de 180 millions de tonnes brutes par an. Ce volume est du même ordre de grandeur que le volume actuel de déjections d'élevage maîtrisées.

Globalement, il n'y a donc pas d'augmentation significative des volumes transportés. Les différentes évolutions se compensent : moins de volumes de grains, de fourrages, de déjections, plus de volumes de cultures intermédiaires et de digestat.

▪ UNE REDISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Les 150 millions de tonnes de déjections d'élevage épandues aujourd'hui en France sont concentrées dans les régions d'élevage. Dans le scénario Afterres, les 180 millions de tonnes de digestat épandues sont réparties sur l'ensemble du territoire. Il y aura un peu moins d'épandage dans les régions d'élevage, et nettement plus dans les régions de grandes cultures, où l'épandage est très peu présent.

À raison de 8 000 à 10 000 unités de méthanisation, les volumes moyens d'intrants ou de digestat sont de l'ordre de 20 000 tonnes par unité, avec un rayon d'approvisionnement moyen de 5 km.



À Bayonne, on roule à l'énergie locale

25 Novembre 2050

Retour sur 25 années de transformations

Au pied des Pyrénées, c'est à peine si l'on distingue les dômes des digesteurs du collectif Terrabiogaz. Installée depuis plus de 25 ans, l'unité de méthanisation incarne un modèle classique, à la croisée de l'énergie renouvelable, de l'agroécologie et du travail collectif.

Initiée par quatre fermes situées en "zones vulnérables nitrates", elle répondait à une contrainte forte : **adapter les pratiques pour respecter la réglementation sur le stockage et l'épandage des effluents d'élevage.**



Pour ces éleveurs de vaches laitières et de volailles, la gestion du fumier et du lisier était devenue un défi à la fois technique et économique. Entre investissements imposés par la réglementation et dépendance aux engrais chimiques, Terrabiogaz a offert une double solution : réduire l'impact environnemental et renforcer l'autonomie des exploitations.

Dans les années 2020, Alain Dupéré et ses associés conduisaient un élevage de 150 vaches laitières sur 160 hectares, un système dépendant des achats d'intrants et d'aliments extérieurs. Les agriculteurs décident alors de modifier leur assolement pour nourrir le troupeau avec l'introduction de légumineuses et de cultures dérobées dans leurs rotations. « Ces couverts récoltés pour l'alimentation animale nous ont permis de renforcer la santé des sols et de gagner en autonomie en azote », se souvient Alain.

Les contraintes réglementaires associées aux stockages des effluents sur les fermes (travaux coûteux de mise aux normes des installations de stockages) amènent les exploitants à s'intéresser à la valorisation des effluents par la méthanisation agricole.

Pour répondre à ces exigences, ils échangent avec leurs voisins agriculteurs. Appartenant à la même génération et déjà habitués à l'entraide ainsi qu'à l'investissement collectif dans du matériel, ils commencent à réfléchir ensemble à la création d'une unité de méthanisation. Très vite, le projet prend une dimension plus ambitieuse.

« Au-delà de la mise aux normes de nos élevages, ce qui nous a convaincus dans la méthanisation, c'est la possibilité de supprimer l'épandage de déjections odorantes en zone périurbaine »

3 ans après sa mise en service, la production de 190 Nm³/h de biométhane sur l'installation permet déjà d'alimenter l'équivalent de 1900 foyers.

Peu à peu, toute la surface agricole du collectif passe en double culture : un méteil protéagineux d'hiver suivi d'une culture intermédiaire (CIVE) l'été, du maïs ensilage d'été destiné à l'alimentation du troupeau suivi d'une CIVE d'hiver. Ce schéma améliore la production tout en fermant les cycles. « Avec le digestat, on tendait vers l'autonomie en engrais azotés », souligne Alain.

" Les 5 premières années, on a observé une baisse de 30 à 40% d'utilisation des produits phytosanitaires."

Au fil des années, les bénéfices d'une meilleure couverture végétale du sol se constatent: réduction de l'érosion des sols, stock de matière organique dans les sols par le système racinaire laissé dans les parcelles, contrôle du salissement des parcelles....

Dès la fin des années 2030, les résultats sont là : 85 % d'autonomie fourragère, 30 à 40 % d'économie sur les engrais, des sols plus propres grâce aux CIVE et aux cultures dérobées.

Cette trajectoire n'aurait pas été possible sans un fonctionnement collectif rigoureux. « Le fait d'être en collectif nous apporte de la synergie entre les fermes, comme par exemple l'échange de fourrages entre éleveurs et céréaliers », insiste Alain. Il ajoute : « En collectif, une gouvernance resserrée est importante. La clé de la réussite, c'est la communication entre les différents membres. »

Chaque semaine, les agriculteurs se réunissent pour coordonner, l'exploitation quotidienne du site, les semis, l'alimentation, la maintenance, l'épandage et l'approvisionnement en fourrages, mutualisant ressources et savoir-faire.

En 2035, les collectivités locales s'engagent à acheter le biométhane en circuits courts pour les flottes publiques de leurs véhicules lourds. Grâce au potentiel de production de biométhane du territoire, et aux liens qui se créent entre le collectif et la communauté de communes, un nouveau projet de méthaniseur est envisagé, en concertation avec les acteurs du territoire et d'autres agriculteurs.

3 ans plus tard, le projet se concrétise et une station-service locale distribuant du biométhane est mise en service à Bayonne.

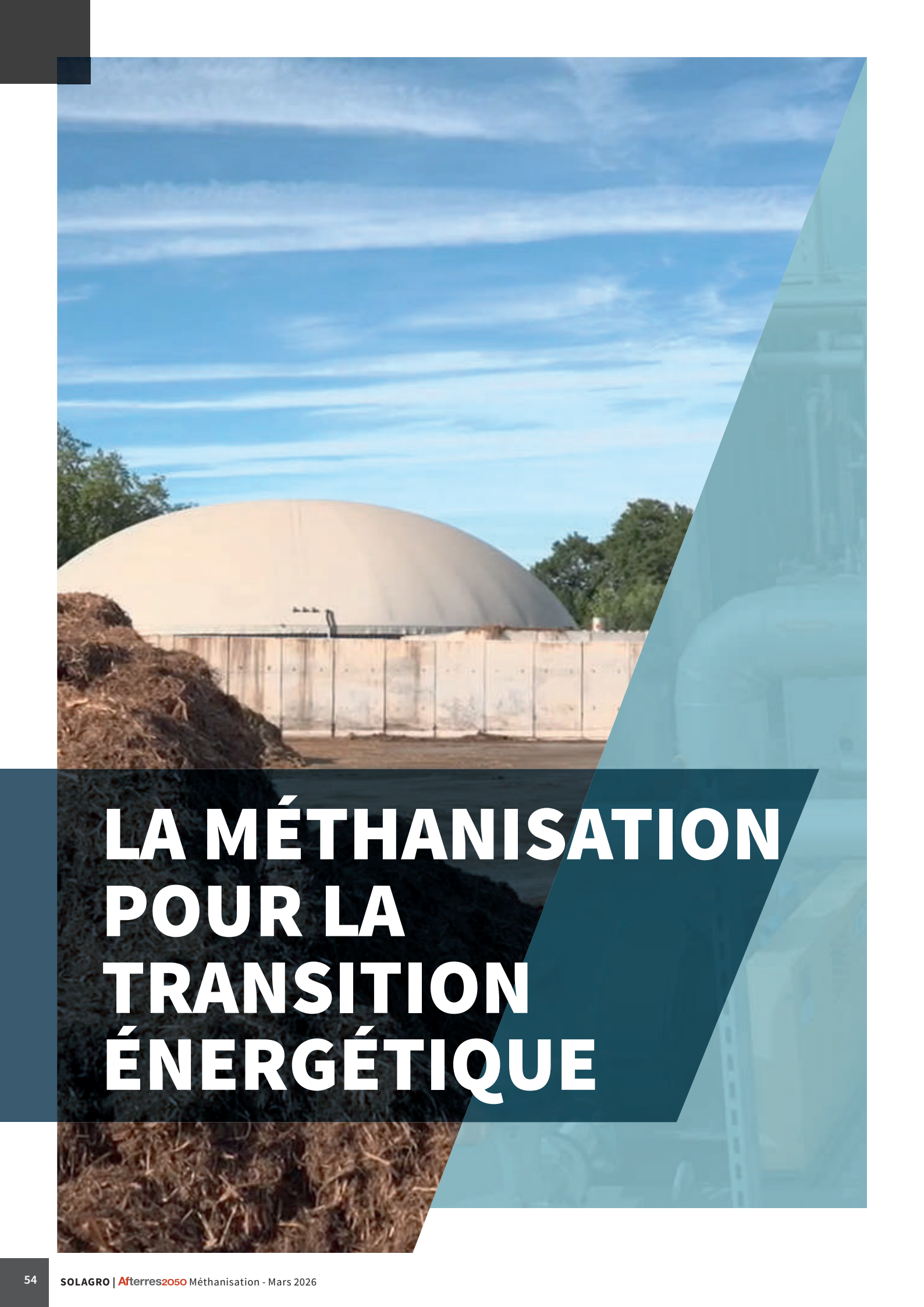
Pour ce faire, d'autres agricultrices et agriculteurs situés sur le périmètre du second méthaniseur ont rejoint le collectif. Attachés au modèle d'agriculture familiale, les exploitants choisissent de diffuser et d'accompagner d'autres exploitations vers leur modèle.

Malgré le développement de la filière méthanisation sur le département, les agriculteurs ont régulièrement rencontré des difficultés pour recruter du personnel qualifié, notamment sur les tâches administratives. En 2028, le collectif Terrabiogaz a adhéré à un groupement d'employeurs pour bénéficier de compétences juridiques, comptables, et Ressources Humaines : les quelques heures facturées par semaine ont aidé les exploitant·es à renforcer la traçabilité des intrants et à mieux suivre les obligations liées à leur statut d'employeur".

Pierre Mazalin

**À BAYONNE,
CAMIONS & BUS
FONT LE PLEIN !**





LA MÉTHANISATION POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

LA MÉTHANISATION POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

SORTIR DES ÉNERGIES FOSSILES

■ LES BIOÉNERGIES DANS LES SCÉNARIOS AFTERRES ET NÉGAWATT

Le scénario Afterres, couplé avec le scénario négaWatt, s'inscrit dans une perspective de sortie des énergies fossiles aussi rapidement que possible. Ces scénarios sont les premiers à avoir décrit une voie pour atteindre la neutralité climatique pour la France hexagonale en 2050. Le scénario négaWatt ¹ propose une division par 2 de la consommation d'énergie finale en mobilisant tous les potentiels de sobriété et d'efficacité énergétique. Il propose de mobiliser également toutes les ressources en énergies renouvelables, à commencer par le solaire et l'éolien, qui offrent les potentiels les plus importants, la géothermie et les pompes à chaleur, dont les potentiels sont plus limités, l'hydraulique dont le rôle actuel est maintenu.

Les bioénergies sont indispensables pour boucler l'équation climatique et énergétique. Leur consommation (incluant les déchets dont une part est d'origine biologique) passe de 228 TWh en 2020 à 397 TWh en 2050, soit une augmentation de 74 %. Elles représentent globalement 40 % de la fourniture d'énergie primaire en 2050.

¹ | <https://www.negawatt.org/IMG/pdf/scenario-negawatt-2022-rapport-complet-partie5.pdf>

Production d'énergie primaire, TWh dans le scénario négaWatt 2022	2020	2030	2040	2050
Biomasses solides	131	148	183	196
Biogaz	13	45	108	139
Biomasses liquides	43	41	45	52
Déchets	41	31	21	10
Sous-total bioénergies et déchets	228	265	357	397
Éolien	40	114	231	305
Solaire photovoltaïque	13	59	119	168
Hydroélectricité	58	57	55	54
Solaire thermique	1	1	2	2
Chaleur environnement (pompes à chaleur)	8	24	72	77
Géothermie	4	8	10	11
Énergies marines	1	1	4	5
TOTAL	353	529	850	1019

Tableau 5. Évolution de la production d'énergie primaire en TWh, selon le scénario négaWatt 2022

Source : négaWatt



La biomasse solide englobe essentiellement le bois, provenant pour moitié de la forêt et des industries de première transformation, et pour moitié des sous-produits et déchets en sortie des circuits de consommation. Ce potentiel est décrit dans la brochure *Afterres – Forêt et filière bois*¹.

Les biomasses liquides comprennent les biocarburants actuels, et les biocarburants de seconde génération.

LES BIOÉNERGIES DANS LES SCÉNARIOS CLIMATIQUES

La grande majorité des scénarios de prospective énergétique et climatique accordent une place accrue aux bioénergies, qu'il s'agisse d'exercices nationaux, comme pour les scénarios développés dans le cadre de la stratégie nationale bas carbone (SNBC) ou les scénarios « Transitions 2050 » de l'ADEME², des scénarios européens comme ceux qui ont servi à élaborer la stratégie « Fit for 55 » de l'Union européenne ou encore des scénarios à l'échelle mondiale étudiés par le GIEC.

Selon le 6^{ème} rapport du GIEC, les scénarios qui permettent de limiter le réchauffement à moins de 1,5°C mobilisent plus de 100 EJ³ de biomasse en 2050, soit le double de la valeur actuelle (*voir figure ci-dessous*).

¹ I Malafosse F. et all - "Afterres2050 – Forêt et bois, un rôle déterminant dans la transition écologique" https://solagro.org/medias/publications/f134_afterres-foret-bois.pdf

² I ADEME - Scénarios « Transitions 2050 » <https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/>

³ I EJ : exajoule, soit 10¹⁸ joules, unité scientifique du Système international d'unités. La consommation énergétique mondiale est de 600 EJ par an.

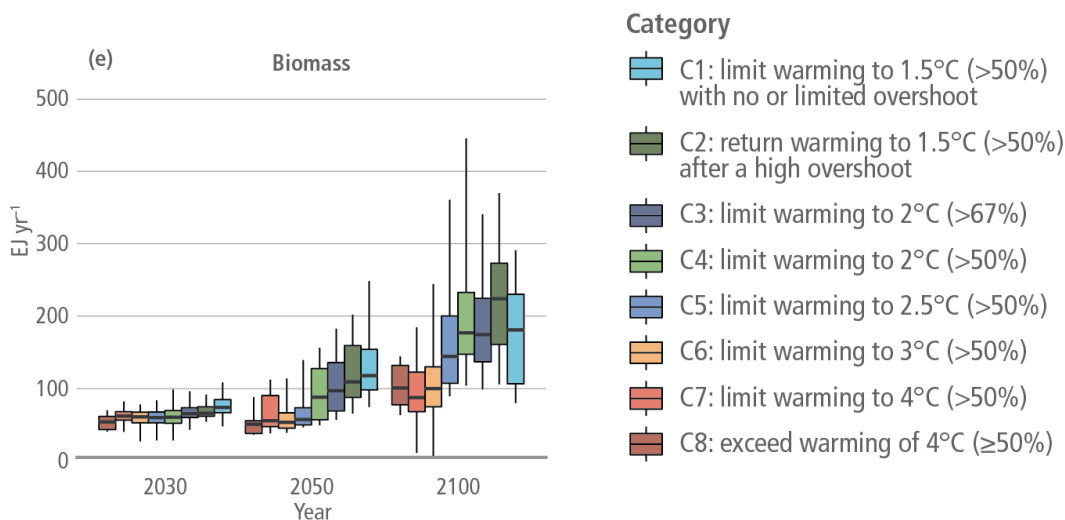


Figure 15. Contributions de la biomasse à la production mondiale d'énergie en 2030, 2050 et 2100 selon différents scénarios

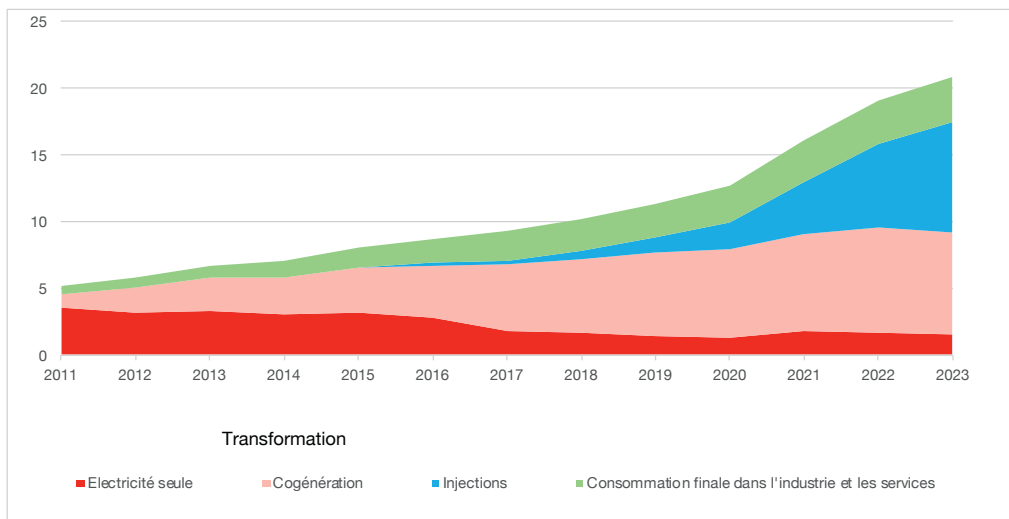
Source : GIEC – rapport d'évaluation n°6 – groupe de travail III – chap.3 - Fig-3.22. – version en langue anglaise.

Les barres noires indiquent la valeur médiane des scénarios de chaque catégorie : ainsi, dans la catégorie C1 des scénarios qui limitent le réchauffement à 1,5°C avec un dépassement nul ou limité, la valeur médiane des bioénergies en 2050 est de 120 EJ, soit le double de la valeur actuelle. La moitié des scénarios se situent entre 100 et 150 EJ.

LA PRODUCTION ACTUELLE DE BIOGAZ ET LES TENDANCES

LA PRODUCTION ACTUELLE DE BIOGAZ

La production de biogaz en 2023 atteint 21 TWh en énergie primaire. 40 % du biogaz produit est utilisé en injection de biométhane sur le réseau de gaz, 44 % en production d'électricité et cogénération, et 16% en usages directs, notamment dans l'industrie.



« Le biogaz est la seule filière énergie renouvelable ayant atteint les objectifs fixés par la PPE. »

Figure 16. Chiffres clé des énergies renouvelables.

Source : DATALAB, Ministère de la Transition écologique, 2024.

La filière biogaz est la seule des énergies renouvelables ayant atteint les objectifs assignés par les précédentes programmations pluri-annuelles de l'énergie (PPE), avec 8,2 TWh injectés en 2023 contre 8 TWh prévus dans la PPE1 en 2015, objectifs qui avaient été abaissés à 6 TWh dans la PPE2 en 2020.

Selon le registre ODRE, la production de biométhane a atteint 11,6 TWh sur l'année 2024, et la capacité journalière a atteint 33,6 GWh fin avril 2025.

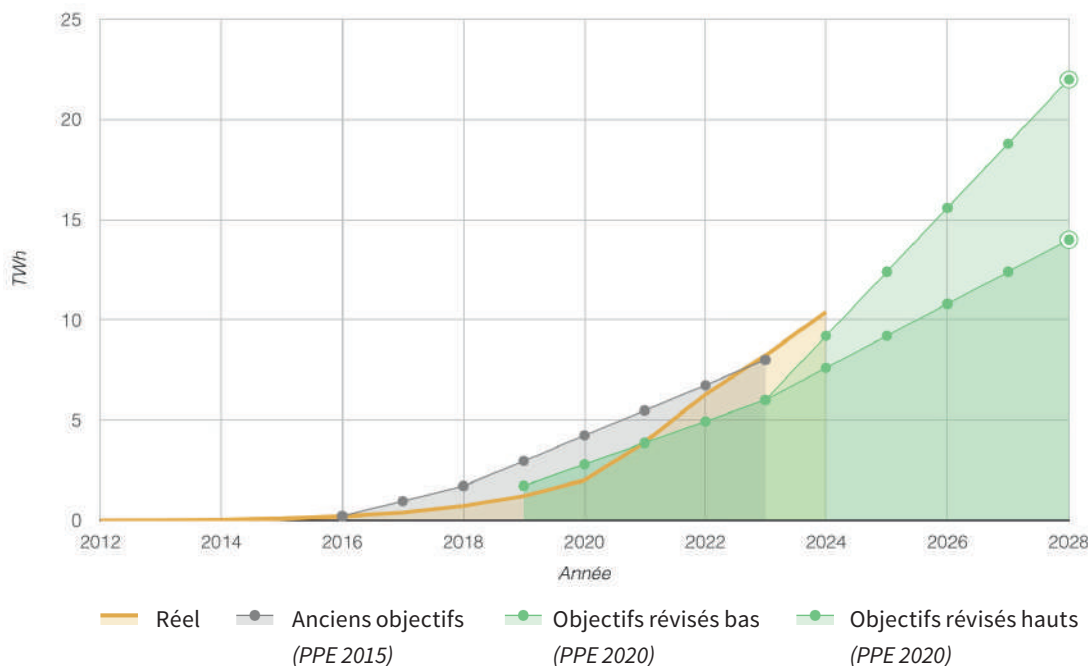


Figure 17. Biogaz injecté dans les réseaux

Source : Observatoire Climat Énergie - Bilan énergétique de la France en 2023
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/media/8032/download?inline>

En TWh PCS*

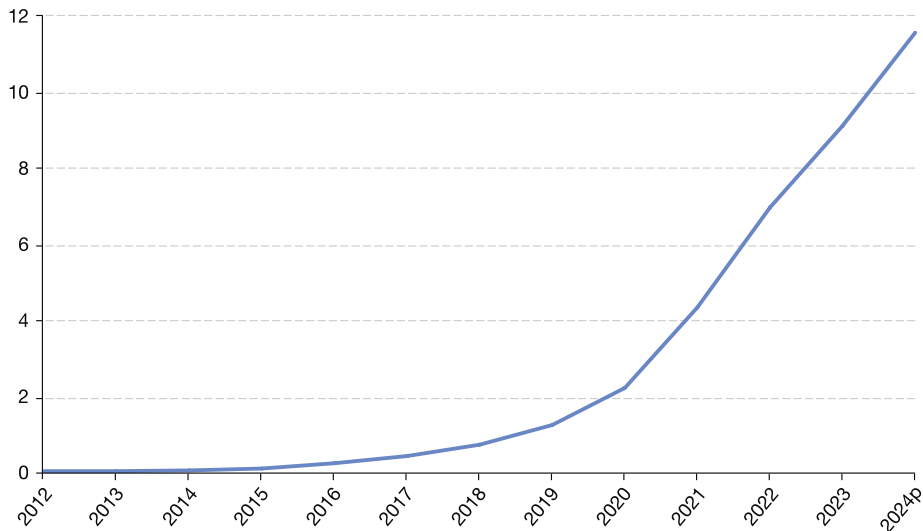


Figure 18. Évolution des injections de biométhane
Total : 11,6 TWh PCS

Source : Gestionnaires de réseaux
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables/fr/21-biomethane->

■ HORIZON 2030

D'ici 2030, les usages directs devraient augmenter légèrement, et la cogénération est appelée à diminuer avec la fin des contrats d'achat, les unités de cogénération qui le peuvent basculant vers l'injection. Selon les scénarios Afterres/négawatt, la production primaire de biogaz atteindrait alors 40 TWh.

La PPE3 vise un objectif de 50 TWh de biogaz en 2030 dont 44 TWh injectés, et entre 50 et 85 TWh en 2035. Les opérateurs gaziers proposent 60 TWh dès 2030.

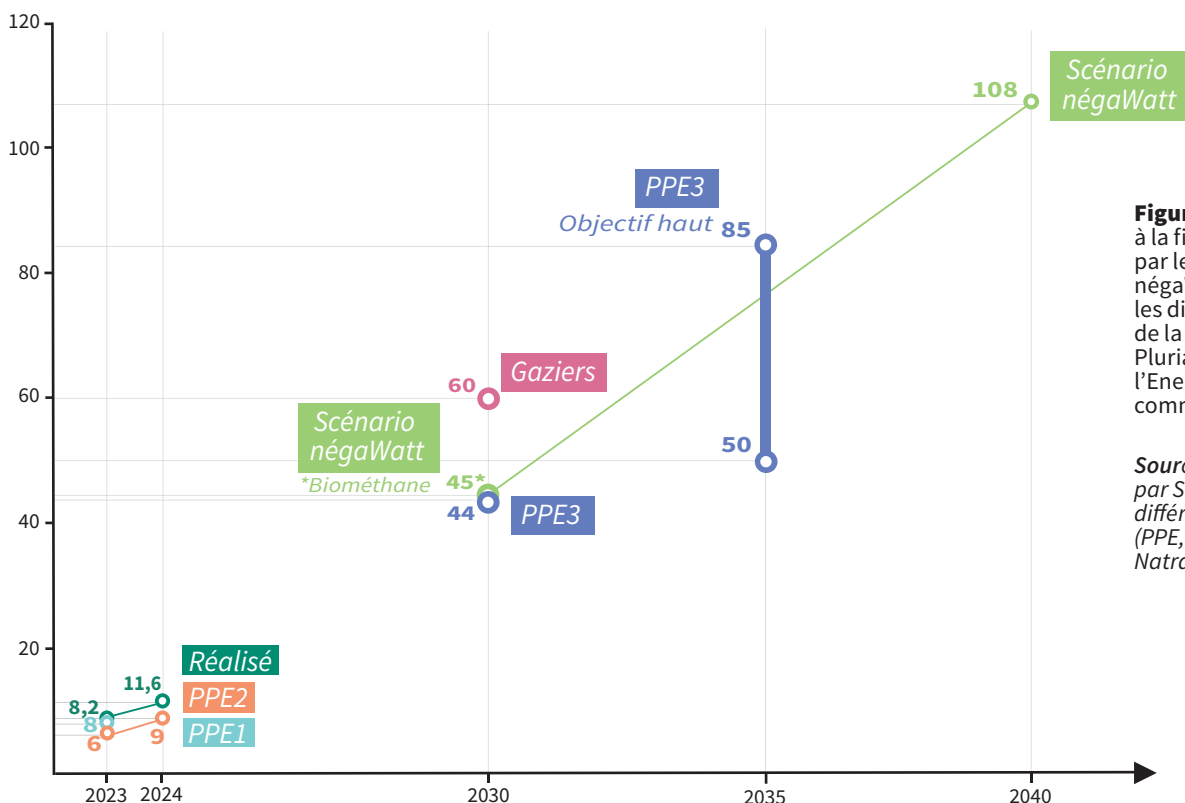


Figure 19. Objectifs fixés à la filière méthanisation par les scénarios négawatt, les gaziers et les différentes versions de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) - Cibles communiquées en TWh

Source : compilation par Solagro de différentes sources (PPE, négawatt, GRDF, Natran, Teréga) - 2025



LA PLACE DU GAZ DANS LE SCÉNARIO NÉGAWATT

L'objectif premier de la méthanisation est de produire une énergie renouvelable capable de remplacer les énergies fossiles.

▪ L'INJECTION DU BIOMÉTHANE DANS LES RÉSEAUX DE GAZ

Dans le scénario négaWatt, le biogaz est destiné essentiellement à se substituer au gaz fossile, via l'injection de biométhane dans les infrastructures existantes : réseaux existants de transport et de distribution, mais aussi stockages souterrains (capacité d'environ 3 mois de consommation). Cette solution offre une grande souplesse, car elle permet de déconnecter la production – en principe constante toute l'année – de la consommation – variable à la fois dans la journée et dans l'année. L'accès aux réseaux de gaz permet également de mettre en relation des producteurs de biométhane essentiellement ruraux, compte tenu de la part agricole du potentiel méthanisation, et des consommateurs plus urbains.



COGÉNÉRATION, CHALEUR, GNV : EN UTILISATION SUR PLACE

lorsque c'est possible !

Les autres filières (cogénération, chaleur, gaz naturel véhicule - GNV) peuvent jouer un rôle dans des situations locales particulières, lorsque le réseau de gaz est trop éloigné, ou bien lorsqu'il existe des débouchés sur place. À ce titre il est important de conserver un dispositif de soutien à la cogénération en particulier, afin de donner accès à la méthanisation y compris aux fermes éloignées des réseaux.

Il faut saluer la suppression des pénalités de rupture de contrat d'achat d'électricité qui vient faciliter la conversion des sites de cogénération en injection.

Les usages directs en chaudière représentent de faibles volumes, car généralement il n'y a pas d'adéquation entre la production et les usages à proximité immédiate du site de production, à la fois en volume et en saisonnalité. La cogénération reste une option intéressante, à condition de disposer de débouchés locaux pour la chaleur cogénérée. Enfin, l'utilisation comme carburant sur le site de production est également une option possible, mais compliquée à mettre en oeuvre en raison de l'inadéquation entre offre et demande de carburant.

La filière cogénération reste pertinente dans les territoires trop éloignés d'un réseau de gaz, et là où il peut être intéressant de disposer de moyens de production d'électricité en base. Cependant, le coût de production d'électricité par méthanisation est nettement plus élevé que celui des autres sources d'électricité renouvelable : 188 €/MWh pour l'électricité à partir de biogaz contre 75 €/MWh pour le photovoltaïque et 59 pour l'éolien ¹.

¹ | ADEME, 2024. Évolution des coûts des énergies renouvelables et de récupération entre 2012 et 2022

<https://librairie.ademe.fr/energies/7941-evolution-des-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-entre-2012-et-2022->



■ DIVISER PAR 2 LA CONSOMMATION DE GAZ D'ICI 2050

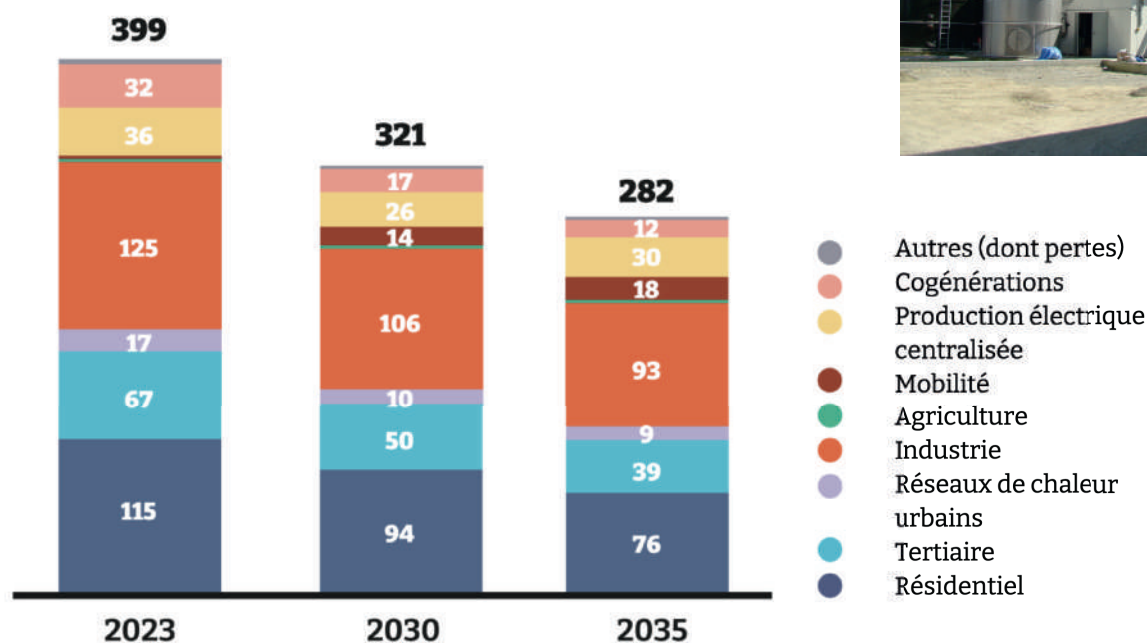


Figure 20. Consommation totale de gaz et de gaz renouvelables et bas carbone (hors hydrogène) **TWh PCS**

Source : Conférence de presse "Perspectives gaz : consommer moins, mieux et renouvelable"
https://justdecarb.grdf.fr/system/files/document_download/file/2024-09/conference_de_presse_perspectives_gaz_2024_presentation_0.pdf

Le scénario négaWatt réduit drastiquement la consommation de gaz en mobilisant de nombreux leviers : sobriété, efficacité et substitution d'énergie. La place du vecteur électrique augmente fortement, les carburants et combustibles liquides fossiles disparaissent complètement. Le vecteur gaz, devenu entièrement renouvelable, conserve une place significative, mais sa consommation est divisée par 2.

La consommation de gaz naturel en France (385 TWh en 2023) est en diminution (- 20 % en comparé à 2021), et cette baisse va se poursuivre : 282 TWh d'ici 2035 selon l'exercice Perspective gaz 2024¹. Il s'agit d'une projection assez proche de celle du scénario négaWatt qui tablait (avant la guerre en Ukraine) sur 308 TWh à la même date. Encore faudra-t-il que les promesses d'économie d'énergie et de substitution soient au rendez-vous.

¹ | Perspective gaz 2024
https://www.francegaz.fr/wp-content/uploads/perspectives_gaz_2024_final_web.pdf

■ LES USAGES DU GAZ DANS LE SCÉNARIO NÉGAWATT 2050

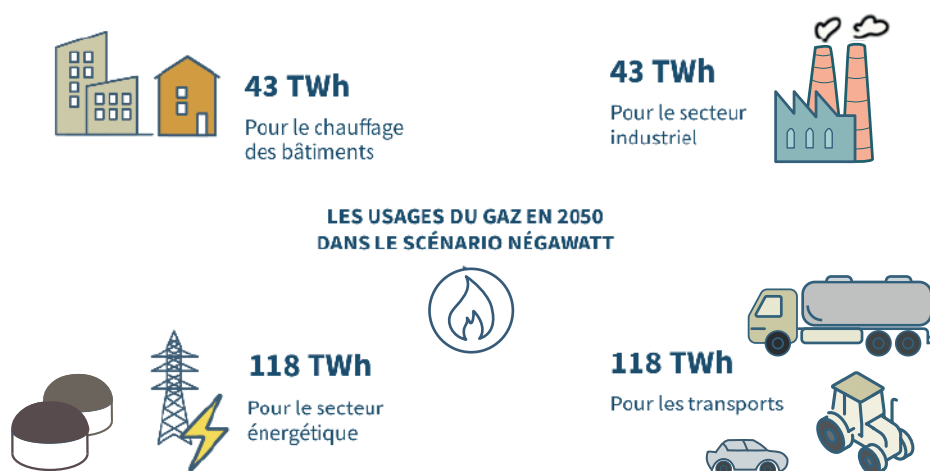


Figure 21. Les usages du gaz en 2050 dans le scénario négaWatt

Source : Scénario négaWatt, illustration Solagro

→ Dans le scénario négaWatt, le vecteur gaz reste présent en 2050 pour le **chauffage des bâtiments**, là où le vecteur électrique aura plus de mal à s'installer. C'est le cas notamment des immeubles non raccordés à des réseaux de chaleur et dans des situations où il sera techniquement difficile d'installer des pompes à chaleur. Il faut parvenir à rénover 800 000 logements par an entre aujourd'hui et 2050 pour diviser par 4 la consommation de chauffage dans le bâtiment. Même si cet objectif très ambitieux était atteint, il resterait néanmoins 43 TWh de gaz pour le chauffage des bâtiments.

→ **Le secteur industriel**, second secteur consommateur aujourd'hui, voit sa demande également fortement réduite, à 43 TWh, pour les besoins en chaleur industrielle les plus difficilement substituables par l'électricité, notamment pour les besoins en haute température. Le biométhane peut également se substituer au méthane fossile comme matière première pour la chimie organique. Mais la chimie sera basée principalement sur l'hydrogène (notamment pour la production d'ammoniac), plutôt que sur le méthane.

→ Dans le secteur des **transports** le gaz est utilisé pour les segments difficiles à électrifier : poids lourds, bus et autocars, transports maritimes. Les voitures à moteur thermique ne disparaissent pas totalement dans le scénario négaWatt : une petite partie du parc automobile reste en thermique, avec usage exclusif de gaz renouvelable. Ce secteur consomme 90 TWh de gaz en 2050, et 118 TWh en ajoutant l'agriculture, en partie pour des usages thermiques, et surtout pour les engins agricoles.

→ **Le secteur énergétique** voit sa consommation de gaz fortement diminuer. Alors que le gaz reste une source importante de production d'électricité, il ne sera plus utilisé en 2050 que pour fournir la pointe, avec une puissance appelée qui reste conséquente mais une production d'électricité faible (4 TWh consommés). L'usage en raffineries ou pour la production d'hydrogène disparaît pratiquement, puisque les raffineries de pétrole sont arrêtées. Le chauffage des méthaniseurs sera assuré par de l'électricité plutôt que par le gaz, tout en fournissant un service système grâce à l'inertie que représente le stockage de la chaleur par les digesteurs.



QUELLES ÉVOLUTIONS POUR LE GNV ?

Développé initialement principalement pour des questions de qualité de l'air, de réduction du bruit et de diversification des sources d'énergie, le GNV (gaz naturel véhicule) se verdit progressivement. Les Garanties d'Origine (GO) biométhane couvrent désormais la moitié de la consommation de GNL (gaz naturel liquéfié) routier.

Les GO livrés en 2024 représentent la consommation de GNV d'il y a 3-4 ans, autrement dit on observe un décalage de 4 ans entre le développement du GNV et celui du bioGNV. Le GNV est le vecteur énergétique ayant aujourd'hui le plus fort taux d'origine renouvelable, devant l'électricité ou la chaleur. Le développement du GNV puis du bioGNV a donc bien un rôle très efficace de consommation de carburants fossiles. Il n'y a pas de création de nouveaux usages fossiles mais un transfert du pétrole vers le gaz dans un premier temps, puis du gaz fossile vers le gaz renouvelable dans un second temps.

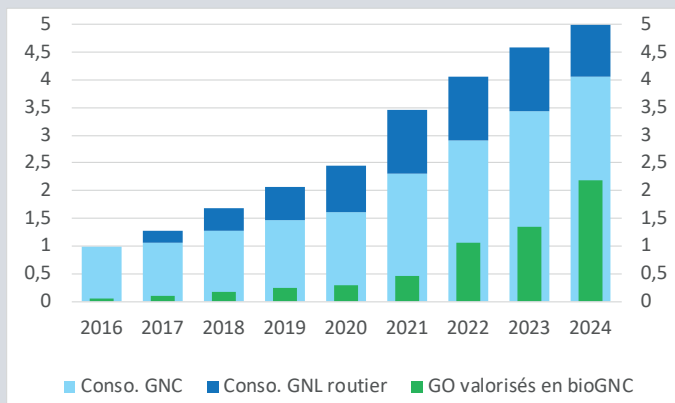


Figure 22 . Évolution de la consommation de gaz carburant en France, en TWh, et volumes des garanties d'origines du biométhane utilisé comme carburant.

Source : ODRE (Open Data Réseaux Énergies)
<https://opendata.reseaux-energies.fr/>

	2020	2030	2040	2050
BATIMENT	211	161	63	43
Résidentiel	140	103	39	26
Tertiaire	72	59	24	17
INDUSTRIE	140	102	65	43
Industrie (chaleur)	132	93	63	40
Industrie (matière première)	8	9	2	3
TRANSPORTS ET AGRICULTURE	15	62	108	118
Mobilité personnes	1	7	18	17
Transport fret	2	40	62	73
Agriculture	12	16	27	28
ÉNERGIE	109	20	17	9
Production électricité et cogénération centralisée	86	1	3	4
Raffineries + vapocraquage prod. H2	15	12	6	1
Autoconsommation biogaz des digesteurs	2	4	6	2
Pertes réseau	6	4	3	2
TOTAL	475	346	254	213

Tableau 6. Évolution des usages du gaz - Valeurs en TWh

Source : Solagro - Afterres2050

Il existe des variantes du scénario négaWatt : la place du gaz dans la mobilité pourrait être réduite si les défis de l'électrification intégrale des transports sont tenus : disponibilité en matières critiques comme le lithium, taux de recyclage des batteries, substitution des technologies au lithium par d'autres solutions, contraintes sur le réseau électrique. A contrario, si comme on s'y attend le rythme de rénovation des bâtiments est plus faible qu'espéré, il sera nécessaire de maintenir le gaz plus longtemps. Les volumes économisés dans le secteur des transports pourront être employés dans le secteur du bâtiment.

■ ADAPTER LE RÉSEAU DE GAZ

Produire du gaz de campagne pour remplacer le gaz de ville ? Ce scénario semblait improbable au début des années 2010 lorsque le dispositif de soutien à l'injection de biométhane a été mis en place. Le biogaz est produit dans les territoires ruraux, alors que le gaz alimente surtout les territoires urbains.

En réalité, le réseau actuel de distribution et de transport offre déjà un maillage important. L'étude « Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 »¹ pilotée par Solagro avec AEC en 2018 a démontré qu'il était possible de collecter la majeure partie des ressources disséminées en milieu rural, sans recourir massivement à du gaz porté² : le surcoût calculé est de l'ordre de 5 €/MWh soit 2 à 3% du coût global.

Grâce aux 201 000 km de réseau de distribution et 38 000 km de réseau de transport, la grande majorité des communes rurales se trouve à une distance raisonnable d'un réseau. Seuls quelques territoires se situent à une distance trop éloignée, avec des ressources trop faibles, pour justifier de l'extension du réseau. C'est le cas par exemple d'une grande partie des départements de la Lozère, du Lot, de la Drôme... Mais ces territoires éloignés des réseaux ne totalisent que 10 % de la ressource potentielle de biogaz.

La distance moyenne de raccordement des unités de méthanisation agricole au réseau de gaz est actuellement de l'ordre de 10 km. Il faut parfois tirer des canalisations sur une vingtaine de kilomètres : il est préférable dans ce cas de prévoir le raccordement de plusieurs unités sur la même canalisation. C'est l'option qui a été retenue par le Syndicat intercommunal d'énergies de Maine-et-Loire (SIEM) pour la construction de la « dorsale biogazière des Mauges » de 38 km de longueur. Elle a pour but d'injecter et de distribuer le biométhane produit par les unités de méthanisation du territoire, afin d'alimenter divers usages (industriels, domestiques, transports).

Afin de coordonner ces investissements, il est utile de s'inspirer des S3REN³ qui existent pour l'électricité : le principe consiste à identifier les territoires à potentiel et à anticiper les besoins d'extension du réseau existant, pour aller chercher le gaz dans les territoires ruraux en mutualisant les investissements.

¹ | Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050
https://solagro.org/medias/publications/f131_france-independante-mix-gaz-renouvelable-010503a-rapport.pdf

² | Le « gaz porté » consiste à stocker du gaz en réservoir haute pression au site de production puis à le transporter par camion jusqu'au site d'utilisation, lorsqu'il n'est pas possible de raccorder un site au réseau

³ | Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables de canalisations de gaz.



L'adaptation du réseau passe également par l'installation de rebours, c'est-à-dire de stations de compression permettant de faire circuler le gaz en sens inverse du sens habituel : sur les réseaux de distribution, si la production dépasse la demande, il faut pouvoir remonter le gaz vers le réseau de transport, puis éventuellement vers les stockages souterrains. L'intérêt est de pouvoir stocker du gaz de manière inter-saisonnière. Dans de nombreux territoires, le réseau de gaz est désormais bidirectionnel grâce à 28 rebours (+ 22 en cours de réalisation) qui s'ajoutent aux nombreux maillages réalisés pour relever l'étiage des réseaux.

▪ LA VISION DE LA COMMISSION DE RÉGULATION DE L'ÉNERGIE : QUELLES INFRASTRUCTURES GAZIÈRES EN 2050 ?

Selon la commission de régulation de l'énergie (CRE), l'adaptation des infrastructures gazières à un scénario de type 100 % gaz renouvelable avec une production et une demande de l'ordre de 200 TWh par an¹, coûtera 6 Mds€ d'ici 2050, ce qui est très inférieur aux investissements actuels (1,3 Mds€ par an). Le réseau de transport de gaz actuel reste en très grande partie nécessaire. Les actifs « libérables » se concentrent sur le réseau de transport principal : les canalisations doublées (environ 4 % des canalisations de transport) et 7 stations de compression. De plus, le réseau de transport ne répond pas qu'aux seuls besoins nationaux, et la France continuera à jouer un rôle important pour le transit du gaz vers le reste de l'Europe, et ceci même en cas d'arrêt total d'importations de gaz fossile, car le gaz renouvelable devra circuler entre les régions et entre les pays.

L'utilisation des stockages sera de plus en plus orientée par la satisfaction des besoins à la pointe, mais les besoins de soutirage à la baisse diminueront d'au moins 50 %. Tous les stockages ne seront pas nécessaires. La plupart des stockages salins pourraient être recyclés dans le stockage de l'hydrogène.

Le réseau de distribution de gaz restera nécessaire et essentiellement dimensionné pour la production de gaz vert. Localement, en fonction des configurations, certains actifs pourraient être abandonnés, dans une proportion qui devrait rester très limitée, en priorité dans les zones desservies par des réseaux de chaleur. Il est plus pertinent de tendre vers une sortie de l'ensemble des usages gaz à la maille locale, plutôt que d'interdire des usages spécifiques à la maille nationale.

¹ | Rapport de la commission de régulation de l'énergie - "Avenir des infrastructures gazières aux horizons 2030 et 2050, dans un contexte d'atteinte de la neutralité carbone"
<https://www.cre.fr/documents/rapports-et-etudes/avenir-des-infrastructures-gazieres-aux-horizons-2030-et-2050-dans-un-contexte-d-atteinte-de-la-neutralite-carbone.html>



Un transfert massif de la pointe gazière vers la pointe électrique pourrait entraîner une hausse de la pointe électrique de 35 GW, s'ajoutant aux 50 GW de pointe actuelle, générant de très importants surcoûts sur le système électrique, alors qu'en comparaison le coût du maintien du réseau gazier est mineur.

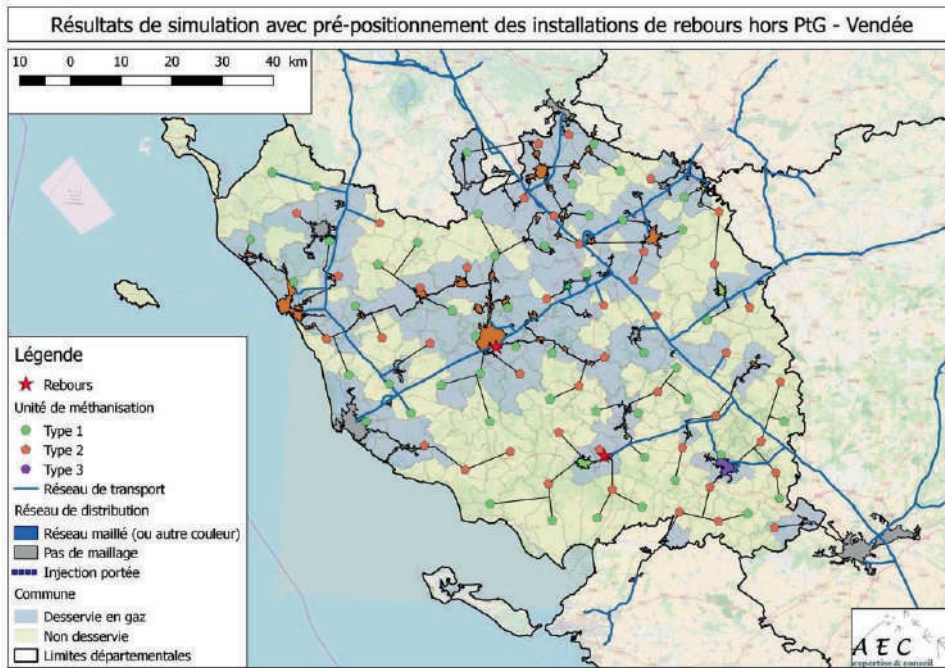


Figure 23. Simulation théorique des besoins de renforcement du réseau gaz (traits noirs) et de création de rebours à l'échelle d'un département (Vendée), sur la base d'une distribution de méthaniseurs agricoles de différentes tailles, permettant de collecter la totalité de la ressource potentielle sur des rayons d'approvisionnement de moins de 10 km.

Source : ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018. Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? https://solagro.org/medias/publications/f131_france-independante-mix-gaz-renouvelable-010503a-rapport.pdf

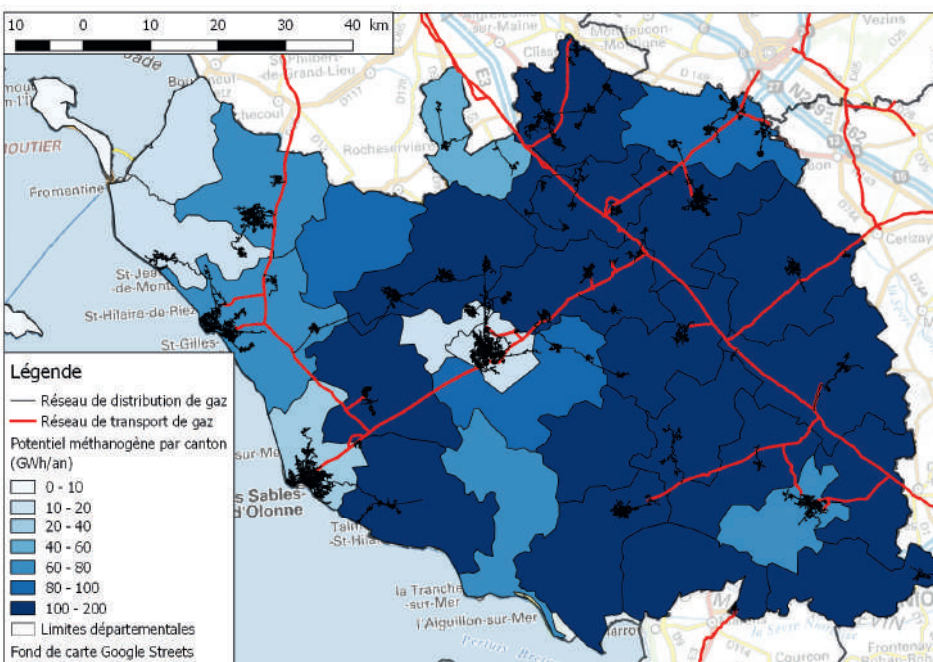


Figure 24. Potentiel méthanogène à l'échelle cantonale de la Vendée

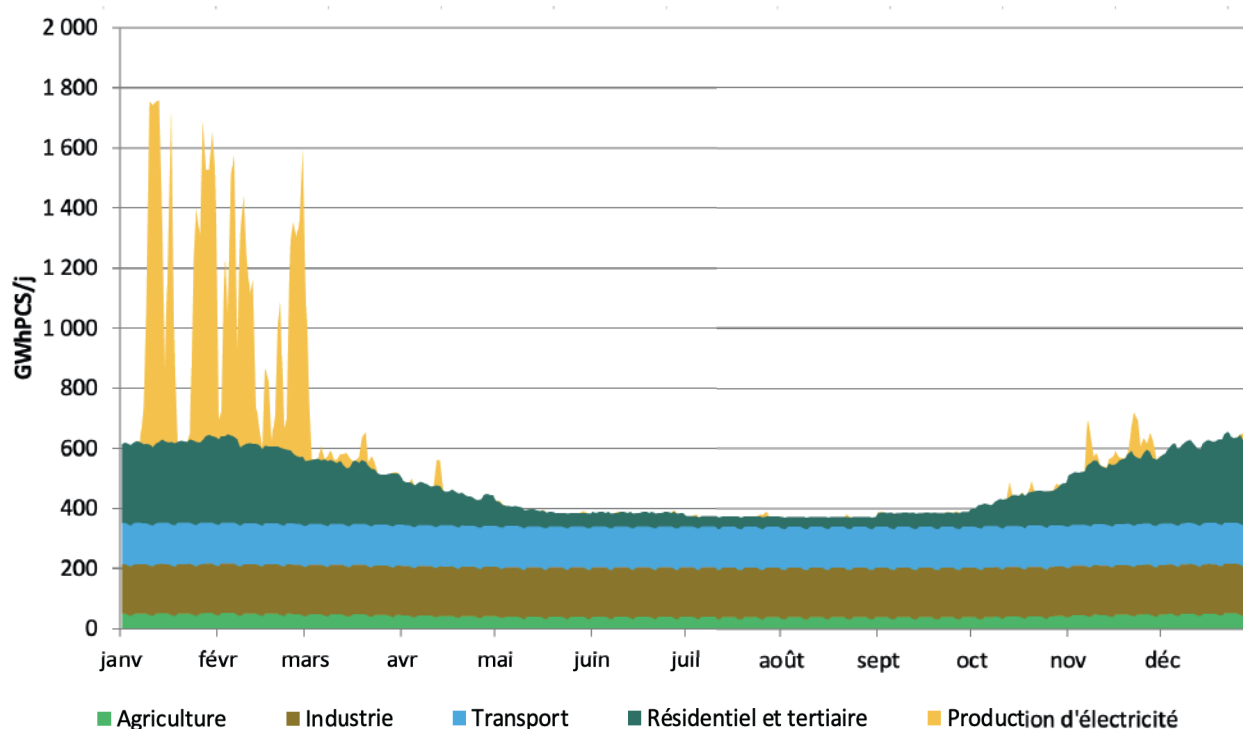
Source : Source : ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018. Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? https://solagro.org/medias/publications/f131_france-independante-mix-gaz-renouvelable-010503a-rapport.pdf

LE RÔLE DU BIOGAZ DANS LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE

La valorisation thermique directe et la cogénération ont été pendant longtemps les seuls modes de valorisation du biogaz. L'injection sur le réseau de gaz naturel a émergé en France en 2011, elle est désormais considérée comme la voie de valorisation privilégiée. Elle n'exclut cependant pas les solutions de valorisation du biogaz par voies thermiques et électriques.

La cogénération présente l'intérêt de fournir une production stable d'électricité, à la différence du solaire photovoltaïque et de l'éolien. Une analyse précise du système électrique montre que les besoins portent sur une production pilotable et non sur une production continue. Ce besoin de pilotabilité n'est pas seulement infra-journalière comme il serait possible de faire avec une flexibilisation d'unités de cogénération (par exemple équipées de 2 moteurs et d'un gazomètre surdimensionné), car on constate une forte saisonnalité et de forts appels de puissance (voir le recours aux centrales à gaz sur le graphique suivant).

Le biogaz joue un rôle essentiel et complémentaire du solaire et de l'éolien dans les systèmes fortement alimentés en électricité renouvelable. Toutefois, cette complémentarité repose moins sur sa valorisation en cogénération que sur la production de biométhane. Celui-ci peut être stocké sur de longues périodes — notamment dans les stockages souterrains existants — puis réutilisé, par exemple dans des turbines à combustion. Cette approche renvoie donc naturellement à la solution de l'injection du biométhane dans le réseau, qui alimente ces capacités de stockage inter-saisonnier.



Source : ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018.
Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?

https://solagro.org/medias/publications/f131_france-independante-mix-gaz-renouvelable-010503a-rapport.pdf

Pour autant, la valorisation du biogaz par cogénération pourra conserver sa pertinence sur les territoires pauvres en ressources et en densité de réseau gaz. C'est le cas par exemple de la Drôme : une étude de 2018 ¹ avait analysé le potentiel de ce département comme étant orienté cogénération compte tenu d'une dispersion de la ressource organique et des coûts élevés de raccordement au réseau.

VERS UN 100 % GAZ VERTS AU NIVEAU EUROPÉEN

L'Europe produit aujourd'hui 183 TWh de biogaz (dont 30 TWh sous forme de biométhane). Le potentiel estimé par l'initiative Gas for Climate ² pour le biogaz issu de la méthanisation en 2030 est estimé au double : 450 TWh/an, dont 30 TWh à partir de pyrogazéification, une valeur qui peut encore tripler d'ici 2050 pour atteindre 1 660 TWh/an de méthane renouvelable, avec 1 000 TWh de méthanisation et 660 TWh de gazéification.

Le chiffre estimé pour la France – 245 TWh/an, dont 175 TWh pour la méthanisation et 70 TWh pour la gazéification – est supérieur aux potentiel estimé par Solagro, soit respectivement 160 et 50 TWh pour un total de 210 TWh, mais les ordres de grandeur sont comparables.

Les estimations de Gas for Climate sont également un peu supérieures à l'objectif des 385 TWh en 2030 fixé par le Biomethane Industrial Partnership de septembre 2022.

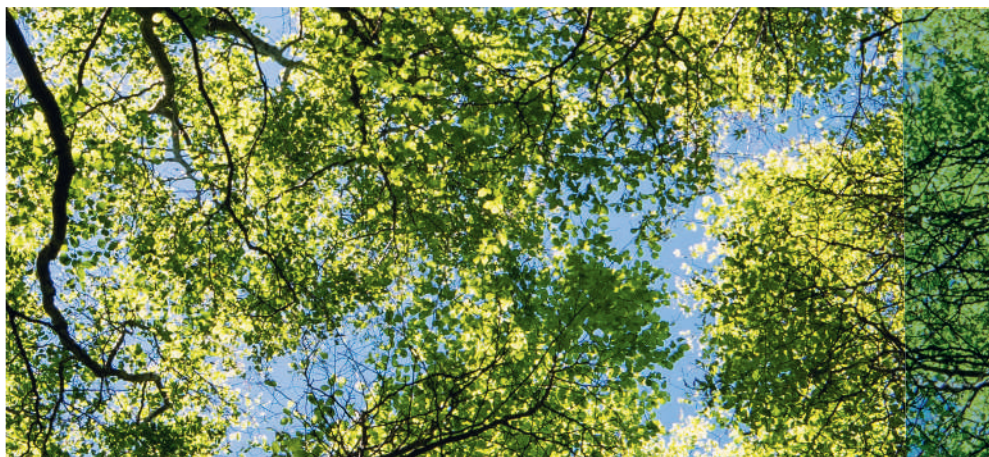
L'Union européenne consomme 3 900 TWh de gaz naturel aujourd'hui (2020) dont 36 % le bâtiment, 32 % pour la production d'électricité et de chaleur, 23 % pour l'industrie, et 9 % pour les autres usages énergétiques, les usages non énergétiques, l'agriculture.

Les potentiels estimés permettent donc d'atteindre l'objectif de 100 % de gaz renouvelable à condition de diviser par 2,5 la consommation actuelle de gaz.



¹ | Étude ADEME, GRDF, GRTGAZ - janvier 2018. "Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?"
<https://librairie.ademe.fr/ged/1554/france-independantemix-gaz-renouvelable-010503a-rapport.pdf>

² | Gas for Climate, 2022. Biomethane production potentials in the UE.
https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2023/12/Guidehouse_GfC_report_design_final_v3.pdf



▪ LES SCÉNARIOS « BIOGAZ » DANS LE MONDE

Selon l'IEA¹, la production mondiale de biogaz atteint 450 TWh, dont 40 % dans l'Union européenne. En Chine, où 45 millions de digesteurs, souvent familiaux ou communautaires, servent principalement des usages domestiques, les orientations gouvernementales visent désormais à encourager la cogénération. L'Inde, qui dispose également d'un important parc de digesteurs familiaux, encourage maintenant la filière biométhane. Aux États-Unis, en Europe, la majeure partie du biogaz est valorisée en cogénération ou production d'électricité, mais l'injection de biométhane se développe en Europe, et l'utilisation comme carburant aux États-Unis.

Le scénario Net Zero de l'IEA² compte sur une production de 1830 TWh de biogaz dans le monde d'ici 2030. Or les prévisions à 2028 ne sont que de 600 TWh (32 % de plus qu'en 2022), ce qui implique qu'il faudra significativement renforcer les politiques de soutien à la méthanisation pour atteindre les niveaux de déploiement compatibles avec le potentiel mondial identifié par la World Biogas Association.

La World Biogas Association³ estime le potentiel mondial de biogaz à 12 000 TWh (43 EJ), permettant d'économiser 3,8 milliards de tonnes équivalent CO₂.

¹ | International Energy Agency

² | IEA, Renewables 2023 - Analysis and forecasts to 2028
<https://www.iea.org/reports/renewables-2023/special-section-biogas-and-biomethane>

³ | <https://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2019/09/WBA-globalreport-56ppa4-digital-Sept-2019.pdf>



Malgré trois crises majeures, ils sont toujours debout !

Lundi 05 Décembre 2050

Récit d'un collectif d'exploitations céréalières du Loiret

En 30 ans, ces quatre exploitations céréalières auront tout connu, des mises en demeure du syndicat des eaux, à la fin des importations de fertilisants organiques depuis les Pays-Bas, en passant par la crise climatique des années 2039-2042. Diversification, méthanisation et gouvernance collective ont redéfini leur métier.

Cap sur une transition réussie !



Situées dans le Loiret, sur un bassin de captage d'eau potable, ces quatre exploitations céréalières totalisant 1 000 hectares ont amorcé, dans les années 2020, une mutation qui reste aujourd'hui un modèle de transition énergétique et agricole réussie.

Au début des années 2020, Justin Barthinot initie un collectif de fermes, afin de trouver des solutions pour répondre à la pression réglementaire et environnementale. Le syndicat des eaux menace de sanctions financières, voire d'une mise en demeure, il est urgent de réagir.

Deux des quatre fermes sont déjà converties à l'agriculture biologique. Les deux autres, en conventionnel, envisagent le changement mais peinent à passer le pas.

" Nous voulions être autonomes en fertilisants "

Leur premier objectif consiste à se détacher de leur dépendance massive aux importations de fumier de volailles en provenance des Pays-Bas.

« Nous savions que ce modèle n'était pas soutenable à long terme, nous voulions mettre en place un système plus autonome », se souvient Justin, à l'origine du collectif.

La victoire éclatante du Mouvement agriculteur-citoyen (BBB) aux élections provinciales néerlandaises de 2023, et ses conséquences quelques années plus tard sur le recul des exportations d'azote des Pays-Bas (en augmentant les plafonds de la directive nitrates et en redirigeant tous les flux vers leur usage national) donnera raison à ce collectif d'agriculteurs.

Pour améliorer la fertilité des sols et réduire la dépendance aux intrants extérieurs, les agriculteurs céréalières se tournent dans un premier temps vers l'introduction de la luzerne dans les rotations. Valorisée pour la production semencière ou la récolte de fourrage vendu à quelques éleveurs locaux, ces couverts de légumineuses jouent un rôle central dans la structuration du sol, le contrôle des adventices, la limitation de l'érosion et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique.

En 2030, les éleveurs se font de plus en plus rares. La plupart d'entre eux ont cessé leur activité. « Le fourrage ne trouvait plus de débouchés, explique Justin. Nous avons besoin de mettre en place d'autres méthodes agricoles pour survivre... ».

" Les CIVE fournissent des services écosystémiques non négligeables "

Après une journée technique organisée par la chambre d'agriculture sur la méthanisation, les agriculteurs décident de mutualiser leurs compétences et d'investir pour développer leur propre unité. C'est ainsi que naît « MéthAB », un collectif engagé pour la production d'énergie propre et la mise en œuvre de pratiques agroécologiques sur les exploitations.

Dimensionnée pour valoriser au départ 11 000 tonnes d'intrants par an, les céréalières trouvent avec cette unité un débouché pour la luzerne et les pailles de céréales.

En pratiquant le sur-semis de cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE), ils mettent en place une double récolte : un mélange herbe/luzerne au printemps valorisé en fourrages par le dernier éleveur de la commune, puis une à deux coupes supplémentaires valorisées avec la méthanisation, pour produire 120 Nm³/h de biométhane, soit l'équivalent de la consommation énergétique de 1 200 foyers. Le digestat produit, compatible avec l'agriculture biologique, remplace progressivement le fumier importé.

Cinq ans plus tard, en 2040, l'installation a gagné en puissance pour atteindre 170 Nm³/h. La ration s'est diversifiée avec l'intégration de biodéchets. Sollicités par les collectivités, les agriculteurs ouvrent un site de déconditionnement proche de l'agglomération voisine. Ils s'associent à un collecteur, Biorecycle, chargé de

prospector sur le territoire et de déployer les circuits de collecte. Après un démarrage compliqué, le succès est au rendez-vous : 2 autres méthaniseurs sont alimentés en soutes hygiénisées.

Au printemps 2040, 2 des 4 agriculteurs du groupe choisissent de monter une deuxième unité de méthanisation, sur le territoire voisin. Plusieurs agriculteurs voisins se montraient intéressés, les ressources étaient présentes en quantité mais aucun ne se sentait capable d'assurer le développement d'un tel projet.

2 ans après, ils ont finalement décidé de rejoindre la gouvernance, séduits par le retour d'expérience de leurs collègues. « Au départ, les riverains avaient des inquiétudes, notamment sur les odeurs et le bruit. Nous les avons invités à visiter notre première unité. En observant son fonctionnement, ils ont été rassurés. Cela a vraiment ouvert la discussion. »

Grâce à cette phase de concertation, un comité de suivi citoyen s'est instauré. L'insertion paysagère a fait partie des sujets débattus dans ce territoire de grandes plaines où le regard porte loin !

Avec plusieurs unités en gestion et toujours un intérêt accru pour la transition agroécologique, Justin conclut : « Mon métier d'agriculteur, aujourd'hui, va bien au-delà de la seule production de céréales. C'est aussi garantir la fertilité de mes sols, travailler sur les paysages, créer du lien social, comprendre le secteur de l'énergie... La terre demeure le socle, mais ces nouvelles missions ont donné une autre profondeur à mon métier.

Myriam Ballorin

UNE TRANSITION

en 4 étapes



Diversification des cultures et allongement des rotations



Diversification de la ration



Mise en place de la méthanisation collective

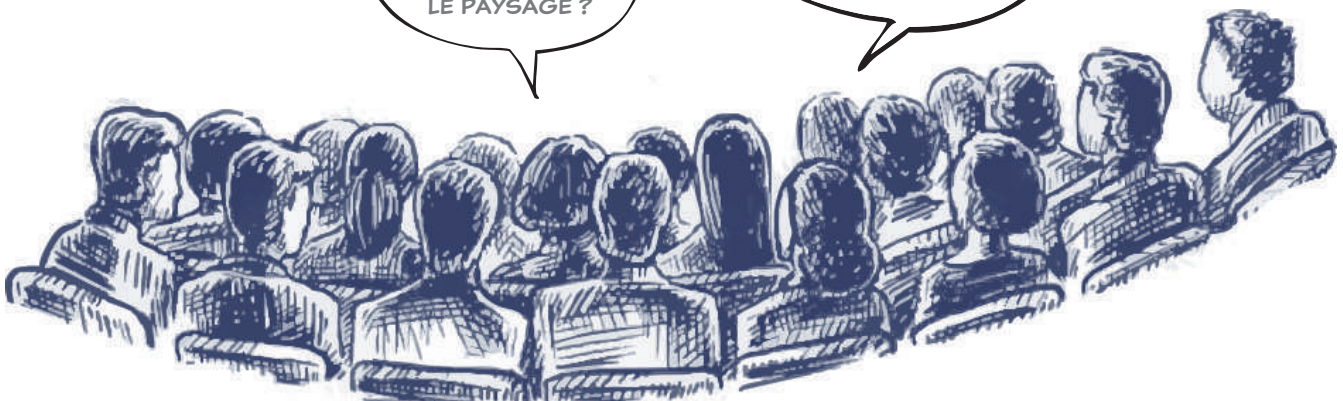


Diffusion et services aux voisins

L'IMPORTANCE DE LA PHASE DE CONCERTATION

COMMENT L'UNITÉ VA-T-ELLE S'INTÉGRER DANS LE PAYSAGE ?

EST-CE QUE ÇA NE RISQUE PAS DE SENTIR MAUVAIS ?





VERS UNE FILIÈRE DE QUALITÉ

VERS UNE FILIÈRE DE QUALITÉ

LE DIGESTAT

• UNE MATIÈRE À LA FOIS AMENDANTE ET FERTILISANTE

Le digestat est une matière à la fois amendante et fertilisante, qui s'utilise comme les autres « engrais de ferme » que sont les fumiers et lisiers. Ses propriétés amendantes (« nourrir le sol ») sont liées à sa teneur en matière organique, les propriétés fertilisantes (« nourrir la plante ») sont dues à sa teneur en nutriments.

Comme tous les engrais de ferme, l'utilisation du digestat fait l'objet de règles de l'art : période d'épandage, conditions météorologiques, portance des sols, dosage équilibré selon les besoins de fertilisation.

Le digestat a fait l'objet de nombreux travaux de recherche, compilés dans le programme FertiDig¹.

¹ | Programme FertiDig

<https://fertiliser-avec-des-digestats.fr/>



Quelques idées reçues sur le digestat

La méthanisation réduit-elle
la valeur fertilisante des
matières entrantes ?

NON

Le digestat peut-il être
utilisé en agriculture
biologique ?

OUI

Les sols qui reçoivent
du digestat sont-ils
appauvris en matière
organique ?

NON

Le digestat peut-il
remplacer les
engrais minéraux ?

OUI

Le digestat sent-il
mauvais ?

NON

Le digestat contient-il
encore de la matière
organique ?

OUI

Les digestats ont-ils
le même effet que les
lisiers de porcs sur les
vers de terre ?

OUI

▪ DIGESTAT, COMPOST, FUMIER, ENGRAIS ORGANIQUES ÉLABORÉS ? COMPARER CE QUI EST COMPARABLE

Chaque amendement ou fertilisant organique possède des caractéristiques propres. Tous ne sont pas utilisés pour les mêmes fonctions et ne sont pas issus des mêmes matières.

→ Le compost :

Le compostage est un procédé aérobie qui nécessite de l'aération. Il doit comporter suffisamment de matières ligneuses. Le procédé engendre la perte d'environ la moitié de la matière organique et une fraction très significative d'azote (environ 30%). Sa fonction principale est l'amendement des sols. On apporte du compost en agriculture lorsque l'on a besoin d'importantes quantités de matières organiques, mais de peu d'azote. C'est le cas de la vigne par exemple, souvent cultivée sur des terres pauvres en matière organique, et qui demande peu d'azote.

→ Les engrais organiques complexes:

Les besoins agricoles sont spécifiques à certains contextes. Leur coût élevé les réserve aux cultures à plus forte valeur ajoutée : jardinerie, arboriculture, maraîchage.

¹ I Sylvaine Berger, Louis Sicard (Solagro) - Sabine Houot, Florent LEVAVASSEUR (INRAE)
Étude Record 2022 - "Contribution des Produits Résiduels Organiques à la séquestration du carbone dans les sols"
https://solagro.org/medias/publications/f137_2022_rapport-record_sequestration-carbone-sols.pdf

Le compost de fumier représente 13 millions de tonnes par an en France. Le marché national des engrais organiques élaborés ne dépasse pas 500 000 tonnes. En comparaison, les fumiers et lisiers épandus à l'état brut représentent 110 millions de tonnes ¹.

Le digestat est en général utilisé comme les engrais de ferme : localement, en circuit court, sans transformation, à faible coût.

▪ TRANSFORMER LE DIGESTAT EN PRODUITS ÉLABORÉS ?

Il est possible de transformer le digestat pour produire des matières plus élaborées. La séparation de phase, qui permet de produire un digestat liquide d'une part, un digestat solide d'autre part, est la première étape et souvent la seule. Les propriétés des deux produits sont différentes, le liquide étant plus riche en azote ammoniacal, le solide plus riche en matière organique et en phosphore. Il est ainsi possible de mieux piloter la fertilisation en dissociant l'apport d'azote et celui du phosphore.



Des transformations plus poussées sont également possibles. Le digestat solide peut être ensuite composté, en le mélangeant avec un broyat de déchets verts ligneux. Il peut aussi entrer dans la formulation d'engrais organiques complexes. La fraction liquide peut aussi faire l'objet de traitements pour concentrer les nutriments et réduire les volumes à épandre. L'intérêt est de pouvoir épandre plus facilement. Ces opérations sont très techniques, énergivores, coûteuses et donc rarement justifiées.

Si un retour au sol de digestat brut, ou à défaut liquide/solide, représente très souvent le meilleur mode de valorisation, il est essentiel de veiller à un juste dimensionnement des ouvrages de stockage de digestat pour l'apporter au plus proche des besoins des plantes. Si la plupart des installations justifient au démarrage d'un stockage suffisant (6 à 8 mois), cette capacité de stockage a tendance à diminuer au fil des augmentations de capacité et de la sédimentation, engendrant un risque de sous-valorisation des unités fertilisantes contenues dans le digestat.



Digestat solide

LES EXTERNALITÉS ¹

■ ÉVALUATION MONÉTAIRE DES EXTERNALITÉS

L'évaluation des externalités de la méthanisation a fait l'objet de plusieurs travaux récents. Même s'il est très difficile de chiffrer les externalités, ces études donnent néanmoins des pistes de réflexion intéressantes et fournissent des ordres de grandeur.

Les externalités représenteraient une valeur comprise entre 35 et 86 €/MWh selon les filières, selon les postes pris en compte, et selon les études. Le poste le plus important sont les GES évités. D'autres postes peuvent également peser significativement : résilience des exploitations agricoles, économies d'engrais, emplois, qualité de l'eau.

Dans les bénéfices rarement soulignés, les industries agroalimentaires font partie des grandes gagnantes du développement de la méthanisation. Alors que nombre de sous-produits donnaient lieu à une redevance de traitement par des opérateurs du secteur des déchets, beaucoup de ces matières ont changé de statut pour devenir des co-produits recherchés pour leur potentiel méthanogène, et désormais achetés aux IAA (Industries Agro-Alimentaires), qui ont ainsi transformé des charges en recettes, avec des volumes non connus, mais vraisemblablement de l'ordre de la centaine de millions d'euros.

La production nationale de biométhane contribue au rééquilibrage de la balance commerciale : le gaz naturel est aujourd'hui totalement importé en France, pour une facture totale de 16 Md€ en 2023 ².

¹ Cette partie s'appuie en particulier sur les travaux du Comité Stratégique de Filière « Nouveaux Systèmes énergétiques » et notamment les livrables du Groupe de travail méthanisation et son sous-groupe *Externalités* :

> Août 2022. Impact de la méthanisation sur la résilience des exploitations agricoles

> Avril 2021. Impact des digestats de méthanisation sur la qualité de l'eau

> Avril 2021. Évaluation des bénéfices climatiques du biométhane

² ¹ Chiffres clés de l'énergie, SDES, 2024

▪ RÉSILIENCE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Les systèmes agricoles ayant recours à la méthanisation semblent offrir une plus grande résilience : ils disposent d'un plus grand nombre de stratégies de résistance et d'adaptation possibles, notamment grâce à la vente d'énergie, la valorisation supplémentaire des ressources agricoles et la production de digestat qui vient se substituer aux engrais minéraux. Les vulnérabilités identifiées sont liées à la charge de travail et aux antagonismes possibles entre recherche d'autonomie pour le méthaniseur ou pour l'atelier d'élevage. La conception des projets intègre désormais correctement le premier point, que les constructeurs tendent encore trop souvent à minimiser. En projets collectifs, les tâches peuvent être réparties en fonction des appétences de chacun. La répartition de la charge de travail est souvent vécue comme un avantage, avec une prise en charge du chantier d'épandage par le collectif. Par ailleurs, le projet de méthanisation donne fréquemment lieu à la création d'un emploi. Les exploitants peinent aujourd'hui à embaucher des personnes qualifiées et formées à la méthanisation ; cette relative pénurie de main d'oeuvre est également à relever dans les entreprises de construction (lots méthanisation et épuration). À ce titre, les offres de formation telles le CS RUMA dispensées par plusieurs établissements mériteraient d'être davantage diffusées. À ce propos, il faut souligner l'intérêt des solutions apportées par certains acteurs, tels Seya Emploi, sous forme de groupement d'employeurs pour mettre à disposition des exploitants des personnels qualifiés sur les sujets administratifs et maintenance notamment.

Le CSF² (Comité Stratégique de Filière) s'est penché sur la résilience apportée à une ferme par une unité de méthanisation en considérant différents cas-types : il a ainsi été démontré qu'un méthaniseur permettait "d'amortir, de façon très significative, la baisse de marge consécutive à un stress économique du type début du printemps 2022".

Le même constat a été dressé quant aux pratiques de fertilisation : "La présence d'un méthaniseur permet cependant de mieux faire face à cette augmentation de charges, grâce d'une part à la marge importante dégagée par le système global, du fait de la présence du méthaniseur, et d'autre part à la possibilité de recourir à du digestat en remplacement de l'azote minéral."



² | CSF, 2022. Impact de la méthanisation sur la résilience des exploitations agricoles

■ IMPACT SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

L'impact de la méthanisation sur la qualité de l'eau constitue une problématique complexe qui dépend fortement des contextes spécifiques tels que les pratiques agricoles ou les conditions pédoclimatiques. Toutefois, certains points font consensus parmi les experts et les scientifiques.

À quantité d'azote efficace équivalente et pour des pratiques d'épandage similaires, les digestats présentent un risque de lixiviation comparable à celui des fertilisants organiques classiques. Les risques de lixiviation sont principalement influencés par les pratiques agricoles en place. L'introduction d'une unité de méthanisation peut également modifier les pratiques d'épandage dans les zones concernées : comme illustré par les membres du CSF dans leur rapport sur l'impact des digestats sur la qualité de l'eau¹, les situations d'excédent structurel en phosphore peuvent être résolues grâce à l'intégration des élevages dans une unité de méthanisation collective, et l'export de l'excédent sous forme de digestat solide.

Le cas de l'unité de méthanisation de Rivergaz sur la commune de Maulévrier (49) illustre concrètement cette dynamique. Porté par 74 agriculteurs confrontés à des excédents chroniques de phosphore dans le bassin versant Ribou-Verdon, ce projet de méthanisation collective intègre un traitement poussé des digestats. Par une double séparation de phase (presse à vis puis centrifugation), l'unité extrait annuellement 55 tonnes de phosphore sous forme solide, exportées hors du territoire. Cette technicité agro-industrielle permet de découpler la gestion des nutriments : les éleveurs maintiennent leur activité tout en respectant les plafonds d'épandage locaux. Le digestat liquide résiduel, épandu sur 3 200 ha avec un suivi rigoureux, devient un fertilisant équilibré tandis que le phosphore excédentaire trouve un débouché dans des régions déficitaires. Cette circularité territoriale transforme un problème environnemental en ressource, comme le montrent les premiers retours d'expérience sur la qualité des eaux superficielles.

Cette réduction de la pollution des eaux pourrait donner lieu à un financement de cette externalité par la communauté des utilisateurs de l'eau, dont les intérêts sont représentés par les Agences de l'Eau. Toutefois le rapport CGEDD/CGAAER², remis en 2021 évoque l'absence de constat d'amélioration de la qualité de l'eau par les Agences de l'Eau, et donc la difficulté de rémunérer à ce jour ce type d'externalités.

Par ailleurs, il est reconnu qu'une couverture végétale des sols durant l'hiver constitue une solution efficace pour limiter la lixiviation de l'azote. En France, la méthanisation peut favoriser l'intégration de CIVE, ce qui contribue à diversifier les rotations culturales au sein des exploitations agricoles.

Des accidents et incidents liés à des débordements de cuves de digestats ont conduit à renforcer la réglementation sur les installations de méthanisation, avec la mise en place d'une capacité de rétention suffisante et étanche.

¹ | CSF, 2021. Impact des digestats de méthanisation sur la qualité de l'eau

² | CGEDD/CGAAER, 2021. Modalités de prise en compte des externalités du biogaz



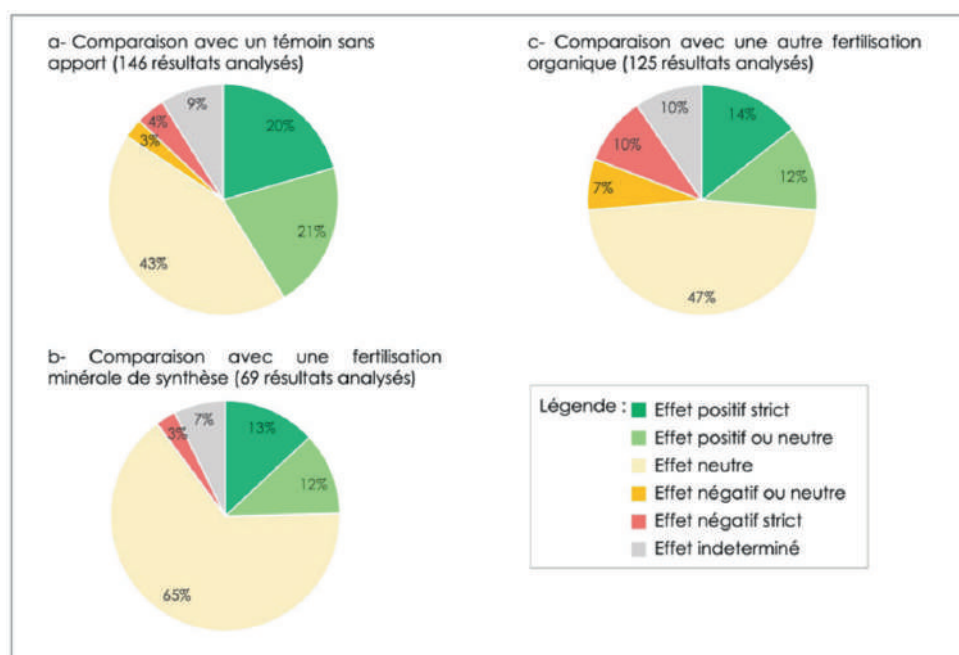
MAÎTRISER LES IMPACTS SUR LE VIVANT (MICRO ET MACRO-FAUNE)

La méthanisation soulève des questions légitimes quant à ses impacts sur la biodiversité.

La maîtrise de ces effets sur la micro et macro-faune est cruciale pour assurer la durabilité de la filière. Au niveau de la micro-faune, l'attention se porte sur les communautés microbiennes du sol. Les digestats issus de la méthanisation, utilisés comme fertilisants, peuvent modifier la composition et l'activité de ces micro-organismes. Des études récentes montrent qu'une application contrôlée peut stimuler la diversité microbienne, améliorant ainsi la fertilité des sols, d'autres études montrent une absence d'impacts.

Concernant l'effet sur la biodiversité du sol (activité microbienne et enzymatique), dans la méta-analyse la plus récente¹, il est montré que 3/4 des études concluent à un effet positif ou neutre :

« Cinquante-six articles publiés depuis 2008 ont été recensés et analysés afin de tirer des tendances générales et des pistes de recherche qui nécessitent d'être explorées. Ils renseignent les effets des digestats sur 23 paramètres microbiens. La moitié des résultats recensés indiquent un effet neutre des digestats et 7 % un effet négatif. Un quart des résultats montre un effet plus stimulant des digestats sur la qualité microbiologique du sol que d'autres fertilisations organiques, alors que 17 % signalent une stimulation inférieure. Au-delà de ces résultats, notre étude a mis en évidence un manque important d'études à long terme et de mesures aux champs dans des conditions agro-pédologiques variées. Certaines questions, comme l'effet du type d'intrants ou la vulnérabilité de certains types de sol, restent en suspens et nécessitent des efforts de recherche. »



¹ I Battle Karimi et al., 2022
https://aile.asso.fr/wp-content/uploads/2023/02/EGS_2023_30_Karimi_169-194.pdf

Figure 26. Impact des digestats sur la qualité microbiologique des sols

Source : JRI 2022, Battle Karimi (NOVASOL)

Concernant la macrofaune, les impacts potentiels concernent principalement les insectes, les oiseaux et les petits mammifères. L'implantation d'unités de méthanisation peut perturber leurs habitats. Cependant, des mesures d'atténuation, telles que la création de corridors écologiques ou la préservation de zones tampons, permettent de limiter ces effets.

Au-delà de ces mesures d'évitement et de réduction, il faudrait réfléchir à des mesures de compensation en lien avec les impacts négatifs résiduels. Cette mesure serait de nature à améliorer l'acceptabilité des projets de méthanisation.



Proposition N°4



DÉCRYPTAGE - MÉTHANISATION

Incidences sur la biodiversité et ses habitats

La récente publication¹ de l'Office français de la biodiversité (OFB) sur la méthanisation analyse de manière approfondie les impacts de cette filière sur la biodiversité, en particulier sur la microfaune et la macrofaune du sol. Elle propose une série de recommandations pour maîtriser ces incidences.

1. Adapter les pratiques d'épandage des digestats

→ **Fractionner les apports** : Éviter les apports massifs en une seule fois pour limiter les risques de lessivage et de pollution, et permettre une meilleure assimilation par la faune et la flore du sol.

→ **Choisir les périodes favorables** : Privilégier les périodes où l'activité biologique du sol est maximale (hors périodes froides ou trop sèches)

→ **Privilégier l'enfouissement rapide** : Limiter les émissions d'ammoniac et les odeurs, et réduire les risques de ruissellement vers les milieux aquatiques.

2. Diversifier les intrants et maintenir des apports de matière organique brute

→ **Alterner les types de matières** : Utiliser un mélange de résidus de cultures, de fumiers, de lisiers et de cultures intermédiaires pour garantir une diversité de substrats, essentielle à la diversité microbienne et à la macrofaune.

→ **Conserver des apports de matière organique non méthanisée** : Laisser une part de résidus ou de fumier brut pour nourrir la macrofaune (vers de terre, insectes), qui a besoin de matière plus structurée que le digestat.

3. Préserver et restaurer les infrastructures agroécologiques

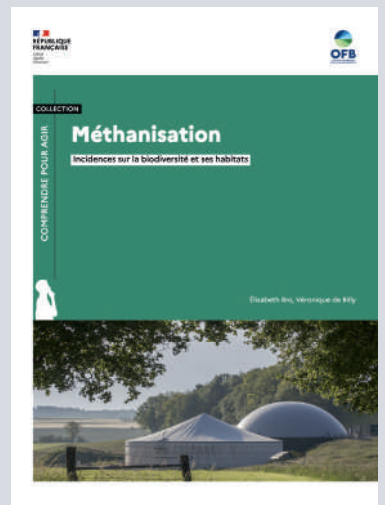
→ **Maintenir des haies, bandes enherbées, zones humides** : Ces éléments du paysage servent de refuges, de corridors écologiques et de zones de reproduction pour de nombreuses espèces de la faune terrestre et aquatique.

→ **Limiter la fragmentation des habitats** : Adapter le plan d'épandage pour éviter de détruire ou de dégrader ces infrastructures.

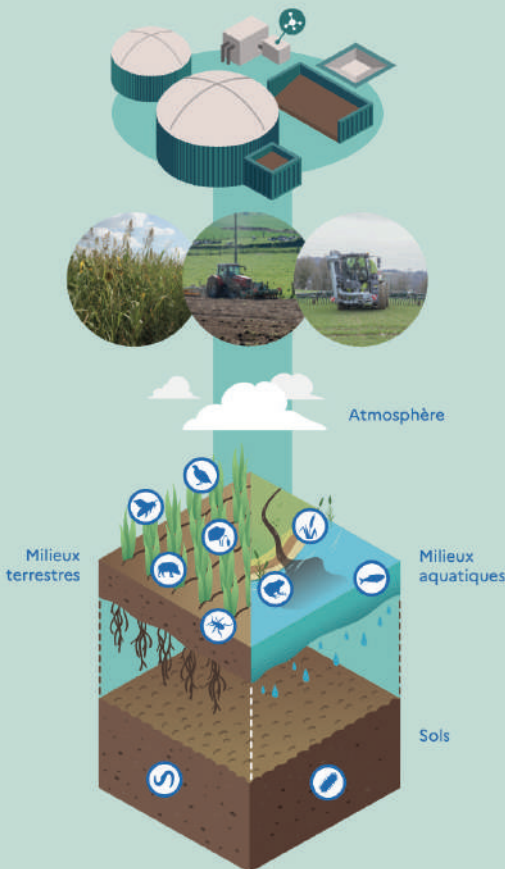
4. Mettre en place un suivi écologique régulier

→ **Utiliser des indicateurs biologiques** : Suivre l'évolution de la biomasse microbienne, la diversité des vers de terre, ou encore la présence de certains insectes bioindicateurs.

→ **Collaborer avec des experts** : Faire appel à des organismes spécialisés (OFB, chambres d'agriculture, associations naturalistes) pour évaluer les effets à moyen et long terme.



¹ | OFB, 2025. Méthanisation. Incidences sur la biodiversité et ses habitats



5. S'inscrire dans une démarche agroécologique globale

→ Favoriser la rotation des cultures et les couverts végétaux :

Ces pratiques soutiennent la biodiversité du sol et réduisent les risques de maladies ou de déséquilibres biologiques.

→ **Réduire la pression chimique** : Limiter l'utilisation d'engrais minéraux et de pesticides pour préserver la microfaune et la macrofaune.

6. Former et sensibiliser les acteurs

→ **Proposer des formations spécifiques** : Sur la gestion des digestats, les enjeux de la biodiversité du sol et les bonnes pratiques agricoles.

→ **Favoriser la concertation locale** : Impliquer les riverains, les associations environnementales et les collectivités dans la définition et le suivi des projets.

Illustration schématique de la relation entre méthanisation et biodiversité
Réalisation : Camille Dégardin

Source : OFB, 2025. Méthanisation. Incidences sur la biodiversité et ses habitats

LES DIRECTIVES SUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET LA DURABILITÉ DES BIOÉNERGIES

Les directives RED II et RED III (Renewable Energy Directive) adoptées par l'Union européenne en 2018 et 2023 fixent 3 critères pour qu'une installation de bioénergie ou de biocombustible d'une certaine taille puisse être considérée comme durable. Ainsi, elle peut être comptée dans les objectifs de production d'énergie renouvelable européens et bénéficier des dispositifs de soutien existants dans les différents pays. Elle doit à la fois respecter les critères de durabilité sur les ressources, d'émissions de GES, et d'efficacité énergétique. En pratique, ces critères excluent le recours aux cultures énergétiques de première génération, qui est déjà limité par la loi en France. Ils imposent une conception et une exploitation des ouvrages qui incite à récupérer au maximum le méthane en couvrant les ouvrages de stockage, et de façon générale à minimiser les impacts sur l'environnement et les consommations d'énergie. Chaque installation soumise aux obligations de RED III doit faire l'objet d'une certification indépendante.

Les directives RED II et RED III ont un impact significatif sur la filière méthanisation, en particulier sur la conception des installations :

→ Optimisation de l'empreinte GES :

Les nouvelles exigences poussent les concepteurs à repenser leurs installations pour minimiser les émissions. Cela implique l'adoption de technologies plus efficaces, l'amélioration de l'isolation thermique, et l'optimisation des processus de digestion anaérobie.

→ Valorisation du bioCO₂ :

La capture et l'utilisation du CO₂ biogénique issu de l'épuration du biogaz devient un axe majeur de développement pour optimiser l'empreinte des installations.

→ Traçabilité des intrants :

La directive RED impose une traçabilité irréprochable des intrants utilisés dans le processus de méthanisation. Cela nécessite la mise en place de systèmes de suivi précis, permettant de tracer l'origine de chaque intrant jusqu'à sa parcelle ou son lieu de production.

Bien que perçues initialement comme des contraintes, ces réglementations offrent des opportunités d'amélioration pour la filière méthanisation :



→ **Amélioration de la durabilité** : En imposant des critères stricts, RED II et III poussent la filière vers une plus grande durabilité, renforçant sa légitimité et son acceptabilité sociale



→ **Innovation technologique** : Les exigences en matière de réduction des GES stimulent l'innovation, conduisant au développement de technologies plus performantes et efficaces



→ **Professionnalisation de la filière** : La nécessité de se conformer à ces réglementations encourage une plus grande professionnalisation des acteurs, avec l'adoption de meilleures pratiques de gestion et de suivi

L'ensemble de ces opportunités justifierait un élargissement de l'obligation de certification RED à toutes les nouvelles installations, sauf les plus petites (moins de 5 GWh/an).



Proposition N°1

Cette réglementation, encore trop souvent méconnue des exploitants, est pourtant clé car elle a vocation à terme à concerner l'ensemble des installations du fait de la montée en puissance de la commercialisation du biométhane sous CPB (Certificat de Production de Biogaz) : pour qu'une installation de production de biométhane soit éligible au dispositif des CPB, elle doit respecter les dispositions de la directive européenne RED II. Avec l'application de RED III, l'impact sera renforcé, notamment sur la conduite des cultures : le poids de la fertilisation des CIVE et des cultures principales devrait fortement réduire le recours aux cultures principales et limiter le rendement des CIVE du fait d'itinéraires techniques plus sobres (réduction des intrants notamment).

MAÎTRISER LES FUITES DE MÉTHANE

Une unité de méthanisation est formée d'un ensemble d'ouvrages de stockage (intrants, digestat), de digestion, associés à des équipements de stockage et valorisation du biogaz (gazomètre, épurateur, torchère, chaudière). Ce type d'installation peut être source de fuites de gaz dues à un défaut d'étanchéité au niveau des raccordements notamment.

Les prescriptions qui découlent de la réglementation ICPE¹ en vigueur détaillent les mesures visant à maîtriser ces fuites dont l'effet est de dégrader le bilan environnemental, énergétique et financier de l'installation, sans parler du risque associé.

Ainsi, l'exploitant est tenu de détecter ces fuites en les localisant et de les corriger : la réglementation en vigueur en 2025 impose un contrôle semestriel de l'étanchéité des installations et ce, dès le démarrage du site.

Selon une récente étude du JRC (Joint Research Centre), la majorité des sites se caractérise par un niveau de fuites entre 0,5 et 6% avec une valeur moyenne de 5%. Cette valeur correspond à la valeur retenue pour les évaluations du GIEC.

¹ | ICPE - Installations classées pour la protection de l'environnement



Plusieurs dizaines de sites de toutes natures ont été inspectés en France depuis 2017 dans différentes campagnes de mesures. Elles ont montré que les émissions fugitives sont, dans les deux tiers des cas, provoquées par la maintenance : elles sont donc simples à rectifier.

À l'inverse, les 30% restants sont le fait de fuites découlant de la conception de l'unité et sont donc plus difficiles à corriger : c'est pourquoi le label Qualiméthana impose le passage d'une caméra infrarouge pour vérifier l'absence de fuites de gaz avant réception.

Un point d'attention particulier doit néanmoins être porté sur l'augmentation de la capacité de traitement des unités de méthanisation qui réduit le temps de séjour en digestion : de manière à éviter les pertes de méthane au stockage, un suivi annuel du pouvoir méthanogène résiduel pourrait être imposé pour s'assurer qu'il reste inférieur à 5 Nm³ CH₄/t MB.



Proposition N°1C

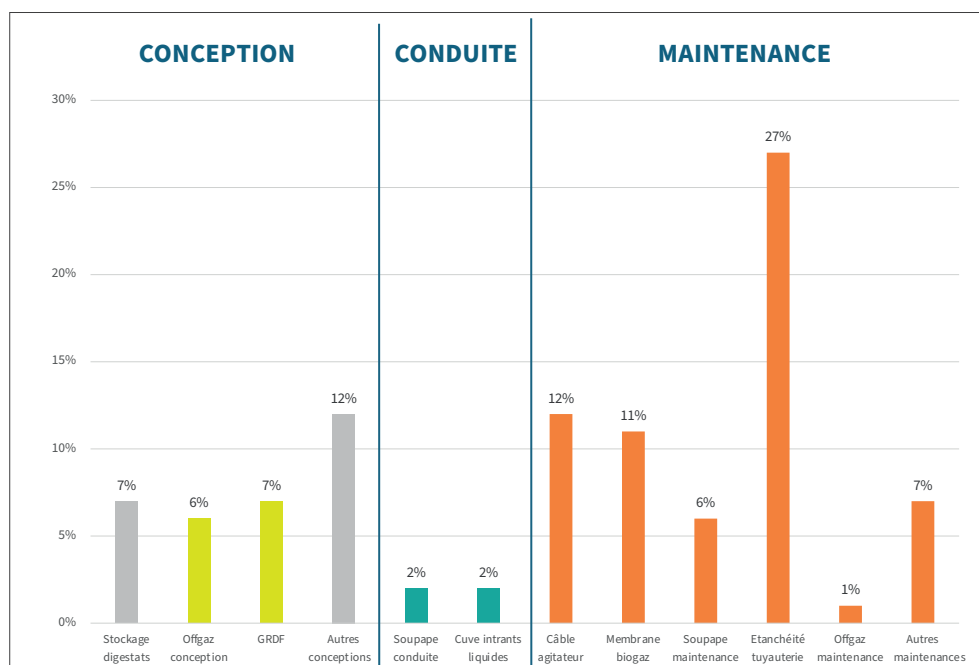


Figure 27. Répartition des émissions en fonction du matériel

Source : Webinaire AURA-EE « Émissions fugitives de biogaz en méthanisation, bonnes pratiques pour les repérer et les limiter », 5/07/22.



Au-delà de ces fuites de gaz, la révision de la rubrique ICPE 2781 impose dès 2025 de limiter la perte de biométhane dans les gaz pauvres à 0,5% du volume total du biométhane produit, pour les sites de plus de 50 Nm³/heure.

Avec une production de 150 TWh en 2050, l'enjeu de réduire les fuites de méthane est important : 150 TWh correspond à une production de 10 millions de tonnes de méthane. À raison de 1,5 % de taux de fuite et un PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) de 28, elles représenteraient en effet 4 millions de tonnes équivalent CO₂ par an.

Rappelons que les émissions de méthane liées à la production actuelle de 4200 milliards de m³ de gaz fossile génèrent aujourd'hui environ 37 millions de tonnes de méthane, soit un taux d'émission moyen de 1,2 %. En termes d'empreinte, l'approvisionnement de la France en gaz fossile contribue à émettre 8,5 MtCO₂eq. La diminution des volumes consommés diminue mécaniquement les fuites. Il est possible et nécessaire d'aller plus loin et de viser le plus faible taux de fuites possible.

BILAN GES

Le facteur d'émission du biométhane est estimé entre 23 et 44 gCO₂/kWh, contre 227 g pour le gaz naturel. La directive européenne RED II impose des valeurs maximales d'émission de 58 g/kWh pour des usages chaleur et de 119 g/kWh pour des usages transport.

¹ | Directive (UE) 2018/2001 du parlement européen et du conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables

² | Évaluation des impacts GES de l'injection du biométhane dans le réseau de gaz naturel, Quantis, ENEA pour GRDF, 2017 des exploitations agricoles

³ | Évaluation multi-indicateurs des impacts environnementaux de l'injection du biométhane dans les réseaux de gaz naturel à travers une combustion en chaudière pour la production de chaleur, Approches par allocation et par substitution avec extension de frontières, Agrosolutions, 2023

TITRE	RÉFÉRENCE	ANNÉE	MÉTHODOLOGIE ACV	g eq CO ₂ / kWh PCI	g eq CO ₂ / MJ PCI
FE Gaz naturel France continentale	Base Carbone® - GRTgaz, TIGF, STORENGY, GRDF, ELENGY)	2015	Extraction/production de gaz jusqu'à utilisation chez le consommateur en France métropolitaine	227	63
Combustible de référence - Usage Chaleur	Directive Commission Européenne ¹	2020 2025	RED II-RED III	288	80
Seuil Biométhane Usage chaleur > 2026	Directive Commission Européenne ¹	2020 2025	RED II-RED III	58	16
Combustible de référence - Usage Transport	Directive Commission Européenne ¹	2020 2025	RED II-RED III	338	94
Seuil Biométhane Usage Transport	Directive Commission Européenne ¹	2020 2025	RED II-RED III	119	33
Bilan GES Biométhane Moyen	Quantis, ENEA ²	2017	ACV Multifonctionnelle - Substitution des impacts évités	23	6
Bilan GES Biométhane Agricole&Territorial	Quantis, ENEA ²	2017	ACV Multifonctionnelle - Substitution des impacts évités	35	10
Bilan GES Biométhane Moyen - Intégration Base Carbone®	Agro-solutions ³	2023	Approches par allocation et par substitution avec extension de frontières	41,64	12
Bilan GES Biométhane Agricole autonome	Agro-solutions ³	2023	Approches par allocation et par substitution avec extension de frontières	43,56	12
Bilan GES Biométhane Agricole territorial	Agro-solutions ³	2023	Approches par allocation et par substitution avec extension de frontières	43,2	12
Bilan GES Biométhane Industriel territorial	Agro-solutions ³	2023	Approches par allocation et par substitution avec extension de frontières	45,2	12

Tableau 7 .
Synthèse des différentes valeurs de facteurs d'émissions pour le gaz naturel et le biométhane

Source : Solagro

Dans le cas de la méthanisation, le CO₂ émis lors de la combustion du biogaz est dit biogénique car il provient de la biomasse récente, c'est-à-dire de matières organiques qui ont absorbé du CO₂ atmosphérique lors de leur croissance. Contrairement au CO₂ issu des énergies fossiles, ce carbone fait partie d'un cycle court : le CO₂ relâché est en grande partie réabsorbé par de nouvelles plantes, ce qui limite son impact sur l'augmentation du CO₂ atmosphérique. Ainsi, sous réserve d'une gestion durable des ressources, ce CO₂ ne contribue pas à l'effet de serre anthropique de la même manière que le CO₂ fossile, car il n'augmente pas le stock global de carbone dans l'atmosphère.

TAUX DE RETOUR ÉNERGÉTIQUE

■ UN BILAN ÉNERGÉTIQUE TRÈS FAVORABLE

Évaluer la pertinence énergétique de la méthanisation passe par l'évaluation du «taux de retour énergétique» (TRE - EROI en anglais). Cet indicateur est construit en faisant le rapport de l'énergie produite utilisable sur l'énergie investie (utilisée). Le TRE est généralement utilisé pour s'assurer qu'une chaîne de production d'un vecteur énergétique permet bien de produire plus d'énergie qu'elle n'en consomme, en recherchant un TRE supérieur à 1.

$$\text{TRE} = \frac{\text{Énergie finale utilisable} \quad (\text{Biométhane injecté, BioGNV excédentaire, Électricité vendue, chaleur vendue})}{\text{Énergie primaire investie} \quad (\text{Utilisée})}$$

« Grâce à la méthanisation, on atteint 80 à 90 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre. »

¹ | ADEME, EVEA, ESNOUF Antoine, WOLFF Héloïse, HUBERT Denis, THUAL Julien, EGLIN Thomas, 2023. Outil DIGES 3 – Évaluation environnementale d'une unité de méthanisation – rapport méthodologique. 82 pages.

LES RÉSULTATS DES TAUX DE RETOUR ÉNERGÉTIQUE POUR LA COGÉNÉRATION ET L'INJECTION

L'analyse des données consolidées pour 84 unités de méthanisation (55 en injection et 29 en cogénération), enquêtées en 2025 pour l'étude DIGES3 de l'ADEME ¹ par le groupement Solagro, AILE et l'AAMF, conclut aux résultats suivants : le TRE moyen s'élève à 3,2 pour l'injection et à 4,5 pour la cogénération, c'est-à-dire qu'un site de méthanisation permet de produire 3 à 4,5 fois plus d'énergie qu'il n'en consomme (méthode TRE = Énergie finale/Énergie primaire avec CEPelec actuel de 3,2).

En se projetant dans une situation future où l'électricité serait produite à partir de source renouvelable (éolien, solaire) sur le territoire français, avec un CEPelec de 1,3, le TRE des unités de méthanisation doublerait et passerait à 6,5 pour l'injection et 8,4 pour la cogénération.

Pour les sites en injection, la part la plus importante des postes de dépenses d'énergie finale est dédiée à l'épuration du biogaz (procédé membranaire principalement). Pour les sites en cogénération, elle concerne la consommation d'électricité pour le méthaniseur et le diesel pour la production et le transport des intrants.



Postes de dépenses d'énergie finale	Types d'énergie consommée	Unité en cogénération	Unité en injection
Intrants (production + transport)	Diesel, électricité	38%	21%
Méthaniseur	Électricité	38%	33%
Valorisation du biogaz	Électricité	5%	41%
Valorisation des digestats	Diesel	19%	5%

Tableau 8. Répartition des différents postes de consommation d'énergie d'unités de méthanisation en cogénération et en injection, en % (en énergie finale)

Source : Solagro issu de l'analyse de données enquêtes DIGES 3

LE COEFFICIENT DE CONVERSION EN ÉLECTRICITÉ PRIMAIRE POUR L'ÉLECTRICITÉ (CEPELEC)

Ce coefficient est impactant sur les résultats finaux, notamment dans les cas des unités en injection de biométhane, consommatrices d'électricité pour l'épuration du biogaz. Ce coefficient est particulièrement élevé en France où la production d'énergie reste dominée par les centrales thermiques, en particulier nucléaire avec des rendements de l'ordre de 33%. Le CEP s'élève, dans la situation actuelle, à environ 3,2. Il diminuerait à hauteur de 1,3 environ dans une situation future (1,3 dans le scénario négaWatt - mix 100% renouvelable ou 1,4 pour le mix européen à l'horizon 2050 tel que proposé dans REPowerEU¹). L'utilisation d'un CEPelec plus faible améliore le TRE des unités de méthanisation qui ont une consommation importante d'électricité.

¹ | Commission européenne, 2023, Support to Primary Energy Factors Review (PEF)

² | ADEME, EVEA, ESNOUF Antoine, WOLFF Héloïse, HUBERT Denis, THUAL Julien, EGLIN Thomas, 2023. Outil DIGES 3 – Évaluation environnementale d'une unité de méthanisation – rapport méthodologique. 82 pages.

MÉTHODE DE CALCUL DU TRE AVEC DIGES 3

Il existe plusieurs méthodes pour le calcul du TRE. En France, aujourd'hui, le calcul du TRE pour la méthanisation peut être réalisé au moyen de l'outil DIGES 3², développé pour l'ADEME et diffusé au niveau national. Il se réfère à la méthode suivante :

L'énergie investie est la somme des postes de dépenses énergétiques :

- Énergie consommée pour l'ensemble des itinéraires techniques liés notamment à la culture des CIVE
- Énergie consommée pour le transport des matières entrantes
- Énergie consommée pour les prétraitements en amont de la digestion : broyage, pré-mélange, etc
- Énergie consommée par le processus de digestion
- Énergie consommée par l'épuration du biogaz, les équipements périphériques tel le traitement de l'air
- Énergie grise liée à la construction des infrastructures

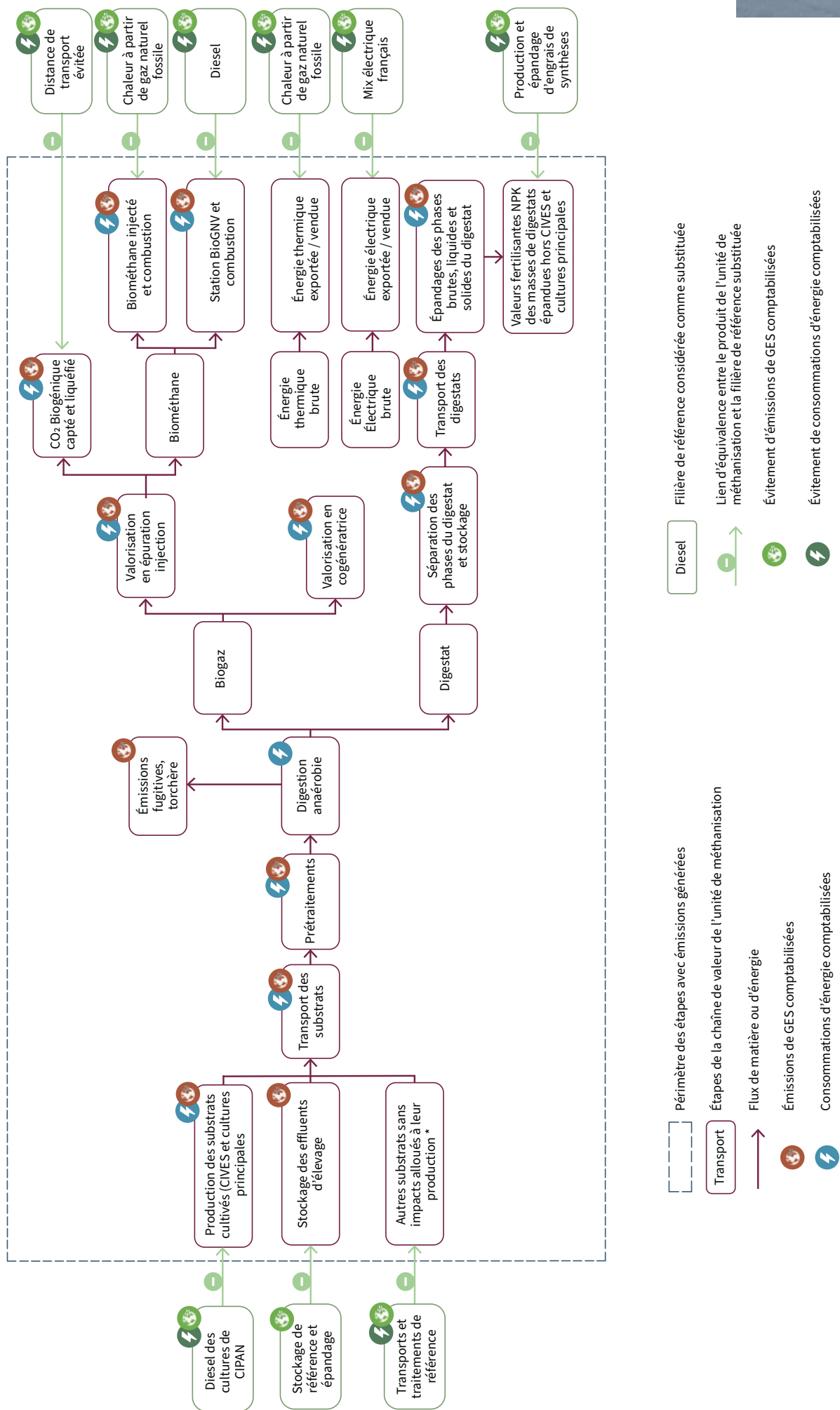


Figure 28. Étapes considérées dans les bilans énergie GES de l'outil DIGES 3

Source : ADEME, EVEA, 2023

LIMITES DE L'INDICATEUR TRE

Vérifier que le TRE de ces filières est largement supérieur à 1 est important mais la recherche d'un TRE le plus élevé possible n'est pas toujours pertinent. Il s'agit d'un indicateur parmi d'autres qu'il faut considérer (rendement, coûts de production, potentiel de ressources durables, maturité, impact sur l'environnement...).

En effet, obtenir un TRE le plus élevé possible n'est pas nécessairement une fin en soi et peut s'avérer inconséquent, comme par exemple le fait d'autoproduire de l'électricité à partir de biogaz et l'autoconsommer sur un site de production de biométhane. Dans ce cas, bien que l'on augmente énormément le TRE, cette solution n'est pas pertinente car l'on réduit fortement la production de biométhane afin de produire de l'électricité. Or il existe en France d'autres moyens de production d'électricité renouvelable, avec des TRE plus élevés (photovoltaïque par exemple), des potentiels de ressources plus importants (éolien et photovoltaïque) et des coûts de production plus faibles.

▪ LE POSTE « TRANSPORT », UNE DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE À RELATIVISER

Le transport des matières est souvent jugé très énergivore. Mais un camion qui transporte 20 tonnes de matières, dont le potentiel méthanogène est de 13 m³/tonne, comme c'est le cas du lisier, transporte l'équivalent de 260 litres de carburant. S'il consomme 40 litres pour 100 km, le transport sur une distance de 5 km consomme 3 à 4 % du contenu énergétique, dans l'hypothèse défavorable d'un retour à vide, et en comptant double pour le transport du digestat.

On atteint ce seuil de 3-4 % avec une distance de 20 km pour des matières plus méthanogènes comme les CIVE ou les fumiers pailleux ; de 100 km pour des pailles.

Pour des matières très méthanogènes, comme certains co-produits des industries agro-alimentaires, le transport sur 400 km ne consomme que 6 % du potentiel énergétique (dans ce cas le digestat est épandu localement). Cette situation se présente lorsqu'il n'existe pas suffisamment de capacités de méthanisation localement. On observe régulièrement des situations où les déchets des industries agro-alimentaires voyagent sur de longues distances, y compris vers des pays voisins comme la Belgique, avec des situations de concurrence réelles, mais qui portent sur des volumes faibles globalement. Avec un maillage plus dense, ces situations disparaîtront.



3 à 4,5 fois plus
d'énergie produite que
d'énergie consommée
aujourd'hui
et de 7 à 8 fois plus
dans le cas d'un mix
français électrique
100% renouvelable



Rayon de collecte (km)	13 m ³ CH ₄ /t MB (lisier, boues...)	60 m ³ CH ₄ /t MB (CIVE...)	180 m ³ CH ₄ /t MB (paille...)	250 m ³ CH ₄ /t MB (graisses...) (épandage du digestat localement)
5	3%	1%	0%	
10	6%	1%	0%	
20	12%	3%	1%	
40		5%	2%	
100			4 %	2 %
400				6 %

Tableau 9. Ratio énergie consommée par le transport / énergie contenue dans la matière transportée

Source : Calculs réalisés par Solagro

Hypothèses : transport de 20 m³ de matière première par camion, et de 20 m³ de digestat ; 40 litres de carburant / 100 km ; retour à vide.

▪ DEMAIN, DE NOUVELLES STRATÉGIES DE GESTION DE L'ÉNERGIE

Aujourd'hui, les digesteurs bien conçus (récupération des calories sur les compresseurs et suffisamment isolés) ne consomment pas ou très peu de biogaz pour le maintien à température (autour de 37°C en mésophile, 55°C en thermophile).

Pour les autres cas ou dans des situations plus fréquentes de canicules à moyen terme, il est probable que l'utilisation de l'électricité pour le chauffage ou le refroidissement des digesteurs/stockage, via des pompes à chaleur, soit le plus efficace.

Compte tenu de la forte inertie du système, les unités de méthanisation pourront même moduler leur consommation en privilégiant les périodes de surplus électrique, offrant ainsi un service au système électrique. Le biométhane sera injecté sur le réseau en intégralité au lieu d'être utilisé pour chauffer les digesteurs.

La consommation totale du parc de digesteurs sera en effet non négligeable, elle est estimée à 12 TWh par an en 2050 dans le scénario négaWatt. Il est possible de réduire cette consommation en mobilisant différents leviers d'efficacité énergétique.

ACCIDENTOLOGIE

Les accidents sur les installations de méthanisation ne sont pas plus graves ou plus fréquents que pour d'autres activités. L'accident de Châteaulin, qui a vu 180 000 personnes privées d'eau potable pendant plusieurs jours, reste exceptionnel. Il a donné lieu à des sanctions et contribué à renforcer la réglementation. La plupart des accidents observés ont généré des impacts faibles.

La base de données ARIA du BARPI ¹ recense les incidents et accidents survenus sur les installations technologiques. Pour la rubrique 2781 concernant les unités de méthanisation, elle indique près de 200 événements survenus en France depuis 2007. La moitié de ces incidents (101) n'ont donné lieu à aucun dommage humain (H), environnemental (EN), économique (EC) ou matériel (M). 40 % des incidents ont donné lieu à des dégâts légers classés 1 : essentiellement des impacts environnementaux (rejets de matières) ou matériels. 26 incidents ont causé des dégâts plus sérieux, classés 2 ou 3. Un incident a été classé 6 (rejets importants de gaz en contexte de canicule) et un autre classé 7 (importante pollution d'un cours d'eau ayant entraîné l'arrêt de l'approvisionnement en eau potable pour 180 000 personnes).

¹ | Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels dépend du Ministère de la Transition Ecologique. La base ARIA est disponible sous <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

Indice de gravité	H	EN	EC	M	ENSEMBLE
0	197	160	204	157	101
1	8	47	4	40	79
2	2	2	0	7	16
3	2	1	1	5	10
6	1	0	0	1	2
7	0	0	0	0	1

Tableau 10. Nombre d'incidents et accidents survenus au sein des unités de méthanisation en France, suivant le type de dommage, depuis 2007

Source : Base de données ARIA du BARPI



QUELQUES RAPPORTS D'INCIDENCE...

[ARIA 52469] Accident de gravité 0

Vers 8 h, des fumées sont constatées dans un casier contenant des issues de céréales, stockées en tant qu'intrants d'une installation de méthanisation, entrées en auto-échauffement. Les pompiers sont appelés et arrosent les issues. 80 t d'intrants sont évacuées sur un autre site, ils sont réintroduits dans le méthaniseur le mois suivant.

[ARIA 59015] Accident de gravité EN = 1

Environ 1 tonne de jus d'ensilage d'herbe d'une installation de méthanisation, se déverse dans un cours d'eau via une canalisation dédiée. Les eaux de surface sont polluées sur 300 m. Des filtres à paille sont installées sur la rivière et la pollution est retirée par une société spécialisée. 30 m³ d'eaux souillées sont pompées et épandues dans un champ. Les jus sont normalement récoltés dans un puisard muni d'une pompe de relevage qui est tombée en panne, les jus se sont déversés dans le milieu naturel par le trop-plein. À la suite de l'événement, les réseaux de collecte des effluents du site sont modifiés avec la mise en place d'un système d'obturation sur la liaison avec le milieu naturel, dont l'ouverture garantit les valeurs limites de rejet au milieu naturel.



QUELQUES RAPPORTS D'INCIDENCE...

[ARIA 59015] Accident de gravité M = 3

À 8h30, dans une station d'épuration, une panne matérielle sur les installations de digestion du méthaniseur des boues de la station conduit au déclenchement du dispositif de sécurité. Le POI et la cellule centrale de crise du site sont déclenchés. Le personnel et les installations sont mis en sécurité. L'exploitant intervient afin d'identifier et résoudre le problème. L'intervention se termine à 13h40 et les installations sont remises en fonctionnement. 850 kg de méthane sont rejetés par intermittence dans l'atmosphère.

[ARIA 59500] Accident de gravité M = 6

Dans un contexte de températures climatiques extrêmes (42 °C, département en vigilance rouge), une unité de méthanisation subit pendant 24 heures une série de dysfonctionnements de la torchère, de l'épurateur et du système d'odorisation. Ils provoquent l'ouverture des soupapes : 3 500 Nm³ de biogaz sont émis à l'atmosphère. L'automate est remplacé le lendemain et l'odorisation réparée le surlendemain. À la suite de l'événement, l'exploitant met en place plusieurs actions : expertise par le gestionnaire de gaz sur la pompe odorisant pour déterminer la nature et l'origine de la défaillance ; vigilance renforcée des équipes lors du contrôle des installations en cas d'annonce de fortes chaleurs ; réflexion sur la possibilité de mise en stock complémentaire d'un automate sur site pour la torchère. Il est à noter toutefois que le contrat de maintenance a permis d'obtenir la pièce de rechange le lendemain, lors d'une période de week-end.

[ARIA 55959] Accident de gravité 7 (H = 6 + EN = 1)

Dans la nuit, une cuve digestat déborde lors d'un transfert automatisé sans présence d'opérateur dans une centrale biogaz. Le liquide se répand sur la plateforme véhicules et rejoint le réseau des eaux pluviales. Une fois le bassin eaux pluviales de 770 m³ rempli, les effluents débordent vers l'exutoire qui se rejette dans un petit ruisseau avant de rejoindre l'Aulne. À 7h45, à leur arrivée, les employés constatent la situation. La pompe de réapprovisionnement de la cuve de reprise de digestat est arrêtée et la vanne manuelle pour confiner le site est fermée. Une mortalité aquatique est constatée dans le ruisseau due à une pollution à l'azote ammoniacal. Une prise d'eau potable est fermée. Le réseau d'eau devant rester sous pression, la station est remise en fonctionnement et un arrêté préfectoral restreint l'usage de l'eau potable pour 50 communes, impactant 180 000 personnes. La baignade et la pêche à pied sont interdites. L'exploitant nettoie l'installation et vidange le bassin d'orage vers une cuve de stockage. Il envoie les déchets dans une filière d'élimination spécialisée. Le réseau d'eaux pluviales est curé dans les jours qui suivent. En tout, 400 m³ de digestat liquide mélangés à 200 m³ d'eaux pluviales contenant 5,29 g/kg d'azote total se sont déversés dans l'environnement. Différentes plaintes sont déposées et un procès public est prévu.

L'origine de l'événement est une défaillance de l'automate, vers 22h05, probablement due à un défaut de communication entre 2 armoires électriques. Les informations des capteurs n'ont pas été remontées correctement empêchant l'arrêt de la pompe et provoquant le débordement de la cuve vers 22h30. Par ailleurs, une perte de communication n'a pas entraîné la remontée d'alarme de cette installation en fonctionnement automatique en dehors de la présence du personnel. L'inspection des installations classées propose un arrêté préfectoral de mesures d'urgence pour : interdire tout transfert entre cuves sans présence d'un opérateur compétent ; arrêter tout rejet du bassin d'orage dans le milieu récepteur sauf accord des services de l'inspection et de la police de l'eau ; surveiller et vidanger régulièrement le bassin d'orage ; vidanger et nettoyer le réseau d'eaux pluviales ; réaliser un audit des systèmes automatisés ; évaluer l'impact du débordement sur l'environnement.

L'arrêté de restriction de l'usage de l'eau est levé 5 jours après l'événement. Un auto-échauffement se produit, 6 jours après l'événement, sur un tas de déchets entrants sur ce site (ARIA 55974). Les activités du site sont suspendues et reprennent dans le mois qui suit avec des prescriptions conservatoires dont la limitation de la quantité de déchets reçus.

L'accident de Châteaulin a eu des répercussions notables : la réglementation impose depuis aux exploitants de disposer d'une capacité de rétention étanche. Les responsables de l'unité ont été condamnés à une amende de 150 000 € par le tribunal de Quimper en novembre 2023.

Le nombre d’incidents n’est pas en augmentation, alors que le nombre d’installations augmente : le taux d’accident en 2024 est de 1 pour 100 installations.

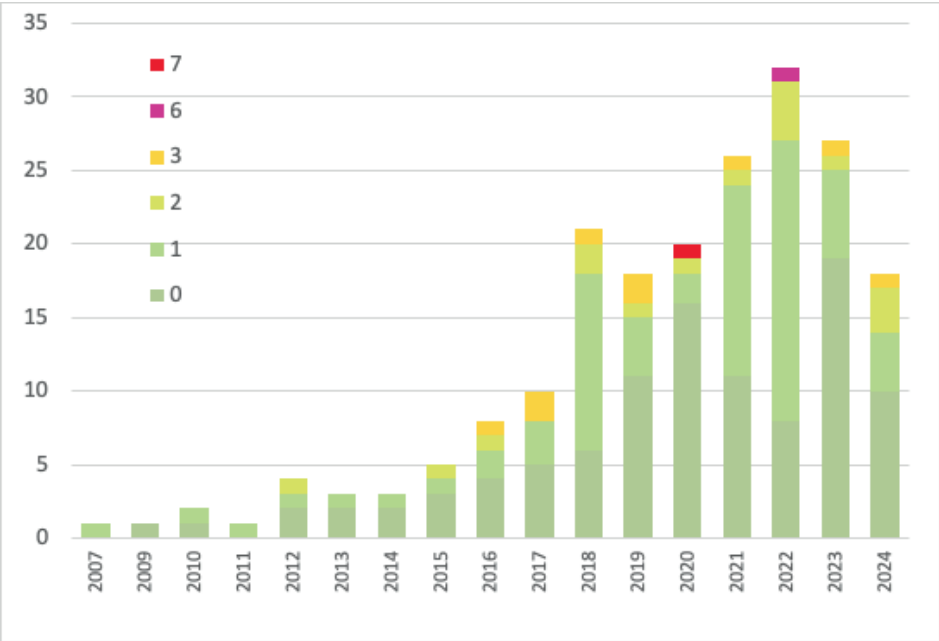


Figure 29. Évolution du nombre d’incidents au sein de la filière méthanisation depuis 2007, classés par gravité

Source : Base de données ARIA du BARPI, traitement Solagro

		Rubrique	Nombre d’accidents
Élevage	ICPE	2101, 2111...	767
Industrie du lait	ICPE	2230, 3640	126
Compostage	ICPE	2780	267
Assainissement et déchets	Secteur		5 041
Activités agricoles, forestières et agroalimentaires	Secteur		11 152
Énergie	Secteur		4 273

Tableau 11. Nombre d’accidents recensés par type d’activité et par rubrique ICPE

Source : Base de données ARIA du BARPI, traitement Solagro

L’analyse de l’accidentologie a amené l’État à actualiser régulièrement les prescriptions générales des rubriques ICPE méthanisation qui se déclinent ensuite en 3 régimes de classement : "Déclaration Contrôlée", "Enregistrement" et "Autorisation".

Le régime de "Déclaration", réservé aux sites valorisant moins de 30 t/jour, consiste pour un exploitant à s’engager à respecter les prescriptions générales : à l’usage, ce régime ne paraît pas adapté aux unités de méthanisation, hormis pour les petits projets inférieurs à 10 t/jour. Un basculement en "Enregistrement" permettrait de renforcer l’analyse préalable des projets pour une meilleure durabilité de la filière.

Proposition N°5



LES DISPOSITIFS DE SOUTIEN

LES DISPOSITIFS DE SOUTIEN ACTUELS ET FUTURS

LE CADRE POLITIQUE ET LÉGISLATIF

Le développement de la méthanisation en France et en Europe est impulsé par les politiques climatiques et énergétiques, qui visent désormais la «neutralité climatique» en 2050. Le cadre s'est construit progressivement : les premières directives européennes fixant des objectifs pour les énergies renouvelables datent de la fin des années 90.

▪ LE PRINCIPE DE LA HIÉRARCHISATION DES USAGES DE LA BIOMASSE

Le principe de hiérarchisation des usages de la biomasse donne logiquement la priorité aux usages alimentaires. Les usages énergétiques sont généralement classés en dernière priorité. Mais cette vision est beaucoup trop simpliste pour s'avérer opérationnelle. Le concept même de « priorité aux usages alimentaires » est sujet à caution car il masque la nécessité de questionner nos régimes alimentaires. Les scénarios de transition écologique comme Afterres reposent sur une modification substantielle : réduction des pertes et gaspillage, réduction des surconsommations, réduction de la consommation de produits animaux, mais aussi d'alcool, de sucre... La France consacre par exemple 1 million d'hectares à des productions de vin, bière et alcools, qui ne sont pas des denrées alimentaires.

▪ SÉCURITÉ D'APPROVISIONNEMENT ET VARIATIONS INTERANNUELLES

Dans une perspective d'un système gazier 100 % renouvelable, la production peut subir des aléas dus aux conditions météorologiques annuelles. La production de matières végétales comme les CIVE n'est pas garantie. Les surplus d'herbe sont aléatoires. Le système gazier doit donc être capable de faire face à ces variations. Le rôle des stockages actuels de gaz est donc primordial : ils répondent facilement aux variations intersaisonnières mais pas entièrement aux variations interannuelles. Les variations interannuelles peuvent être limitées au niveau de la production en stockant des matières premières.

Les matières fraîches peuvent être stockées plusieurs années : un ensilage de CIVE ou d'herbe peut se conserver 2 ans sans problème, sans perte de potentiel méthanogène. On rejoint ici les stratégies de sécurité fourragère dans les zones d'élevage : on vise un excédent structurel de ressources fourragères ; les bonnes années, on stocke ; les mauvaises années, on puise dans ces stocks pour nourrir les animaux. Les stocks les plus anciens perdent de leur appétence et ne sont plus distribués aux animaux. Les digesteurs en revanche acceptent parfaitement ces matières.



Les résidus de culture se stockent également pendant plusieurs années. Il est même préférable d'utiliser des pailles vieilles plutôt que des pailles fraîches. Il est également possible d'ensiler des matières vertes avec de la paille ou de constituer des fonds de silos avec de la paille broyée, afin de faciliter l'absorption des jus.

En cas de risque imminent de blackout, il restera toujours possible d'importer de manière exceptionnelle du gaz. La grande majorité des scénarios climatiques mondiaux ambitieux conservent en effet au moins un peu de gaz (médiane à 94 EJ en énergie primaire en 2070 pour les scénarios C1 qui visent $< 1.5^{\circ}\text{C}$, contre 134 EJ aujourd'hui).

LE GAZ RENOUVELABLE : UN EFFET DE VERROUILLAGE – VOIRE DE DOUBLE VERROUILLAGE ?

L'effet de verrouillage socio-technique est une situation dans laquelle la diffusion d'une innovation est freinée par le régime socio-technique déjà existant. Le biogaz est parfois accusé de participer au verrouillage du système en offrant à celui-ci une caution renouvelable, au détriment des autres solutions énergétiques, notamment l'électricité bas-carbone. Il est aussi accusé de verrouiller les systèmes d'élevage existants du fait de sa dépendance à la production de fumiers et lisiers, empêchant l'évolution vers des systèmes plus pâturants ou vers une diminution des cheptels.

En réalité sur les systèmes d'élevage, la méthanisation permet au contraire une diversification de l'activité. De nombreux exemples montrent qu'elle est non seulement compatible avec ces enjeux, mais qu'elle peut participer à sécuriser des trajectoires d'évolution des élevages vers plus de durabilité.

Sur le système énergétique, c'est plutôt la marche forcée vers le tout-électrique qui présente le plus grand risque : même si le vecteur gaz est amené à diminuer fortement, il continue à fournir, au moins pour les 30 prochaines années, des services que le seul vecteur électrique aura des difficultés à assurer, sachant que l'Europe doit à la fois électrifier de nombreux usages et sortir intégralement des fossiles dans la production d'électricité. Se passer du vecteur gaz alors que les infrastructures existent reporte l'effort sur d'autres leviers – sobriété, efficacité, électrification – déjà très fortement sollicités dans les scénarios comme négaWatt. C'est le démantèlement du réseau gazier qui, au contraire, constituerait un verrouillage.



LES COÛTS DE PRODUCTION

De 2017 à 2023, la production totale de biométhane a atteint 25 TWh et les producteurs ont perçu 2,78 Mds€. Les coûts évités (économie d'importation de gaz naturel au cours du marché) ont été évalués par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) à 1,27 Mds€. Aussi, le montant de la charge de service public (CSPE) a été évalué à 1,48 Mds€ en tenant compte de la valorisation des garanties d'origine. On peut donc estimer que le biométhane a été acheté 114 €/MWh en moyenne sur les 5 dernières années, et le surcoût par rapport au gaz fossile à 62 €/MWh.

Cumul 2017-2023 (24 500 GWh)	M€	€/MWh
Achat	2 789	114
Coût évité	1 273	52
Garanties d'origine	32	1
Charges de service public	1 484	62

Tableau 12. Compilation des délibérations de la Commission de Régulation de l'Énergie pour l'évaluation des charges de service public de l'énergie, de 2017 à 2024.

Source : Commission de Régulation de l'Énergie - 2017-2024

La notion de coût évité repose sur la comparaison avec le prix du gaz naturel. Il est descendu à 10 €/MWh en 2020, monté à 97 € en 2022, et il est particulièrement difficile de faire des prédictions tant les cours de l'énergie ont pu subir des variations très fortes et rapides par le passé.

Pour juger de la pertinence de payer la molécule de gaz plusieurs fois le cours du marché mondial, il faut compter les externalités, en particulier la valeur climatique. Pour cela on utilise la « valeur de l'action pour le climat » qui a été établie par le rapport de la commission Quinet de France Stratégie en Février 2019 et qui fixe cette valeur à 250 €/tCO₂ en 2030 et 775 €/t en 2050 ¹.

Lorsque l'on compare le coût de production du biométhane et les économies de GES, le biométhane se situe largement au-dessous de cette valeur. En effet, 1 MWh PCi de biométhane émet 42 kg de CO₂, contre 252 pour le gaz naturel, soit un gain de 210 kg/MWh, pour un surcoût de 60 € environ. Cela représente 285 €/tonne de CO₂ économisés, ce qui correspond à la valeur tutélaire du carbone pour 2035.

Autre point de repère : on peut comparer le biométhane non pas aux fossiles mais aux autres énergies décarbonées, donc principalement à l'électricité. Selon l'étude Futurs Énergétiques 2050 de RTE ², l'électricité totalement décarbonée intégrant la production, le réseau, la gestion de la pointe et le stockage, devrait se situer entre 89 et 110 €/MWh, en fonction des scénarios et des hypothèses.

¹ I Voir <https://www.strategie.gouv.fr/publications/de-laction-climat>

² I RTE - Réseau de Transport d'Électricité, 2022. Futurs énergétiques 2050. Figure 11.28.

Selon Futurs Énergétiques 2050, le coût complet du système électrique, pour les scénarios sans nouveau nucléaire devrait se situer entre 55 et 101 Mds€ par an pour 2050, pour une production comprise entre 628 et 904 TWh, ce qui revient entre 65 et 157 €/MWh. Pour les scénarios avec de nouvelles infrastructures nucléaires, le coût complet est estimé entre 42 et 86 Mds€ par an en 2050, soit entre 53 et 143 €/MWh, avec de fortes incertitudes : le prix de 6 EPR2 a été réestimé à 67 Mds€ par la Cour des Comptes en janvier 2025 ¹ par rapport, contre 46 Mds€ annoncés dans un audit des coûts du programme EPR2 réalisé en 2021 ².

Le biométhane reste aussi dans ces mêmes niveaux. Une rémunération du biométhane à 80€/MWh peut constituer une cible cohérente avec les objectifs de décarbonation du système énergétique.

Le prix d'achat unitaire a augmenté récemment du fait de l'inflation des prix de l'électricité, charge assez importante de fonctionnement. Les coûts de production devraient diminuer grâce à une meilleure maîtrise des charges, de l'optimisation et des innovations attendues. Cependant, les perspectives de diminution de coût de production ne sont pas du tout de la même ampleur que pour le photovoltaïque ou l'éolien. Il s'agit dans le cas de la méthanisation de technologies qui existent depuis plusieurs décennies, les améliorations sont incrémentales, donc mises bout à bout, elles doivent permettre de diminuer les coûts de production, mais il paraît difficile de pouvoir passer au-dessous de 80 €/MWh.

LA BAISSÉ DU COÛT DE PRODUCTION DU BIOMÉTHANE, À QUEL PRIX ?

Plusieurs pistes de réduction des coûts de production ont été analysées. Quelques-unes peuvent effectivement permettre une diminution significative des coûts, par exemple l'optimisation du financement, de la maintenance, la formation, l'augmentation de la durée des contrats de vente. D'autres sont en contradiction, par exemple si l'on veut limiter le coût des intrants, il faut aller chercher des matières moins méthanogènes. L'effet d'échelle est limité, car les coûts de logistique augmentent aussi avec la taille, et on trouve généralement une taille optimale, ce qui est par ailleurs un excellent garde-fou contre le risque de surdimensionnement.

Contrairement aux perspectives optimistes annoncées par certains acteurs de la filière, plusieurs facteurs contribuent à maintenir, voire à augmenter, le coût de production du biométhane.

L'un des principaux obstacles à la réduction des coûts réside dans la grande diversité des situations rencontrées sur le territoire français.

Chaque projet de méthanisation doit s'adapter à des conditions locales spécifiques, telles que :

- La nature et la disponibilité des intrants (déchets agricoles, effluents d'élevage, biodéchets)
- Les contraintes géographiques et topographiques
- Les infrastructures existantes pour l'injection dans le réseau de gaz

¹ I Cour des Comptes, janvier 2025.
« La filière EPR : une dynamique nouvelle, des risques persistants »

² I Nuc Advisory et Accuracy, octobre 2021. « Audit des coûts du programme EPR2 »
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/2022.02.18_Audit_EPR2_NucAdvisor_Accuracy_Synthese.pdf

³ I ENEA Consulting, 2018.
« Renforcer la compétitivité de la filière biométhane française ».

Cette variabilité rend difficile la standardisation des procédés et des équipements, limitant ainsi les économies d'échelle potentielles. Chaque installation nécessite une approche sur-mesure, ce qui maintient des coûts d'ingénierie et de construction élevés.

Par ailleurs, la tendance à la hausse du coût des matières premières impacte directement le secteur : une unité de méthanisation est formée de cuves en béton équipées d'agitateurs en acier, surmontées de gazomètres en caoutchouc.

Or, on observe notamment ces dernières années :

- Une augmentation des prix de l'acier et d'autres métaux utilisés dans la construction des digesteurs et des équipements connexes
- Une hausse des coûts des composants électroniques et des systèmes de contrôle
- Une inflation des prix des matériaux de construction en général

Ces augmentations se répercutent sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de la conception à l'exploitation des unités de méthanisation.

Enfin, le cadre réglementaire entourant la production de biométhane en France s'est considérablement renforcé ces dernières années, dans un souci de sécurité et de protection de l'environnement sur la base d'une analyse de l'accidentologie. Ce durcissement se traduit par :

- Des normes plus strictes en matière de sécurité des installations, notamment en matière d'imperméabilisation des zones de rétention
- Des exigences accrues concernant la couverture des stockages par des hangars
- Un renforcement des contrôles et des procédures administratives

Ces nouvelles prescriptions, bien que nécessaires dans leur majorité, engendrent des coûts supplémentaires pour les porteurs de projets, tant en termes d'investissements initiaux que de frais d'exploitation. En conclusion, la combinaison de ces facteurs - difficulté de standardisation, hausse des coûts des matières premières et renforcement réglementaire - explique pourquoi la filière du biométhane en France peine à réaliser les baisses de coûts initialement espérées.



**MAXIMISER LE POUVOIR
MÉTHANOGENÈ DES INTRANTS**

**DÉVELOPPER LA FORMATION DES OPÉRATEURS
ET OPTIMISER LA MAINTENANCE**

**MAXIMISER LA VALORISATION
DU BIOGAZ**

LIMITER LE COÛT DES INTRANTS

**BÉNÉFICIER DES EFFETS D'ÉCHELLE
LIÉS À LA TAILLE DES UNITÉS**

**Quelques pistes
de réduction
des coûts...**

**LIMITER L'IMPACT DES FACTEURS
EXOGÈNES INDUISANT UNE
POTENTIELLE HAUSSE DES COÛTS**

**VALORISER LES UNITÉS SUR UNE
DURÉE DE VIE PROLONGÉE**

**LIMITER LES COÛTS DE RACCORDEMENT
ET DU POSTE D'INJECTION**

**OPTIMISER LE COÛT ET LA
STRUCTURE DU FINANCEMENT**

**RENFORCER LA STANDARDISATION
ET LA MUTUALISATION**

L'EFFET D'ÉCHELLE NE JOUE PAS AU-DELÀ D'UNE TAILLE MOYENNE

La recherche de la baisse des coûts ne constitue pas une incitation à l'augmentation de taille des installations. L'effet d'échelle ne joue en effet que pour les coûts liés aux investissements. Les coûts d'exploitation quant à eux sont constants, entre 60 et 70 €/MWh. Ils sont un peu plus élevés pour les installations inférieures à 10 GWh, et ils augmentent pour les installations supérieures à 50 GWh, qui nécessitent plus de main d'œuvre et une organisation plus complexe. Les coûts de logistique augmentent également avec la taille. Le poste transport des matières et digestats représente 5 % du coût global pour des petites unités, avec un rayon d'approvisionnement de moins de 5 km. Il passe à 10 % pour un rayon de plus de 15 km pour des grosses unités, de plus de 50 GWh.

Au final, l'effet d'échelle joue pour les petites unités, il est sensible jusqu'à une taille de 15 GWh / 20 000 tonnes de matière par an. Le coût ne diminue plus ensuite avec l'augmentation de la taille. Au-delà de 50 GWh, il a même tendance à augmenter.

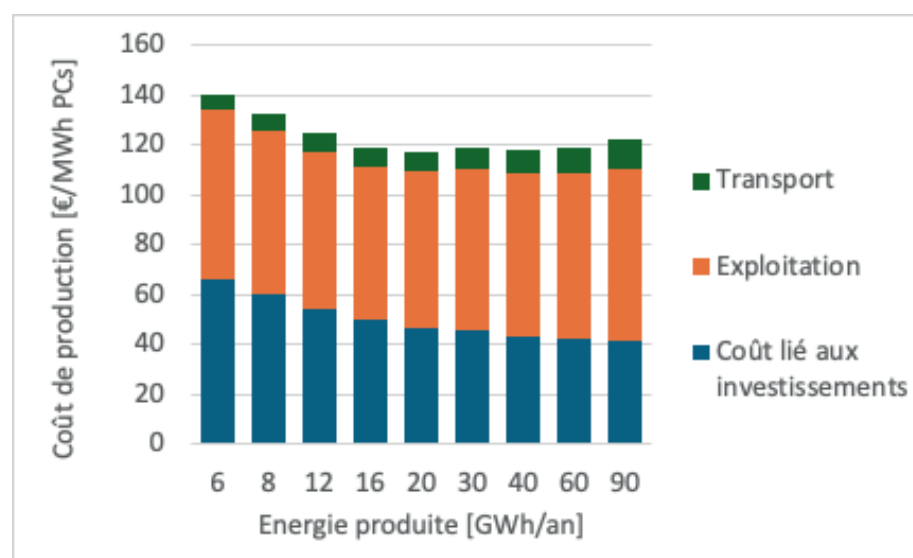


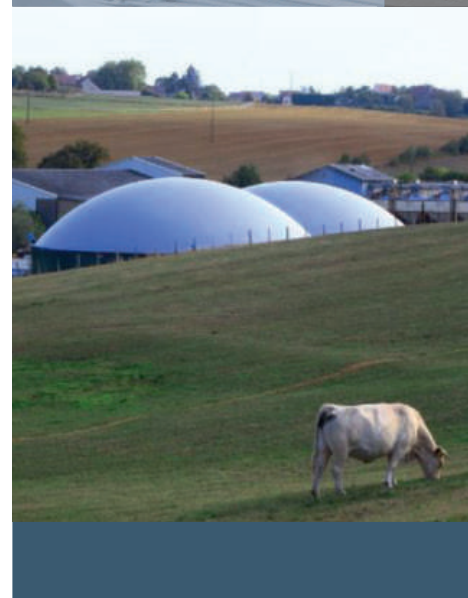
Figure 30. Évolution du coût de production en fonction de la taille des unités de méthanisation exprimée en GWh/an

Source : Simulations menées par Solagro

GOVERNANCE TERRITORIALE

• POUR UNE DIRECTIVE EUROPÉENNE 100% GAZ RENOUVELABLES EN 2050

Le vecteur gaz continuera à jouer un rôle de premier plan dans les prochaines décennies. En 2022, le système gazier européen a connu une bascule sans précédent: en 2 ans, la part du gaz russe est passée de 40 % de l'approvisionnement européen à 8 %, remplacé par des importations de GNL. Le réseau gazier français a joué un rôle pivot. L'Europe doit se préparer à faire face à des difficultés de la même ampleur, puisque la dépendance à la Russie a été remplacée par une dépendance aux États-Unis d'Amérique. Réduire ces dépendances de l'Europe passe par la diminution des consommations de gaz, par la diversification des approvisionnements, et par la substitution progressive du gaz fossile par des gaz renouvelables.



L'adoption par l'Union Européenne d'une directive fixant un cap clair pour l'industrie gazière européenne, en définissant un objectif de produire et consommer 100 % de gaz renouvelable le plus tôt possible, par exemple 2050, serait cohérent avec les objectifs de neutralité climatiques en 2050, qui imposent de sortir complètement des énergies fossiles. Les opérateurs gaziers européens doivent soutenir résolument une initiative dans ce sens.

Elle constitue aussi un choix de souveraineté énergétique, en réduisant l'exposition du système gazier aux tensions internationales. La dépendance européenne aux importations de gaz fossile expose durablement les consommateurs à la volatilité des marchés mondiaux et aux arbitrages géopolitiques, comme l'a montré la crise récente. L'exemple des États-Unis illustre que la montée en puissance des exportations de GNL peut renchérir durablement les prix domestiques ¹.



Proposition N°17

▪ RAISONNER LE SYSTÈME GAZIER À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

Le réseau gazier européen est interconnecté, et des échanges internationaux sont possibles. Le scénario CLEVER² prévoit des échanges d'énergies renouvelables entre pays à l'intérieur du continent européen. Tous les pays ne disposent pas des mêmes potentiels : la Belgique et les Pays-Bas ne pourront vraisemblablement pas atteindre l'autosuffisance énergétique, compte tenu de leur densité de population. À l'inverse, la Pologne et la Roumanie pourraient devenir des exportatrices nettes.

Ces échanges intra-européens sont bien identifiés pour le vecteur électrique. Cette question n'est pas du tout posée pour le vecteur gaz. Elle devrait pourtant faire l'objet de l'attention des acteurs du gaz et des régulateurs.

▪ RÉCUPÉRER LE CO₂ BIOGÉNIQUE DES MÉTHANISEURS

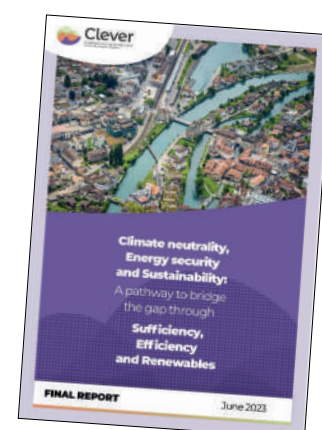
L'atteinte de la neutralité carbone, puis des objectifs d'émissions négatives dans la seconde moitié du XXI^{ème} siècle, imposera le recours à des puits géologiques de CO₂, en plus des puits biologiques, qui risquent d'atteindre leur niveau de saturation après 2050.

Les besoins en puits de CO₂ sont estimés entre 30 et 50 millions de tonnes par an en 2050 pour la France. Une grande partie du CO₂ – 20 à 34 MtCO₂ – serait alors d'origine biogénique, selon le Ministère de l'économie³.

Ces puits géologiques ne devraient concerner que le stockage de CO₂ biogénique, et non le stockage de CO₂ fossile. Les capacités de stockage sont limitées, il faut donc les réserver en priorité aux solutions d'émissions négatives, ce qui est possible avec le CO₂ biogénique, mais pas avec le CO₂ fossile.

¹ | Slocum T., 2025. Exported Energy Affordability, in Public Citizen, 16 décembre 2025

² | Scénario CLEVER
<https://clever-energy-scenario.eu/>



³ | Ministère de l'économie, juillet 2024.

Les unités de production de biométhane sont bien positionnées pour récupérer du CO₂ biogénique. Il existe déjà au moins une quinzaine d'installations de liquéfaction et valorisation de CO₂ biogénique sur des unités de méthanisation, pour remplacer le CO₂ d'origine fossile dans ses nombreux usages actuels, qui représentent environ 500 000 t de CO₂ par an en France : procédés agroalimentaires, production de glace carbonique pour le nettoyage d'outils industriels, remplissage d'extincteurs, bouteilles de gaz pour le service de la bière, séchage de bois sous atmosphère CO₂...

Le CO₂ biogénique est utilisé également dans le scénario négaWatt pour la production de bases chimiques en substitution aux hydrocarbures, dans la perspective d'une sortie des énergies fossiles, y compris en chimie organique. Le CO₂ biogénique est également utilisable pour la production d'électrofuels et d'électrobiofuels.

L'épuration du biogaz pour la production de biométhane peut générer 18 millions de tonnes de CO₂ dans le scénario Afterres. Il reste encore à déterminer les quantités qui seraient récupérables du point de vue technico-économique pour des usages en CCU (carbon capture and use) /CCS (carbon capture and storage).



« Les puits géologiques devraient être réservés au stockage du CO₂ biogénique. »

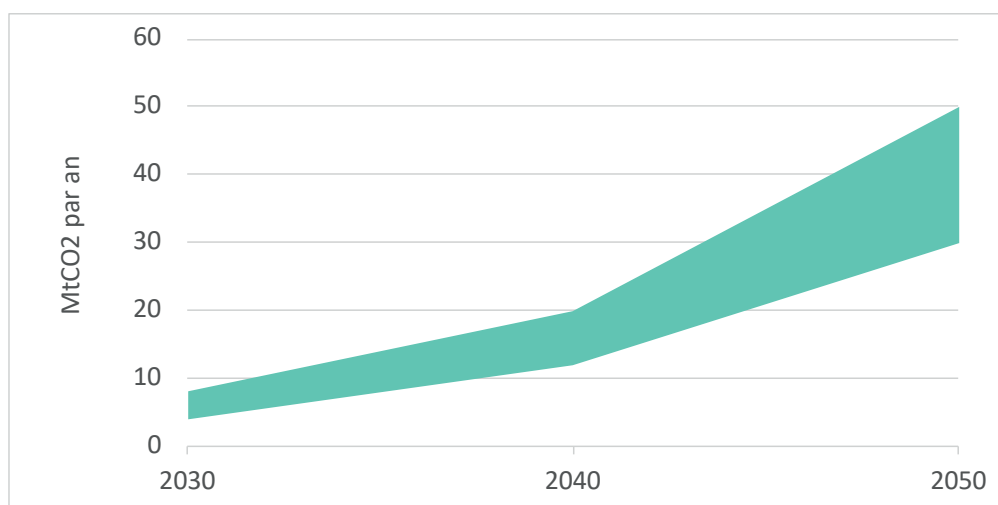


Figure 31. Objectifs pour le CCS en France.

Source : Ministère de l'économie, juillet 2024

▪ UN SYSTÈME GAZIER CAPABLE DE TRANSPORTER DE NOUVEAUX GAZ

L'avenir du système gazier passe par la diversification de ses fonctions vers le CO₂ et l'hydrogène, sans abandonner le vecteur méthane.

Le système gazier peut participer à transporter des volumes importants depuis les sites de production répartis sur le territoire, vers des sites d'utilisation, incluant les départs vers les sites de stockage géologique.

▪ NIVEAU NATIONAL : POUR UNE VRAIE STRATÉGIE NATIONALE DE MOBILISATION DE LA BIOMASSE (SNMB)

Les documents fixant les orientations stratégiques en matière de climat et d'énergie sont la SNBC (Stratégie nationale bas carbone) et la PPE (programmation pluriannuelle des investissements). Ceux-ci sont révisés régulièrement et fixent des objectifs globaux par filières, dont les différentes filières bioénergies. La SNMB (Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse) est censée quant à elle offrir une vision globale intégrée et détaillée pour les bioénergies. La SNMB est un dispositif introduit par la loi LTECV¹ de 2015, mais n'a jamais fait l'objet du portage politique qu'elle aurait mérité. Si le thème de la « gouvernance de la biomasse » est devenu récurrent dans le débat public, il s'arrête souvent à des constats évidents sur le caractère fini des ressources et la nécessité d'arbitrages.

Mais la SNMB est justement l'outil de pilotage de ces arbitrages. Elle devrait faire l'objet de travaux conséquents, de concertations, de suivi. La SNMB actuelle date de 2018 et aurait déjà dû être révisée. Cette révision aurait dû commencer par la compilation des différents schémas régionaux biomasse (SRB). Rien de tout cela n'a été effectué.

Une SNMB utile devrait se baser sur une description complète des flux de biomasse, sur un corpus doctrinal solide qui dépasse les discours actuels qui en restent au constat des problèmes. La création d'un groupement d'intérêt scientifique (GIS) Biomasse est bien entendu une bonne nouvelle, mais le rôle d'un GIS est d'éclairer les arbitrages. Son mode de fonctionnement, les moyens qui lui seront attribués, seront déterminants.



Proposition N°13

▪ NIVEAU RÉGIONAL : DES SCHÉMAS RÉGIONAUX BIOMASSE (SRB) ET DES SCHÉMAS PRÉVISIONNELS D'INFRASTRUCTURES GAZIÈRES

Les schémas régionaux biomasse (SRB) sont censés décliner la SNMB au niveau régional. Si l'on veut réellement prévenir les risques de conflits d'usage, cet échelon régional est important, notamment pour les projets biomasse de grande envergure dont les bassins d'approvisionnement sont vastes. Encore faut-il que les SRB soient des exercices vivants, ce qui n'est actuellement pas le cas. Plusieurs régions n'en disposent d'ailleurs pas. L'administration ne procède pas à la concaténation des SRB, ce qui ne permet donc pas de juger de la cohérence des SRB avec la SNMB.



Proposition N°15



¹ | LTE - Loi de transition énergétique pour la croissance verte - 2015

Pour rendre les SRB réellement opérationnels, la première étape serait de les actualiser régulièrement, d'informer les acteurs concernés, d'en faire un exercice de vrai dialogue régional. Les SRB devraient devenir une composante des SRADDET¹ et participer à un vrai exercice de planification.

Outre les SRB, il serait judicieux de mettre en place un dispositif de planification de l'évolution des réseaux de gaz, comme il en existe pour l'électricité avec les S3REnR². Un schéma prévisionnel d'infrastructures gazières devrait s'appuyer sur des exercices de prospective permettant de mesurer la correspondance entre le potentiel de production et l'évolution attendue de la demande, afin de mutualiser les équipements, comme les postes de rebours par exemple.



Proposition N°16

À l'échelle régionale se pilote également l'instruction des demandes d'aides à l'investissement. Dans ce cadre, il faudrait veiller à la lisibilité des critères d'accès aux aides et encourager une instruction des dossiers au fil de l'eau. À l'image des pratiques de plusieurs régions, il serait judicieux de moduler l'accès aux aides à l'investissement à l'aide d'un système de notation prenant en compte des critères écologiques et sociaux pour soutenir les projets les plus vertueux.



Proposition N°7

■ NIVEAU DÉPARTEMENTAL : L'ÉCHELON OPÉRATIONNEL D'ANIMATION

Bien que ne disposant plus des compétences énergie ou déchet, l'échelon départemental est la bonne échelle pour mener une animation au plus proche du terrain tout en organisant les coopérations, pour encourager les synergies entre les démarches de méthanisation.

Une filière dynamique repose sur un écosystème d'acteurs formés et investis. Ce doit être le cas des administrations déconcentrées qui instruisent les procédures au titre du Droit de l'Urbanisme et de l'Environnement. Il s'agit d'aller au-delà de l'organisation des seuls pôles ENR, passage obligé souvent sans grand intérêt pour le porteur de projet, pour privilégier un accompagnement au fil de la démarche afin de dispenser les conseils au bon moment.

Outre l'aspect administratif, c'est à la maille départementale que se justifient les opérations communes entre exploitants de méthaniseurs en projet ou en fonctionnement : achat groupé, maintenances mutualisées, acquisition collective d'équipements sont autant de leviers d'optimisation des dépenses d'investissement (Capex) et dépenses d'exploitation (Opex). La recherche de synergies est également un bon moyen pour éviter les concurrences stériles entre projets, notamment autour de l'accès à la biomasse. Suivant les territoires, cette animation peut être portée par la chambre d'agriculture, le syndicat d'énergie, le département. Malheureusement, elle est loin d'être systématique par manque de portage politique au sein des structures pré-citées. Il faut noter la montée en puissance des associations d'agriculteurs méthaniseurs, tels que l'Association Biogaz Avenir (en région Auvergne-Rhône-Alpes) ou Valeurs Agri Métha (en région Nouvelle-Aquitaine) qui s'organisent pour pallier ce déficit de structures locales.

¹ I SRADDET - Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires

² I S3REnR - Schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables

Sur plusieurs départements, la réflexion a été élargie à d'autres thématiques avec pour effet de maximiser les synergies : c'est le cas des départements du Lot-et-Garonne ou de l'Aveyron qui raisonnent leur schéma de valorisation des biodéchets en lien avec le réseau des exploitants de méthaniseurs. Le Lot-et-Garonne a poursuivi les travaux jusqu'à déployer un réseau de stations de distribution de bioGNV afin d'intégrer la mobilité.

▪ NIVEAU NATIONAL : POUR UNE VRAIE STRATÉGIE NATIONALE DE MOBILISATION DE LA BIOMASSE (SNMB)

Une unité de méthanisation se raisonne à l'échelle locale, au niveau d'un canton par exemple, compte tenu de la provenance des intrants et des épandages de digestat. C'est à cette maille que doit se travailler l'enjeu principal en matière d'acceptabilité, à savoir la gestion du trafic routier.

Si les questions de bruits ou d'odeurs peuvent trouver des réponses techniques relativement simples, limiter les nuisances en lien avec le trafic est une tâche autrement plus complexe.

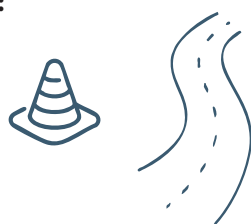
Elle oblige à travailler en étroite collaboration avec les élus locaux et les techniciens des services voiries, pour déployer des mesures variées, à adapter à chaque situation :

→ **Optimiser les itinéraires :** retenir un itinéraire permettant de privilégier les chemins privés et ruraux, de manière à limiter le passage sur les voies publiques fréquentées

→ **Optimiser l'organisation des flux :** privilégier les rotations de véhicules en journée, et si possible en semaine, pour limiter la gêne vis-à-vis des riverains, prévenir lors des périodes de chantier, éviter le centre bourg aux heures de pointe

→ **Goudronner les accès au site :**

limiter par ce moyen
le bruit et les émissions de
poussière



→ **Optimiser la circulation des effluents et du digestat :** recourir à des canalisations enterrées lorsque cela est possible pour transporter les lisiers vers le méthaniseur, et le digestat vers des stockages déportés.

Au-delà de ces questions logistiques, les élus jouent un rôle de premier plan dans la planification de la filière méthanisation. À l'échelle de l'EPCI¹, l'élaboration du plan climat-air-énergie territorial (PCAET) doit être l'occasion d'une réflexion autour des types d'unités de méthanisation souhaités, leur nombre, voire leur pré-positionnement sur le territoire en fonction des enjeux d'accessibilité, de paysages, et de proximité de ressources organiques mobilisables.

¹ | EPCI - Établissement public de coopération intercommunale

À l'échelle locale s'organise la démarche de communication-concertation et les élus sont les garants de la tenue d'échanges et de débats dans un climat apaisé : organisations de journées portes-ouvertes (à l'image de celles organisées par l'AAMF (Association des Agriculteurs Méthaniseurs de France) dans le cadre des Journées du Patrimoine), de visites d'installations sont autant de moyens possibles pour aider les habitants à se construire une opinion éclairée sur la méthanisation et les projets locaux.



UN CADRE COHÉRENT POUR DÉVELOPPER LE BIOMÉTHANE

À mesure que la filière change d'échelle, l'enjeu devient d'organiser un cadre stable, lisible et cohérent, capable de donner de la visibilité aux acteurs tout en garantissant la soutenabilité environnementale. Solagro propose de faire reposer cette cohérence sur quatre briques complémentaires.

La première est un cap politique clair, exprimé sous forme **d'objectifs d'incorporation de gaz renouvelables** dans les réseaux, déclinés dans le temps et cohérents avec les trajectoires climatiques. Sans objectif long terme, le biométhane reste exposé à une instabilité qui freine les investissements.

La deuxième brique est **un mécanisme de financement robuste**. Il doit permettre de couvrir durablement le surcoût du biométhane par rapport au gaz fossile, tout en maîtrisant les effets de rente et en évitant de favoriser mécaniquement les projets les plus grands. Les Certificats de Production de Biogaz peuvent constituer un outil structurant, à condition d'être conçus comme un instrument de politique publique et non comme un simple marché de certificats.

La troisième brique est **la traçabilité**. Une filière qui revendique un rôle dans la décarbonation doit pouvoir garantir l'origine du gaz, ses caractéristiques, et les conditions de production. Les Garanties d'Origine répondent à cet objectif. Elles sont indispensables pour assurer la transparence du marché, faciliter la contractualisation, et fournir aux pouvoirs publics des données de suivi fiables.

Enfin, la quatrième brique est **la qualification**. Tous les projets de biométhane ne se valent pas en matière d'impacts agronomiques, climatiques, environnementaux et territoriaux. Il devient nécessaire de différencier les projets selon des critères de durabilité, et de rendre cette différenciation opérationnelle, notamment via des labels ou des référentiels reconnus.

En parallèle des dispositifs publics, les "Biomethane Purchase Agreements" se développent, mais ils ne peuvent constituer qu'un complément, car ils ne garantissent ni pilotage collectif, ni équité d'accès au biométhane.

▪ FIXER DES OBJECTIFS D'INCORPORATION À LONG TERME À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

Le biométhane ne peut se développer durablement sans un cap politique clair. À l'échelle nationale comme européenne, l'enjeu est de fixer des objectifs d'incorporation de gaz renouvelables dans les réseaux, cohérents avec la neutralité climatique en 2050 et suffisamment stables pour donner de la visibilité aux acteurs.

À ce titre, l'Union Européenne pourrait adopter une directive fixant un objectif de sortie complète des gaz fossiles à horizon 2050, en visant la production et la consommation de 100 % de gaz renouvelables.

Un tel cadre permettrait d'éviter une succession de dispositifs fragmentés, et d'offrir une trajectoire lisible à l'industrie gazière européenne, comparable à celle mise en place depuis vingt ans pour l'électricité renouvelable.

« L'enjeu est de passer d'un soutien centré sur la seule production à une véritable politique de filière articulant objectifs, financement, traçabilité et durabilité. Cette architecture est une condition pour que le biométhane puisse contribuer pleinement à la transition énergétique, sans dérives ni conflits d'usage. »

Cette approche doit également reconnaître la dimension interconnectée du système gazier européen. Les réseaux permettent des échanges entre pays, et tous ne disposent pas des mêmes potentiels de production. Certains états, à forte densité de population ou à faible disponibilité de biomasse, ne pourront probablement pas atteindre l'autosuffisance, tandis que d'autres pourraient devenir exportateurs nets. Cette réalité impose de raisonner les objectifs et les infrastructures à l'échelle continentale, en intégrant les échanges de gaz renouvelables comme une composante normale de la transition énergétique.

Enfin, des objectifs d'incorporation crédibles doivent être accompagnés d'une trajectoire pluriannuelle. Une planification limitée à quelques années accroît fortement l'incertitude, fragilise les modèles économiques, et rend plus difficile l'émergence de projets territoriaux cohérents.

▪ FINANCER LA FILIÈRE AVEC LES CERTIFICATS DE PRODUCTION DE BIOGAZ

Le soutien au biométhane a historiquement reposé sur un tarif d'achat garanti, qui a permis l'émergence de la filière. Mais l'augmentation des volumes produits conduit progressivement à privilégier des mécanismes plus intégrés au marché, tout en conservant un cadre public assurant la visibilité indispensable aux investissements.

Dans ce contexte, les Certificats de Production de Biogaz (CPB) constituent un outil structurant. En imposant aux fournisseurs de gaz une obligation de restitution de certificats, ils créent une demande supplémentaire et transfèrent une partie du financement vers les acteurs de la commercialisation. Ce mécanisme peut contribuer à sécuriser la trajectoire de production, à condition d'être conçu comme un instrument de long terme.

En l'état actuel, plusieurs limites fragilisent toutefois ce dispositif. Les objectifs sont publiés sur une période trop courte, ce qui réduit fortement la visibilité économique et complique la contractualisation au-delà de quelques années. La rémunération est également partiellement indexée sur le prix du gaz, exposant les producteurs à des aléas de marché et à des risques géopolitiques. Enfin, la complexité contractuelle nécessaire pour vendre des CPB crée une barrière d'entrée, difficilement compatible avec la réalité de nombreux projets agricoles. Le mécanisme tend aussi à favoriser les plus grands sites. Les coûts d'acquisition et de gestion étant relativement fixes pour un fournisseur, il devient plus avantageux de contractualiser avec des producteurs de grande taille. Ce biais est problématique si l'on souhaite maintenir un modèle de méthanisation territoriale, à taille maîtrisée, limitant les impacts logistiques et les risques de surdimensionnement.

Enfin, le financement du surcoût du biométhane ne peut reposer uniquement sur une fraction réduite des consommateurs de gaz, en particulier dans le résidentiel et le tertiaire. Une réflexion sur la répartition de l'effort est nécessaire pour garantir l'équité et l'acceptabilité du dispositif.

Les CPB peuvent donc jouer un rôle central, mais ils doivent être stabilisés dans la durée, simplifiés, et modulés afin de soutenir en priorité les projets les plus vertueux.



« En 2050, le potentiel de CO₂ biogénique issu de la méthanisation est de 18 millions de tonnes »

▪ ASSURER LA TRAÇABILITÉ AVEC LES GARANTIES D'ORIGINE

Le développement du biométhane implique un haut niveau de transparence. À mesure que la filière se structure, la question n'est plus seulement de produire du gaz renouvelable, mais de pouvoir démontrer son origine, ses conditions de production et sa conformité aux exigences climatiques et environnementales. Les Garanties d'Origine constituent l'outil historique de traçabilité du biométhane. Elles permettent d'attester qu'un volume de gaz injecté dans le réseau est bien issu d'une production renouvelable, et elles offrent un cadre commun pour organiser la valorisation et la contractualisation entre producteurs et consommateurs. Elles sont notamment indispensables pour répondre aux attentes croissantes des entreprises et des collectivités qui souhaitent verdir leurs approvisionnements en gaz.

Les GO jouent également un rôle clé pour la politique publique. Elles fournissent une base de suivi homogène permettant d'objectiver les flux de biométhane, d'éviter les doubles comptages et de renforcer la crédibilité du système. Dans une logique de transition énergétique, la traçabilité doit devenir un pilier de la gouvernance, au même titre que les objectifs d'incorporation et les dispositifs de financement.

Le déploiement des CPB ne peut donc pas se faire au détriment des GO. Une incohérence apparaît si le biométhane vendu sous CPB n'émet plus de Garanties d'Origine, alors même que celles-ci sont l'outil central de traçabilité reconnu par le marché. Cette dissociation fragilise la lisibilité du cadre, complique la compréhension pour les consommateurs et affaiblit la capacité de pilotage de la filière.

Dans un cadre cohérent, les GO doivent rester un instrument structurant, articulé avec les objectifs d'incorporation et les mécanismes de soutien, et complété par des outils de qualification permettant de distinguer les projets selon leur niveau de durabilité.



« Le développement du biométhane implique un haut niveau de transparence sur son origine, ses conditions de production, sa conformité aux exigences climatiques et environnementales. »

▪ QUALIFIER LES PROJETS AVEC DES LABELS ET DES CRITÈRES DE DURABILITÉ

Le biométhane peut répondre à des attentes très différentes selon les consommateurs : réduction maximale des émissions, bénéfices agronomiques, proximité territoriale, gouvernance locale, limitation des cultures, taille maîtrisée des installations. La mise en place de labels permettrait de rendre ces choix explicites, en donnant la possibilité de sélectionner une « qualité » ou une « couleur » de biométhane, au-delà de la seule origine renouvelable.

Les impacts d'un projet de méthanisation varient en effet fortement selon les intrants mobilisés, les pratiques agricoles associées, l'organisation logistique, la gestion du digestat, ou encore la maîtrise des émissions fugitives de méthane. À mesure que la filière se développe, cette diversité doit être reconnue et rendue lisible.

L'enjeu n'est donc pas seulement de tracer une molécule renouvelable, mais de qualifier les conditions dans lesquelles elle est produite. Sans cadre de qualification, les dispositifs de soutien risquent de rémunérer indifféremment des projets très vertueux et d'autres dont les bénéfices climatiques et agronomiques sont plus discutables, ce qui fragilise l'acceptabilité sociale et alimente les controverses.

La mise en place de labels ou de référentiels de durabilité permettrait d'orienter la filière vers les meilleures pratiques. Ces critères pourraient notamment porter sur la proportion et la nature des intrants, la limitation du recours aux cultures principales, la réduction des fuites de méthane, l'équilibre des fertilisations, la préservation des sols, ainsi que la qualité de la gouvernance locale et des retombées territoriales.

Un tel dispositif ne doit pas être conçu comme un simple outil de communication. Il doit être adossé à des exigences vérifiables, compatibles avec les cadres européens existants, en particulier la directive RED ¹, et relié à des mécanismes concrets de valorisation. La qualification n'a de sens que si elle permet une différenciation économique, par exemple via des modulations de soutien, un accès prioritaire à certains dispositifs, ou une meilleure valorisation des garanties d'origine.

En structurant cette capacité à distinguer les projets, la filière biométhane peut renforcer sa crédibilité et garantir que son développement contribue effectivement aux objectifs de transition énergétique et agricole.

¹ I RED - Directive énergie durable de l'Union européenne.

▪ JUSTICE SOCIALE

Le développement du biométhane implique un renchérissement durable du gaz, puisqu'il s'agit de substituer un gaz renouvelable, plus coûteux à produire, à un gaz fossile dont le prix ne reflète pas ses externalités climatiques et géopolitiques. Cette évolution est cohérente avec la transition énergétique, mais elle soulève une question centrale de justice sociale.

Dans une stratégie de décarbonation, tous les consommateurs n'ont pas un accès immédiat à des alternatives bas-carbone peu coûteuses. Pour des raisons financières, techniques ou liées au rythme de rénovation du parc de bâtiments, certains ménages et certaines activités restent captifs du gaz. Pour eux, quelle que soit l'option retenue — biométhane, électrification, réseaux de chaleur ou rénovation — la transition se traduit nécessairement par un surcoût à court ou moyen terme.

Le risque est alors de concentrer l'effort sur une base de consommateurs du gaz appelée à se réduire avec la sobriété et l'efficacité, ce qui accroîtrait mécaniquement le surcoût unitaire pour les usagers restants. Une politique du biométhane doit donc intégrer un mécanisme explicite de redistribution.

Plusieurs leviers peuvent être combinés : une mutualisation partielle via la fiscalité nationale, un renforcement ciblé des dispositifs de type "chèque énergie", la création d'un fonds dédié à la justice sociale, abondé par une fraction de la valeur générée par les certificats de production et, le cas échéant, par les primes associées aux labels. Ce fonds pourrait à la fois compenser le surcoût pour les ménages les plus exposés et financer des actions structurelles de rénovation, notamment dans le logement social, afin de réduire durablement la dépendance au gaz.





17 PROPOSITIONS MÉTHANISATION

Afterres2050

17 PROPOSITIONS POUR UNE MÉTHANISATION DURABLE



RENFORCER LA DURABILITÉ DE LA FILIÈRE

Traçabilité et certification

Le contrôle du fonctionnement des installations par l'administration nécessiterait des moyens supplémentaires. L'alternative est de recourir à un système de certification, contrôlable par les autorités, qui existe déjà avec la certification RED (Directive Européenne sur les Énergies Renouvelables). La mise en oeuvre des outils pour le respect de RED permet, pour un coût annuel modéré, d'améliorer et d'optimiser le fonctionnement et l'exploitation du site : suivi des intrants, gestion des stocks, facilite la ronde exploitation, permet de capitaliser sur le fonctionnement (bilans, analyses)....

PROPOSITION 1A

Élargir l'obligation de certification RED à toutes les nouvelles installations, sauf les plus petites (moins de 5 GWh/an ou 10 t/jour), et permettre un accès homogène aux données pour les administrations.

PROPOSITION 1B

Inclure dans la certification un contrôle tous les 2 ans du respect des prescriptions réglementaires.

PROPOSITION 1C

Imposer également un suivi annuel du pouvoir méthanogène (BMP) résiduel et fixer un seuil à 5 Nm³ CH₄/t MB, et permettre de s'assurer du juste temps de séjour en digestion, souvent réduit au fil des augmentations des capacités de traitement.

Gestion des intrants agricoles

Au fil des révisions tarifaires, la prime relative aux intrants agricoles a été réduite aux seuls effluents d'élevage, avec un montant faible qui ne constitue pas un signal prix suffisant pour encourager la méthanisation de ressources telles que les CIVE ou les résidus de culture.

PROPOSITION 2

Établir une prime différenciée selon les catégories d'intrants, en fonction de leur intérêt et de leurs contraintes : effluents d'élevage, résidus de culture, CIVE, herbes de fauche, biodéchets. La prime pour les cultures dédiées reste nulle.

Gouvernance locale

Un projet citoyen génère 2 à 3 fois plus de retombées locales qu'un projet privé¹, au moins pour les projets éoliens et solaire ; mais le financement participatif reste marginal.

¹ Énergie Partagée, 2019. "Les retombées économiques locales pour des projets citoyens."

PROPOSITION 3

Ajouter une prime au tarif d'achat du biométhane sous condition de financement participatif, avec preuve annuelle d'un maintien au capital social de la société.

Compensation

La conception des unités de méthanisation intègre très souvent des mesures d'évitement et de réduction pour limiter au maximum les impacts et nuisances sur l'environnement. Les unités de méthanisation sont exonérées du paiement des impôts locaux telle la CFE (Contribution Financière des Entreprises). Pourtant la CFE contribue au paiement des services publics et ainsi à couvrir notamment l'entretien et le renforcement des voiries, le développement d'infrastructures adaptées.

PROPOSITION 4

Rétablir l'obligation de régler la CFE pour les unités de méthanisation, assortie d'une exonération durant les 3 premières années de fonctionnement. Le paiement de la CFE par les unités de méthanisation pourra améliorer leur acceptabilité par les riverains et les élus locaux, qui constateront une retombée fiscale directe pour la commune.

Réglementation

Le régime de "Déclaration" (réservé aux sites valorisant moins de 30 t/jour) qui consiste pour un exploitant à s'engager à respecter les prescriptions générales ne paraît pas adapté aux unités de méthanisation, même de petite taille. D'ailleurs dans de nombreux départements, les administrations exigent des dossiers de déclaration plus complets pour renforcer l'analyse du projet.

PROPOSITION 5

Réserver le régime de la "Déclaration" aux seuls projets de petite méthanisation, avec seuil de 10 t/jour, contre 30 t/jour actuellement. Basculer en "Enregistrement" les projets de méthanisation supérieurs à 10 t/jour. En parallèle, travailler avec l'administration pour optimiser l'instruction des dossiers "Enregistrement".

Réglementation et conduite des CIVE

Une récolte trop tardive des CIVE d'hiver peut remettre en cause la réussite de la culture suivante.

PROPOSITION 6

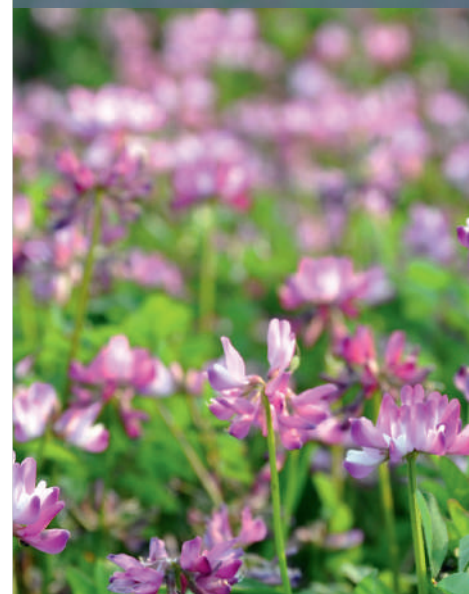
Décliner la date du 1^{er} juin définie par le Décret culture (pour différencier une CIVE d'une culture principale) selon les conditions agro climatiques pour fixer une date propre à chaque département.

Aides à l'investissement

Les aides ADEME sont versées au forfait (45€/MWh) sans modulation tenant compte de la qualité des projets.

PROPOSITION 7

Conserver un cadre national commun pour l'accès aux aides à l'investissement, complété par des aides régionales modulées grâce à un système de notation prenant en compte des critères écologiques et sociaux. Veiller à borner les notations pour éviter trop de discordances entre régions et engendrer des hétérogénéités de développement.





OPTIMISER LE COÛT DE PRODUCTION DU BIOMÉTHANE

Débit et injection

Du fait de l'interdiction d'augmenter de plus de 100 Nm³/h le débit d'injection, des exploitants construisent un 2^{ème} site lorsque le premier est saturé, ce qui ne permet pas d'économie d'échelle, tout en obligeant à créer de nouveaux sites avec les possibles impacts associés sur l'environnement.

PROPOSITION 8

Supprimer cette disposition et limiter l'augmentation au seuil des 25 GWh.

Suivi économique

La réglementation fixe une diminution régulière des tarifs d'achat, qui est trop rapide. L'objectif de réduction des coûts de production était trop ambitieux et doit être revu.

PROPOSITION 9

Mettre en place un suivi économique annuel et réviser régulièrement l'objectif de baisse de coût de production, par exemple à une fréquence bisannuelle, en concertation avec les acteurs. Supprimer le mécanisme d'ajustement du tarif d'achat (coefficient Di) en cas de dépassement d'un seuil global de production pour offrir davantage de visibilité aux producteurs.

Financement et visibilité

Les banquiers peinent à instruire les projets utilisant des Certificats de Production de Biogaz (CPB) : pas de garantie sur solvabilité de l'acheteur, diversité des conditions d'achat, faible durée des contrats. En outre, la valeur fixe des CPB tend à favoriser les plus grands projets.

PROPOSITION 10

Maintenir un tarif d'achat garanti pour des sites inférieurs à 25 GWh/an ; moduler les CPB selon la taille.





MASSIFIER LA FILIÈRE TOUT EN ÉVITANT LES CONCURRENCES D'USAGE

17 PROPOSITIONS
MÉTHANISATION

Capacité maximale (Cmax)

Des stratégies d'éviction peuvent apparaître sur certains territoires en raison d'une réservation excessive de capacité : compte tenu de la capacité limitée d'accueil de la majorité des réseaux gaz, la sur-réservation d'une capacité d'injection a pour corollaire d'empêcher d'autres producteurs de développer un projet méthanisation sur le même territoire.

PROPOSITION 11

Limiter la Cmax réservée à +30 % par rapport au débit injecté prévu la première année, avec réduction automatique si la Cmax n'est pas atteinte après deux ans.

Approvisionnement en biomasse

Sur les territoires, l'accès à la biomasse peut être concurrencé par des augmentations non contrôlées de capacité de traitement d'unités de méthanisation voisines.

PROPOSITION 12

Soumettre toute demande d'augmentation de capacité de production à un avis préalable par la Cellule biomasse régionale (DREAL, DRAAF, ADEME) du plan d'approvisionnement prévisionnel.





AMÉLIORER LA GOUVERNANCE AUX DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Instance de concertation

Les données sur les ressources en biomasse et leurs utilisations sont hétérogènes. Un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Biomasse a été lancé le 1^{er} mars 2024 pour constituer une instance de référence sur la biomasse et ses usages, en appui aux politiques publiques. Reste à articuler les travaux de ce GIS avec les autres dispositifs existants et avec les acteurs.

PROPOSITION 13

Créer une instance de concertation entre le GIS Biomasse et les acteurs de la société civile. Organiser la contribution du GIS Biomasse aux travaux de planification tels que la SNBC, la SNMB, les SRB.

Planification nationale et régionale

Alors que la Loi a prévu des dispositifs de planification tels que la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB) ou les Schémas Régionaux Biomasse (SRB), ces outils sont peu mobilisés, peu connus, et ne sont pas articulés entre eux ni avec les dispositifs proches.

PROPOSITION 15

Déployer les SRB sur toutes les régions ; réviser la SNMB en commençant par analyser l'ensemble des SRB.

Suivi national et régional

L'articulation entre les différents observatoires régionaux et le comité national est insuffisante pour offrir un suivi global.

PROPOSITION 14

Déployer une déclaration en ligne annuelle avec identifiant unique pour suivre les sites, intrants, capacités, et énergie produite. Pour les exploitants soumis à la certification RED, cette déclaration s'effectue dans le cadre de la certification.

Planifier les infrastructures gazières

Les territoires les plus éloignés des réseaux de gaz pourraient y avoir accès à des coûts maîtrisés, à condition d'anticiper la possibilité de raccorder plusieurs projets à terme. Cela nécessite de planifier l'évolution des réseaux de gaz, en se basant sur les potentiels de production, à des échelles territoriales adaptées.

PROPOSITION 16

Optimiser le dispositif du droit à l'injection et les zonages de raccordement, en visant davantage de réactivité et de proactivité pour favoriser l'émergence de nouveaux projets et ne plus uniquement répondre aux besoins des projets existants.

Fixer un cadre clair à l'échelle européenne

L'industrie gazière européenne a besoin d'un cap clair, qui soit cohérent avec les objectifs de neutralité climatiques en 2050, imposant de sortir complètement des énergies fossiles.

PROPOSITION 17

Adopter une directive européenne qui fixe comme objectif de produire et consommer 100 % de gaz vert à l'horizon 2050.

CONCLUSION

La question de la méthanisation est désormais pleinement entrée dans le champs politique. Elle interroge nos choix collectifs en matière d'agriculture et d'énergie.

Les « promesses » d'une méthanisation agroécologique que nous appelions de nos vœux ont-elles été tenues ? Le constat que l'on peut dresser aujourd'hui c'est que les agricultrices et agriculteurs qui pratiquent la méthanisation sont globalement dans la moyenne de l'agriculture française. La méthanisation « à la façon Solagro » que nous défendons est parfois jugée non représentative ; on nous renvoie aux « réalités » censées prouver que dans l'ensemble, le bilan serait plutôt négatif.

À y regarder de près, les différents travaux publiés jusqu'à ce jour montrent surtout une forme de neutralité : le plus souvent, le recours à la méthanisation ne transforme pas fondamentalement le système. Parfois, il l'améliore, dans de rares cas le dégrade.

Levons aussi un malentendu sur ces « promesses », un terme qui revient régulièrement dans le débat public. Qui a promis quoi à qui ? Que la méthanisation soit un levier de l'agroécologie c'est une chose ; que cet outil soit utilisé systématiquement dans ce sens en est une autre. La méthanisation agroécologique ne peut s'imposer comme le référentiel à adopter que si les politiques agricoles s'orientent dans cette direction. Ce n'est pas le cas aujourd'hui. Mais cela peut le devenir. Dans un scénario sans politique en faveur de l'agroécologie, la méthanisation remplit ses objectifs énergétiques et climatiques, sans impact significatif sur le modèle agricole. Dans un scénario avec une ambition agroécologique forte, elle contribue à faire évoluer le système. Alors pourquoi se priverait-on de ce levier ?

L'histoire n'est jamais écrite d'avance. Les prises de parole dans l'espace public se font de plus en plus nombreuses et argumentées. La méthanisation devient un enjeu de débat, un enjeu de société. Cette note se veut plus qu'une contribution de la part d'un acteur de terrain engagé dans la double transition, énergétique et agroécologique : elle invite l'ensemble des acteurs à militer en faveur de la méthanisation agroécologique.



LISTE DES FIGURES

Figure 1. Les pratiques agroécologiques en lien avec la méthanisation

Source : Plateforme OSAÉ <https://osez-agroecologie.org/>

Figure 2. Les différents types de projets méthanisation

Source : Solagro

Figure 3. Évolution du bilan fourrager en France, par système de production et par surfaces, entre 2000 et 2020

Source : Solagro, d'après AGRESTE

Figure 4. Approvisionnement des animaux : concentrés - en millions de tonnes de matières sèches

Source : Solagro

Figure 5. Quel devenir du chef d'exploitation ? - Horizon 3 ans

Source : Solagro

Figure 6. Reconception des rotations et intégration de CIVE (Avant/Après la méthanisation) - Biométhagri34

Source : Solagro

Figure 7. Avantages agronomiques des cultures intermédiaires à vocation énergétique

Source : Solagro

Figure 8. Impact de la hausse des températures sur le rendement des CIVE d'hiver d'une région à l'autre

Source : "Comment le changement climatique impacte le cycle de production des CIVE ?" - Nicolas DAGORN, Sylvain MARSAC, Olivier DEUDON (ARVALIS)

Figure 9. Carte du potentiel de ressources méthanisables en France, en 2050

Source : Solagro

Figure 10. Représentation des unités de biométhane selon leur taille par rapport au parc et à la production actuelle

Source : Solagro

Figure 11. Itinéraires de 6 unités de méthanisation à travers l'évolution de leur production

Source : Solagro

Figure 12. Évolution du nombre de méthaniseurs en France, d'ici 2050.

Source : Solagro

Figure 13. Le cycle de l'azote en agriculture

Source : D'après INRAE, INRAE Transfert et Solagro - Biométhane issu de biorressources agricoles, quels impacts environnementaux ? - 2022

Figure 14. Bilan d'azote comparé entre 2020 et 2050

Source : Solagro

Figure 15. Contributions de la biomasse à la production mondiale d'énergie en 2030, 2050 et 2100 selon différents scénarios

Source : GIEC – rapport d'évaluation n°6 – groupe de travail III – chap.3 - Fig-3.22. – version en langue anglaise.

Figure 16. Chiffres clé des énergies renouvelables

Source : DATALAB, Ministère de la Transition écologique, 2024.

Figure 17. Biogaz injecté dans les réseaux

Source : Observatoire Climat Énergie - Bilan énergétique de la France en 2023

Figure 18. Évolution des injections de biométhane Total : 11,6 TWh PCS

Source : Gestionnaires de réseaux <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffrescles-energies-renouvelables/fr/21-biomethane->

Figure 19. Objectifs fixés à la filière méthanisation par les scénarios négaWatt, les gaziers et les différentes versions de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) - Cibles communiquées en TWh

Source : compilation par Solagro de différentes sources (PPE, négaWatt, GRDF, Natran, Teréga) - 2025

Figure 20. Consommation totale de gaz et de gaz renouvelables et bas carbone (hors hydrogène) TWh PCS

Source : Conférence de presse "Perspectives gaz : consommer moins, mieux et renouvelable"

Figure 21. Les usages du gaz en 2050 dans le scénario négaWatt

Source : Scénario négaWatt, illustration Solagro

Figure 22. Évolution de la consommation de gaz carburant en France, en TWh, et volumes des garanties d'origines du biométhane utilisé comme carburant.

Source : ODRE (Open Data Réseaux Énergies)

Figure 23. Simulation théorique des besoins de renforcement du réseau gaz (traits noirs) et de création de rebours à l'échelle d'un département (Vendée)

Source : ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018. Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ?

Figure 24. Potentiel méthanogène à l'échelle cantonale de la Vendée

Source : ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018. Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ?

Figure 25. Décomposition sectorielle de la courbe de charge journalière de consommation de gaz, 2050N, scénario 100% EnR&R

Source : ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018. Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ?

Figure 26. Impact des digestats sur la qualité microbiologique des sols

Source : JRI2022, Battle KARIMI (NOVASOL)

Figure 27. Répartition des émissions en fonction du matériel

Source : Webinaire AURA-EE « Emissions fugitives de biogaz en méthanisation, bonnes pratiques pour les repérer et les limiter », 5/07/22.

Figure 28. Étapes considérées dans les bilans énergie GES de l'outil DIGES 3

Source : ADEME, EVEA, 2023

Figure 29. Évolution du nombre d'incidents au sein de la filière méthanisation depuis 2007, classés par gravité

Source : Base de données ARIA du BARPI, traitement Solagro

Figure 30. Évolution du coût de production en fonction de la taille des unités de méthanisation exprimée en GWh/an

Source : Simulations menées par Solagro

Figure 31. Objectifs pour le CCS en France

Source : Ministère de l'économie. Juillet 2024

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Récapitulatif des potentiels de ressources méthanisables en France, à l'horizon 2050

Source : Solagro

Tableau 2. Répartition des unités de méthanisation selon leur taille (parc et production)

Source : Solagro

Tableau 3. Évolution entre 2020 et 2050 des quantités de matière agricole à exporter des champs

Source : Solagro

Tableau 4. Quantités de matières méthanisées à l'horizon 2050

Source : Solagro

Tableau 5. Évolution de la production d'énergie primaire en TWh, selon le scénario négaWatt 2022

Source : négaWatt

Tableau 6. Évolution des usages du Gaz

Source : Solagro - Afterres2050

Tableau 7. Synthèse des différentes valeurs de facteurs d'émissions pour le gaz naturel et le biométhane

Source : Solagro

Tableau 8. Répartition des différents postes de consommation d'énergie d'unités de méthanisation en cogénération et en injection, en % (en énergie finale)

Source : Solagro issu Analyse données enquêtes DIGES 3

Tableau 9. Ratio énergie consommée par le transport / énergie contenue dans la matière transportée

Source : Solagro

Tableau 10. Nombre d'incidents et accidents survenus au sein des unités de méthanisation en France, suivant le type de dommage, depuis 2007 »

Source : Base de données ARIA du BARPI

Tableau 11. Nombre d'accidents recensés par type d'activité et par rubrique ICPE

Source : Base de données ARIA du BARPI, traitement Solagro

Tableau 12. Compilation des délibérations de la Commission de Régulation de l'Énergie pour l'évaluation des charges de service public de l'énergie, de 2017 à 2024.

Source : CRE - 2017-2024

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, GRDF, GRTGAZ, janvier 2018. Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ?
<https://librairie.ademe.fr/ged/1554/france-independante-mix-gaz-renouvelable-010503a-rapport.pdf>
- ADEME, 2024. Évolution des coûts des énergies renouvelables et de récupération entre 2012 et 2022
<https://librairie.ademe.fr/energies/7941-evolution-des-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-entre-2012-et-2022-synthese-9791029724978.html>
- Boros Léa, 2025. "Caractérisation des systèmes de culture associés à la méthanisation sans élevage et évaluation de leurs performances agro-environnementales sous différents scénarios climatiques." Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université Paris-Saclay
- Cadiou Jeanne, 2023. "Le déploiement de la politique de méthanisation agricole en France : implications pour la transition agroécologique." Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université Paris-Saclay
- CLER, Solagro, GRDF, septembre 2021. Les clés d'une méthanisation durable.
<https://cler.org/les-cles-dune-methanisation-durable/>
- CGEDD/CGAAER, 2021. Modalités de prise en compte des externalités du biogaz
<https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions-services/cge/media-document/externalite-biogaz.pdf>
- Cour des Comptes, mars 2025. Le soutien au développement du biogaz.
<https://www.ccomptes.fr/fr/publications/le-soutien-au-developpement-du-biogaz>
- CSF, 2021. Impact des digestats de méthanisation sur la qualité de l'eau
<https://aamf.fr/wp-content/uploads/2021/11/Impacts-digestats-qualite-eau-2021-CSF-Me%CC%81tha-GTEAU.pdf>
- EBA, 2024. Biogases toward 2040 and beyond. A realistic and resilient path to climate neutrality.
<https://www.europeanbiogas.eu/biogases-towards-2040-and-beyond/>
- EBA, février 2023. Beyond energy – monetising biomethane whole's system benefits.
<https://www.europeanbiogas.eu/beyond-energy-monetising-biomethanes-whole-system-benefits/>
- Énergie Partagée, 2019. Les retombées économiques locales pour des projets citoyens
<https://energie-partagee.org/wp-content/uploads/2019/12/energie-partagee-etude-retombees-economiques-synthese-4-pages.pdf>
- Euroobserver, décembre 2024. Baromètre énergies renouvelables dans les transports 2024.
<https://www.euroserv-er.org/barometre-energies-renouvelables-dans-les-transport-2024/>
- FranceAgrimer, septembre 2024. Nouveaux gisements méthanisables et conditions de leur mobilisation.
<https://www.franceagrimer.fr/Actualite/Etude-Nouveaux-gisements-methanisables-et-conditions-de-leur-mobilisation>
- FranceAgrimer, septembre 2024. Fiche de synthèse « CIVE d'hiver ».
https://www.franceagrimer.fr/content/download/74614/document/F1_CIVE_Hiver_VF.pdf
- FranceAgriMer, octobre 2022. Ressources en biomasse et méthanisation agricole : quelles disponibilités pour quels besoins ? Analyse des données théoriques de l'ONRB
https://www.franceagrimer.fr/content/download/69402/document/20221007_RESSOURCES_EN_BIOMASSE_ET_METHANISATION_2022_WEB-V2.pdf
- France Mobilité Biogaz, 2024. Panorama BioGNV.
<https://www.mobiogaz.fr/panorama-du-biog-nv-2024/>
- France Stratégie, 2021. Biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ?
<https://www.strategie.gouv.fr/publications/biomasse-agricole-ressources-potentiel-energetique>
- France Stratégie - juillet 2021 - Arvalis / Solagro
https://www.strategie-plan.gouv.fr/files/files/Publications/2021/0729%20biomasse%20agricole/fs-ns_-_biomasse-agricole_-_quelles_ressources_pour_quel_potentiel_-_29-07-21.pdf
- Gas for Climate, 2022. Biomethane production potentials in the UE.
https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2023/12/Guidehouse_GfC_report_design_final_v3.pdf
- GRDF, NaTran, Teréga, 2024. Perspectives Gaz 2024,
https://www.francegaz.fr/wp-content/uploads/perspectives_gaz_2024_final_web.pdf
- IEA, Renewables 2023 - Analysis and forecasts to 2028
<https://www.iea.org/reports/renewables-2023/special-sectionbiogas-and-biomethane>
- INRAE, juillet 2023. Impacts environnementaux et enjeux technico-économiques et sociétaux associés à la mobilisation de biomasse agricole et forestière pour la production d'énergie en France à l'horizon 2050.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20231020_INRAE_Biomasse-Energie-2050.pdf
- La Fabrique Écologique. 2023. « Les bioénergies : quelle place dans la transition énergétique ? »
<https://www.lafabriqueecologique.fr/les-bioenergies-quelle-place-dans-la-transition-energetique/>
- Ministère de l'économie. Juillet 2024. État des lieux et perspectives de déploiement du CCUS en France,
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/etat-des-lieux-et-perspectives-CCUS_0.pdf
- Ministère de la Transition Écologique, 2020. « Stratégie nationale bas-carbone ».
<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/3e-strategie-nationale-bas-carbone-snb-c-3>
- négaWatt - Scénario 2022
<https://negawatt.org/IMG/pdf/synthese-scenario-negawatt-2022.pdf>
- ODRE (Open Data Réseaux Énergie). <https://opendata.reseaux-energies.fr/> et <https://odre.opendatasoft.com/pages/observatoire-biomethane-v2/implantation-des-sites#implantation-des-sites>
- OFB. Ecoconcevoir des projets de méthanisation.
<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/527>
- OFB, 2025. Méthanisation. Incidences sur la biodiversité et ses habitats.
<https://ofb.gouv.fr/doc/methanisation-incidences-sur-la-biodiversite-et-ses-habitats>
- Région Nouvelle-Aquitaine, 2019, "Ensemble, pour un 100% gaz vert en 2050!"
https://solagro.org/images/imagesCK/files/publications/2023/2020_NouvelleAquitaine_Rapport_gazvert.pdf
- Solagro, 2019, MéthaLAE, la méthanisation, levier de la transition agroécologique.
<https://solagro.org/travaux-et-productions/references/methalae-comment-la-methanisation-peut-etre-un-levier-pour-lagroecologie>
- Solagro, 2024, « Quelles biomasses pour la transition énergétique »
<https://solagro.org/travaux-et-productions/publications/quelles-biomasses-pour-la-transition-energetique>

SITES DE RÉFÉRENCE SUR LA MÉTHANISATION

- **MéthaFrance**
Portail national de la méthanisation, informations pratiques sur les projets et les unités.
<https://www.methafrance.fr/>
- **InfoMétha**
Site d'information collaboratif qui vise à rassembler les connaissances scientifiques à jour sur la méthanisation et ses effets.
<https://www.infometha.org/>
- **Club Biogaz**
Interprofession du biogaz, le Club Biogaz a été créé au sein de l'ATEE en 1999, par les pionniers de la filière. Il rassemble les principaux acteurs français concernés par le biogaz et la méthanisation.
<https://atee.fr/energies-renouvelables/club-biogaz>.
- **European Biogas Association**
<https://www.europeanbiogas.eu/>
- **Ferti-Dig**
Guide de fertilisation avec les digestats en méthanisation
<https://fertiliser-avec-des-digestats.fr/>
- **INRAE : Bioénergies, quelle place pour la méthanisation ?**
<https://www.inrae.fr/bioeconomie/place-methanisation>
- **Méthanisation et agroécologie**
<https://afterres2050.solagro.org/debattre/methanisation/>
- **Centre de partage de ressources agroécologiques OSAÉ**
<https://osez-agroecologie.org/>
- **Décrypter l'énergie**
<https://decrypterlenergie.org/comprendre-la-methanisation-agricole>

LES PUBLICATIONS AFTERRES2050

- **Afterres2050- Scénario de prospective agricole et alimentaire - Édition 2026**
<https://afterres.org/ressources/afterres2050-le-scenario-edition-2026/>
- **Afterres2050 - Version 2016**
https://afterres.org/wp-content/uploads/2015/11/solagro_afterres2050_version2016.pdf
- **Afterres2050 - Biodiversité**
<https://afterres.org/ressources/afterres2050-biodiversite/>
- **Afterres2050 - Forêt-Bois**
<https://afterres.org/ressources/afterres2050-foret-et-filiere-bois-un-role-determinant-dans-la-transition-energetique/>

LES VIDÉOS & PODCASTS AFTERRES2050

- **Afterres2050- Le podcast - 2025 - La ferme des Robin**
<https://afterres.org/ressources/afterres2050-le-podcast/>
- **Afterres2050 - Le scénario en trois actes - 2023**
<https://afterres.org/ressources/afterres2050-le-scenario-en-3-actes/>

SOLAGRO

75 voie du TOEC CS 27608
31076 TOULOUSE cedex 03
05 67 69 69 69
solagro@solagro.org

En savoir plus sur >> <https://solagro.org>

Édition - 2026



ISBN : 978-2-494557-10-9 Prix : 15€

 **Solagro**

Afterres2050

Ce projet a bénéficié du soutien financier de :


Carasso
Daniel & Nina
Fondation sous l'égide de la Fondation de France

 Fondation Charles Léopold Mayer
pour le Progrès de l'Homme