03

La méthanisation

3.1. Qu'est-ce que la méthanisation ?

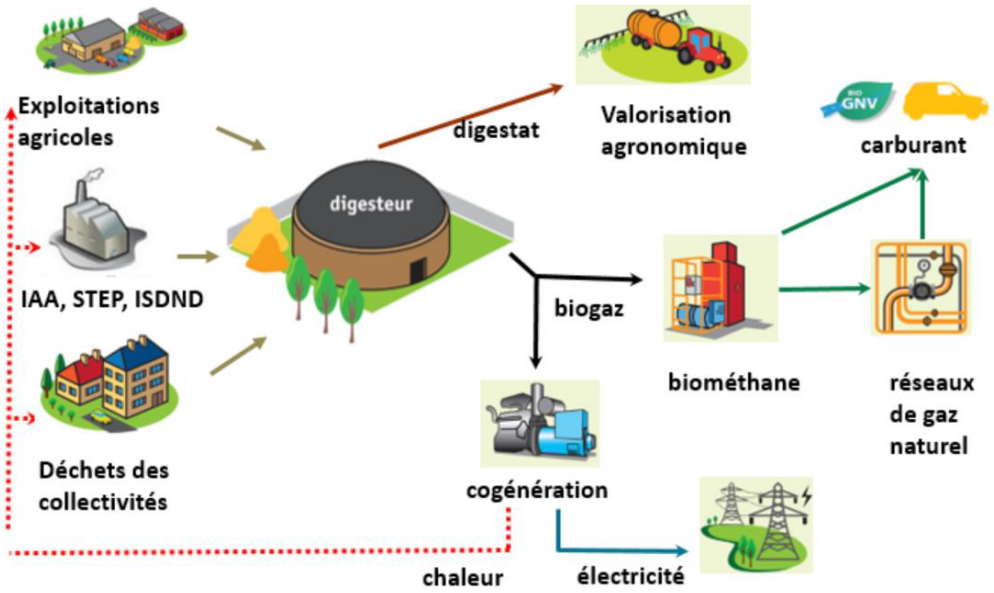
3.1.1. Principe

La méthanisation est un processus biologique naturel, qui par la fermentation de matières organiques en condition contrôlée et absence d'oxygène, produit une énergie verte renouvelable (le biogaz) et un fertilisant naturel (le digestat).

Le biogaz est valorisé soit en cogénération (chaudière et/ou électricité), soit injecté dans le réseau de gaz GRDF ou GRT après épuration.

Le digestat est épandu dans les parcelles agricoles en remplacement des engrais chimiques.

La méthanisation s'inscrit pleinement dans les objectifs de la transition énergétique1, visant à réduire la dépendance de la France aux énergies fossiles, limiter les émissions de gaz à effet de serre (GES), et promouvoir une économie circulaire, locale et durable.



Source : Atee

Principe de la méthanisation : sources d'intrants et valorisation du biogaz et du digestat produit

A noter : Pourquoi le préfixe « Bio » de biogaz ?

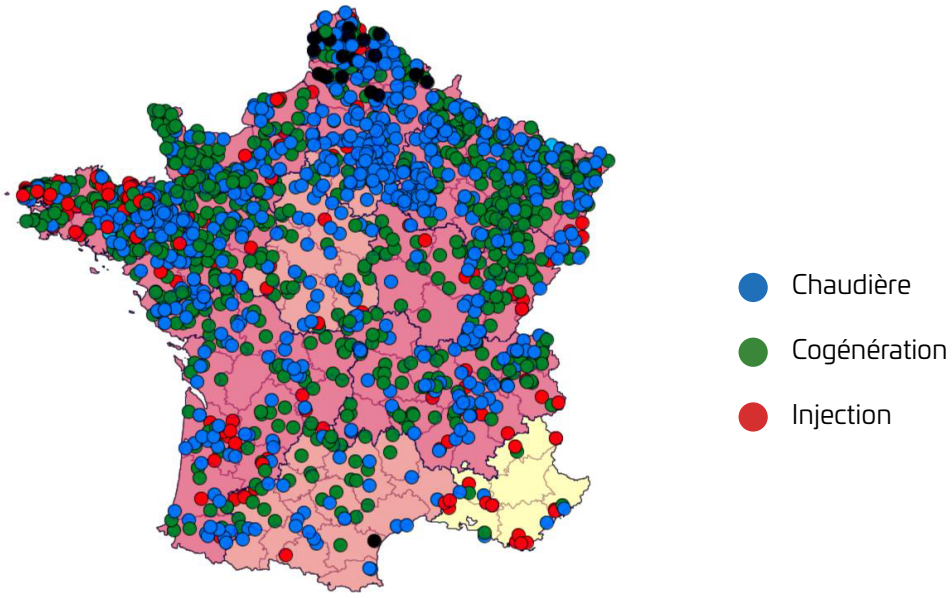
Le biogaz porte le préfixe «bio-» parce qu'il est issu de matières organiques naturelles et produit par un processus biologique.

Ainsi l'appellation biogaz, utilisée dans ce document, est l'appellation officielle qui désigne le gaz issu de la méthanisation, pour le différencier du gaz naturel issu des gisements souterrains.

De la même manière, le biométhane désigne le méthane issu de méthanisation après épuration des autres gaz, injecté dans le réseau.

3.1.2. La méthanisation en France

Au 1er janvier 2025, est recensé 1 730 sites de méthanisation (en cogénération de chaleur ou électricité et en injection de gaz dans les réseaux) répartis sur le territoire français (base de données SINOE).



Source : Bases de données SINOE

Unités de méthanisation en fonctionnement en France

Régions	Nombres d'unités
Grand Est	362
Bretagne	267
Haut de France	187
Normandie	184
Auvergne Rhône Alpes	150
Pays de la Loire	136
Nouvelle Aquitaine	134
Bourgogne-Franche-Comté	94
Isle de France	67
Centre Val de Loire	66
Occitanie	60
Sud/PACA	23
Total	**1 730**

La répartition géographique des unités de méthanisation en France présente un contraste notable entre le nord et le sud du pays. Les régions du nord, telles que le Grand Est, la Bretagne, les Hauts-de-France et la Normandie, concentrent une majorité des installations.

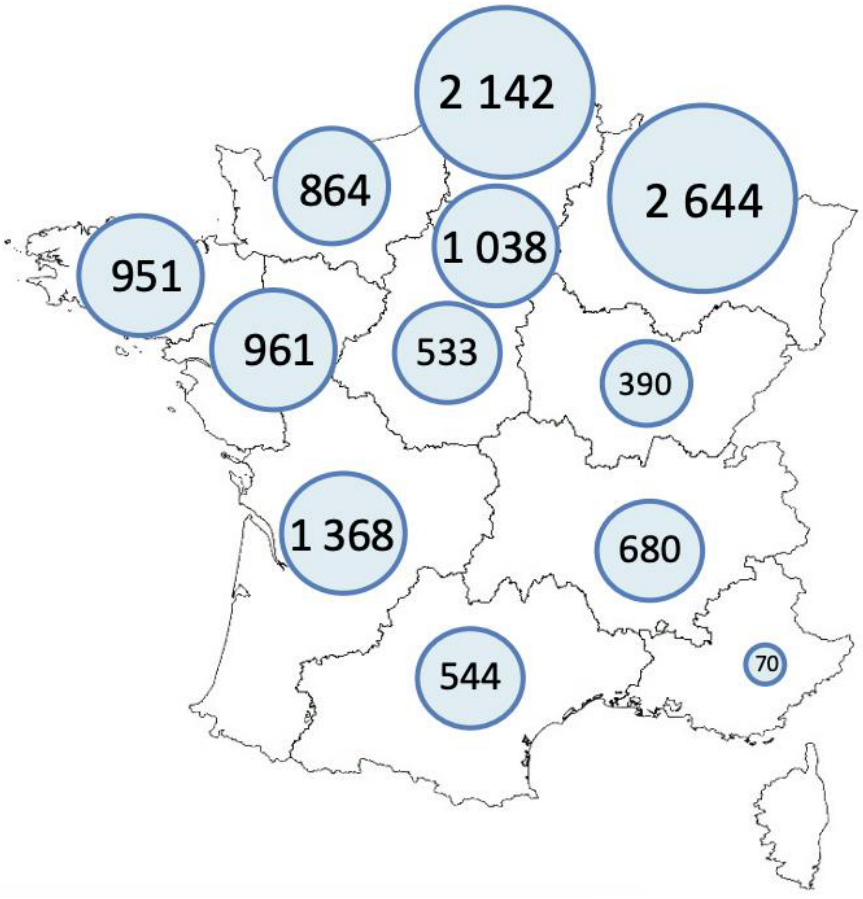
Cette disparité nord / sud s'explique par plusieurs facteurs:

- **Densité d'élevage :** Les régions du nord possèdent une forte densité d'exploitations agricoles, notamment d'élevage, fournissant une quantité importante de matières organiques propices à la méthanisation.
- **Politiques régionales :** Des politiques incitatives et un soutien institutionnel plus marqués ont favorisé le développement de projets de méthanisation dans ces régions.

Les raisons de cette disparité incluent :

- **Moindre densité agricole :** Le sud possède une densité d'élevage plus faible, réduisant la disponibilité de matières premières pour la méthanisation.
- **Contraintes climatiques :** Les conditions climatiques peuvent limiter la production de certaines cultures intermédiaires destinées à la méthanisation.
- **Moins d'incitations régionales :** Un soutien institutionnel et des politiques incitatives moins développés ont freiné l'essor de la méthanisation dans ces régions.

Avec des politiques adaptées et une meilleure valorisation des ressources locales, ces régions souhaitent accroître leur contribution à la production de biogaz, favorisant ainsi une transition énergétique plus équilibrée sur l'ensemble du territoire.



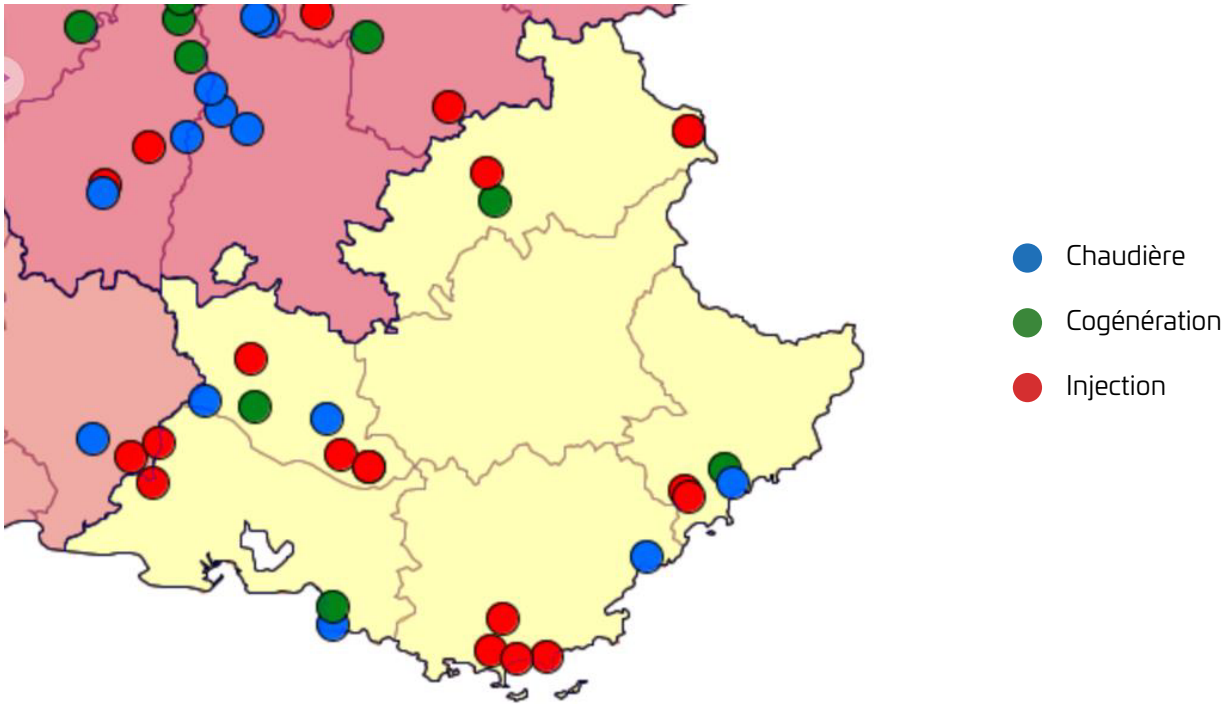
Source : Tableau de bord biométhane (T1-2024) -SDES Utilisation des résidus de culture en méthanisation Ademe

Capacité de production de biométhane (en GWh/an)

3.1.3. La méthanisation en Région Sud

En région Sud/Provence Alpes Côtes d'Azur, on compte 23 sites en exploitation et une quarantaine de projets en cours.

La région se distingue par le peu d'unités en fonctionnement, notamment hors STEP, et leur petite dimension par rapport à la tendance nationale.



Source : Bases de données SINOE

Unités de méthanisation en Région Sud

La Région Sud s'engage activement dans le développement de la méthanisation, une composante clé de sa stratégie énergétique visant la neutralité carbone d'ici 2050.

Pour soutenir le développement de projets de production de biogaz et atteindre les objectifs ambitieux fixés dans le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires), le SRADDET (document de planification) ainsi que le Plan climat régional « gardons une COP d'avance », la Région SUD Provence Alpes Côte d'Azur s'est dotée en 2019 d'un cadre d'intervention pour la production de gaz renouvelable, principalement liés aux projets de méthanisation.

Pour rappel, le SRADDET a fixé des objectifs ambitieux pour développer cette filière : 267 MW installés en 2030 et 570 MW en 2050. En parallèle, le PRGPD (Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets) fixe des objectifs de valoriser 40kg/hab/an de biodéchets issus des OMr (Ordures Ménagères résiduelles) en 2025 et la loi AGEC a avancé l'obligation de tri à la source biodéchets au 1er janvier 2024.

Il y a donc un fort enjeu de développement et d'accompagnement de la filière, de sa structuration jusqu'à sa massification.

L'objectif de la Région Sud est le déploiement de 330 unités de méthanisation d'ici 2030 : La région ambitionne de mettre en service une trentaine d'unités supplémentaires, s'appuyant sur un gisement régional mobilisable évalué à 1 million de tonnes, dont la moitié issue du monde agricole.

Le programme Métha'Synergie, lancé en 2018, regroupe des partenaires tels que l'ADEME, la DREAL, la Chambre régionale d'agriculture, GRDF, GRTgaz et le GERES. Ce consortium offre un accompagnement technique et financier aux porteurs de projets, favorisant ainsi l'émergence de nouvelles installations.

3.2. En quoi la méthanisation contribue-t-elle aux enjeux de transition actuels ?

3.2.1. Développer une énergie renouvelable

La part des énergies renouvelables devra doubler d'ici 2030 pour représenter 32 % de la consommation d'énergie en France.

Nous disposons de nombreuses énergies renouvelables sur notre territoire qui se complètent pour diversifier la production énergétique et réduire notre dépendance aux énergies fossiles.

La France détient notamment le 1er gisement éolien, le 3e gisement solaire et la 4e surface forestière d'Europe.

De son côté, le biogaz prend une place grandissante dans le mix énergétique, avec un double avantage : la méthanisation permet d'en produire toute l'année et il peut être valorisé dans les réseaux de gaz.

Aujourd'hui, le gaz naturel consommé en France est presque intégralement importé. Or dans le contexte énergétique actuel, il devient indispensable de développer une indépendance énergétique au niveau local. La méthanisation permet d'atteindre cet objectif.

En 2030, le biogaz devrait représenter 10 % de la consommation de gaz en France.

La productions de biométhane issus de la méthanisation bénéficie de garanties d'origine (GO). Ces certificats, délivrés pour chaque mégawattheure (MWh) d'énergie renouvelable produite, assurent la traçabilité et la transparence de l'origine de l'énergie. Les garanties d'origine permettent aux collectivités de démontrer que l'énergie consommée est effectivement renouvelable, contribuant ainsi à leurs objectifs de transition énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre[2].

ZOOM SUR LA RÈGLEMENTATION ÉNERGÉTIQUE

Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), promulguée en août 2015 établit les grandes orientations de la politique énergétique française, notamment en matière de développement des énergies renouvelables

Plus précisément, l'article L100-4 du Code de l'énergie, modifié par la LTECV, stipule que la part des énergies renouvelables dans la consommation de gaz doit atteindre 10 % d'ici 2030.

Cet objectif a été réaffirmé par la Loi Énergie-Climat de 2019, consolidant ainsi l'engagement de la France en faveur du développement du biogaz.

Pour atteindre cette cible, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), outil de pilotage de la politique énergétique, prévoit une augmentation progressive de la production de biogaz.

La PPE 2019-2028 fixe des objectifs de production de biogaz de 14 TWh en 2023 et entre 24 et 32 TWh en 2028, avec une part croissante de biométhane injecté dans les réseaux.

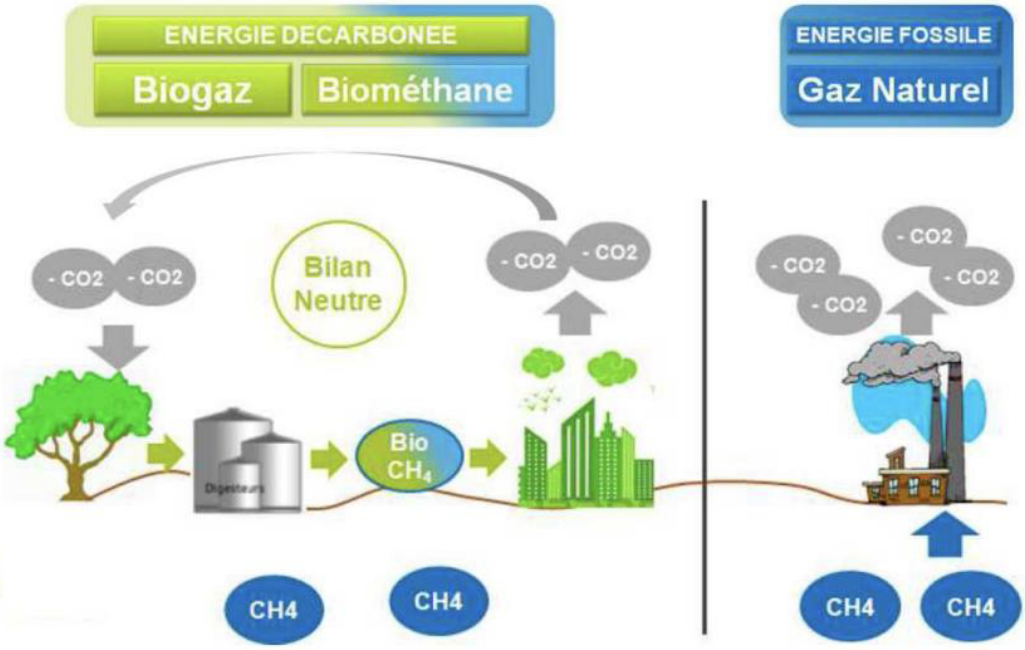
Ces mesures s'inscrivent dans une stratégie globale visant à réduire la dépendance aux énergies fossiles, à diversifier les sources d'énergie et à promouvoir une économie plus respectueuse de l'environnement.

3.2.2. Limiter les émissions de gaz à effet de serre

Le gaz naturel est un carburant fossile : il libère du carbone «ancien», stocké dans le sous-sol depuis des millions d'années. Quand on brûle du gaz naturel, on ajoute du CO_2 dans l'atmosphère, qui vient «saturer» le cycle carbone naturel.

Le biogaz, lui, est issu de matières organiques récentes (déchets agricoles, effluents d'élevage, biodéchets alimentaires). Quand on le brûle, on réémet simplement le carbone qui avait été capté il y a quelques mois ou années par les plantes pendant leur croissance.

Le biogaz est considéré comme une énergie renouvelable et neutre en carbone. En effet, le carbone émis lors de sa combustion est celui capté par les végétaux méthanisés.



Différence d'émission de CO2 entre le biogaz et le gaz naturel

Egalement, la méthanisation évite des émissions naturelles de méthane qui seraient produites si les déchets se décomposaient à l'air libre.

Le biogaz généré par la méthanisation émet 10 fois moins de CO_2 que le gaz naturel, qui est une énergie fossile provenant de gisements souterrains.

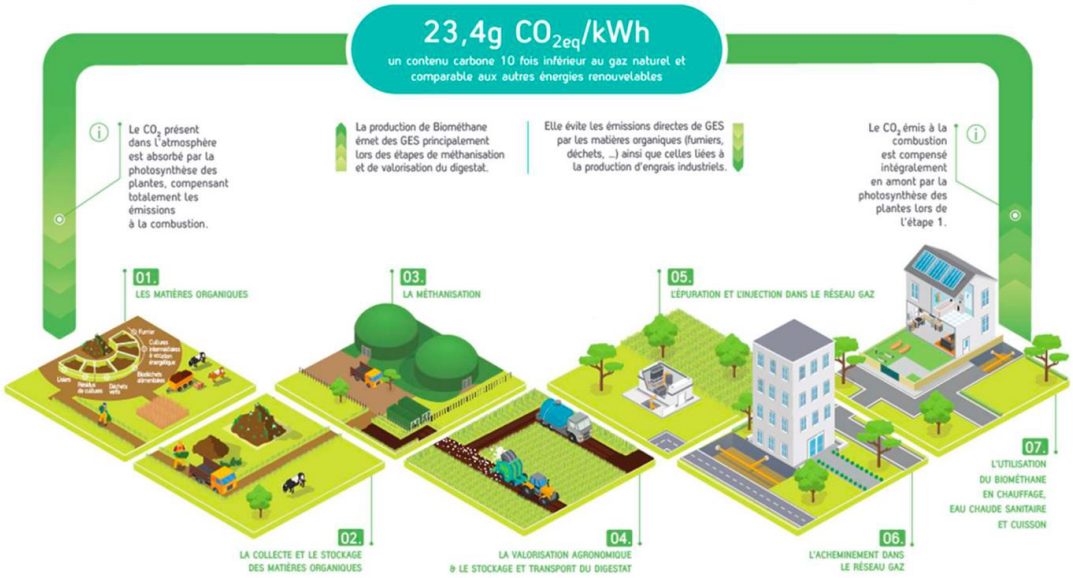
Source Ademe : le biogaz injecté émet environ 20 à 30 g de CO_2 équivalent par kWh produit, contre 200 et 250 g de CO_2 équivalent par kWh pour le gaz naturel soit 10 fois moins de GES.

Analyse Cycle de Vie

Le principe d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV) est une méthode d'évaluation environnementale normalisée (ISO 14040-44) qui consiste à quantifier les impacts environnementaux d'un produit, d'un service ou d'un procédé, sur l'ensemble de son cycle de vie.

L'analyse de cycle de vie (ACV) du biométhane la plus complète, réalisée par QUANTIS/ENEA en 2017, évalue l'impact environnemental du biométhane en tenant compte de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre tout au long de son cycle de vie.

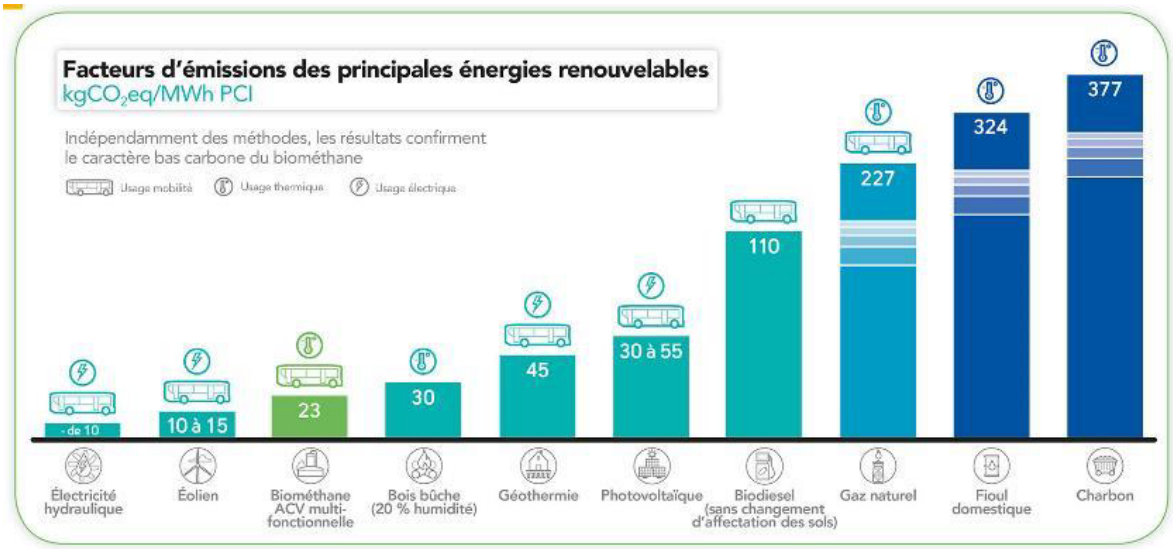
Cette approche permet d'évaluer précisément l'impact environnemental de la filière biométhane, avec une valeur de 23,4 g CO_2eq/kWh.



Source : GRDF

Analyse du cycle de vie du biométhane

En comparaison avec les principales sources d'énergies :



Source : QUANTIS/ENEA 2017

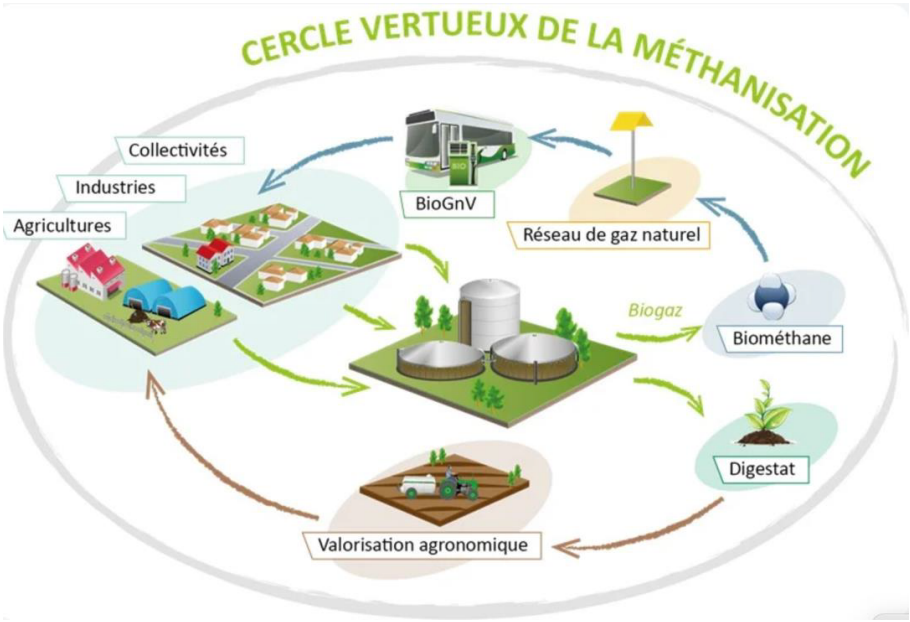
Facteurs d'émissions des principales sources d'énergies

3.2.3. Participer à l'économie circulaire

L'économie circulaire vise à optimiser l'utilisation des ressources et à réduire les déchets en favorisant des pratiques telles que le réemploi, la réparation, le recyclage. Ce modèle économique durable repense nos modes de production et de consommation pour un développement compatible avec les enjeux du développement durable : environnementaux, économiques et sociaux.

La méthanisation est un parfait exemple d'économie circulaire appliquée à la gestion des déchets organiques et à la production d'énergie.

Son principe repose sur la valorisation locale de ressources existantes, au lieu de produire de nouveaux déchets ou d'exploiter des ressources fossiles.



Source : Total Energie

Voici comment elle s'inscrit concrètement dans l'économie circulaire :

1. Valorisation de matières organiques

La méthanisation utilise des déchets agricoles (effluents d'élevage, résidus de cultures), biodéchets alimentaires, boues de stations d'épuration ou déchets agro-industriels.

> Ces matières, au lieu d'être jetées ou brûlées, sont réutilisées comme matière première.

La méthanisation reçoit également des CIMSE (Cultures Intermédiaires à Multi Services Environnementaux) misent en place entre 2 cultures principales pour éviter de laisser les sols à nu et ainsi protéger les sols de l'érosion, limiter les lessivage de nitrates et minéraux (cf 2.9.2 Evolution des pratiques culturales : mise en place des cultures intermédiaires)

2. Production d'énergie renouvelable

Ces déchets sont dégradés par des micro-organismes, produisant du biogaz (méthane) qui est transformé en électricité, chaleur ou injecté dans le réseau.

> L'énergie produite est locale, décarbonée et contribue à réduire la dépendance aux énergies fossiles.

3. Restitution au sol

Le processus génère également un résidu naturel, appelé digestat, qui est riche en nutriments.

> Ce digestat est utilisé comme fertilisant organique pour les sols agricoles, remplaçant les engrais chimiques.

4. Bouclage du cycle localement

- Les déchets sont collectés à proximité.
- L'énergie est consommée localement.
- Le digestat fertilise les terres locales.

> Le système fonctionne en circuit court, réduit le transport, diminue les émissions de CO^2 et soutient l'économie locale.

3.2.4. Réduire l'usage des engrais chimiques

Le digestat est le résidu organique issu du processus de méthanisation.

Une fois que les matières ont fermenté dans le digesteur pour produire du biogaz, il reste une matière stabilisée, riche en éléments nutritifs.

C'est un engrais naturel, contrairement aux engrais de synthèse.

3.2.5. Créer de l'emploi

Les unités de méthanisation créent systématiquement des emplois dans les territoires sur lesquels elles s'implantent. Ces emplois sont directs, locaux et non délocalisables.

Une unité de méthanisation agricole génère en moyenne :

- 2 à 3 emplois directs permanents pour son exploitation (maintenance, conduite d'installation, gestion des substrats),
- Jusqu'à 10 emplois indirects dans les filières associées (bureaux d'études, transport de matières, épandage, services techniques, maintenance industrielle).

3.3. Que peux-t-on méthaniser ?

3.3.1. Généralités

Sont méthanisables toutes les matières organiques biodégradables, c'est-à-dire toutes les matières pouvant être décomposées naturellement par des micro-organismes en absence d'oxygène (digestion anaérobie).

On les appelle des intrants méthanisables.

La capacité des intrants à produire du méthane est déterminé par le potentiel méthanogène.

Voici les grandes catégories de matières que l'on peut méthaniser :

3.3.1.1. Intrants agricoles

- Effluents d'élevage : lisier, fumier, fientes de volailles
- Résidus de culture : pailles, fanes, pulpes, épis, etc.
- Cultures intermédiaires à Multi Services Environnementaux (CIMSE : semées entre deux cultures principales sans nuire à l'alimentation humaine

Ces matières représentent la base des projets de méthanisation agricole.

3.3.1.2. Déchets agroalimentaires

- Résidus de production (restes de fruits/légumes, drêches, marc de raisin…)
- Sous-produits animaux (graisses, abats, lait périmé…)
- Déchets d'abattoirs

Utilisables sous réserve de traitements hygiéniques et réglementaires (sous-produits animaux = réglementation stricte).

3.3.1.3. Biodéchets des collectivités

- Déchets alimentaires issus de la restauration collective, supermarchés, cantines, etc.
- Déchets de cuisine et de table collectés séparément des ordures ménagères

De plus en plus valorisés dans le cadre de la réglementation sur le tri à la source des biodéchets (obligatoire pour tous dès le 1er janvier 2024).

3.3.1.4. Boues de stations d'épuration

- Boues issues du traitement des eaux usées domestiques

Ces boues sont souvent méthanisées sur site pour produire de l'énergie en autoconsommation.

3.3.1.5. Non méthanisables

- Matières ligneuses (branches, bois, sciure brute...)
- Déchets plastiques, métaux, minéraux
- Matières toxiques ou non organiques

ZOOM SUR LA LOGIQUE TRI À LA SOURCE

Mélange interdit avec les boues d'épuration

Les boues d'épuration ainsi que les effluents chargés des unités de traitement des eaux usées urbaines ou industrielles peuvent présenter un pouvoir méthanogène suffisamment intéressant pour permettre une méthanisation.

Les boues n'ont pas statut de biodéchets au sens de l'article L.541-1-1 du Code de l'environnement ainsi le mélange des boues de step urbaine ou industrielle avec d'autres substrats que des boues est interdit.

Autrement dit , il est interdit d'incorporer des boues dans une ration d'intrants agricole et biodéchets dans un méthaniseur. Pour méthaniser les boues d'épuration il est obligatoire de dédier une ligne de process de méthanisation uniquement propres aux boues d'épuration.

ZOOM

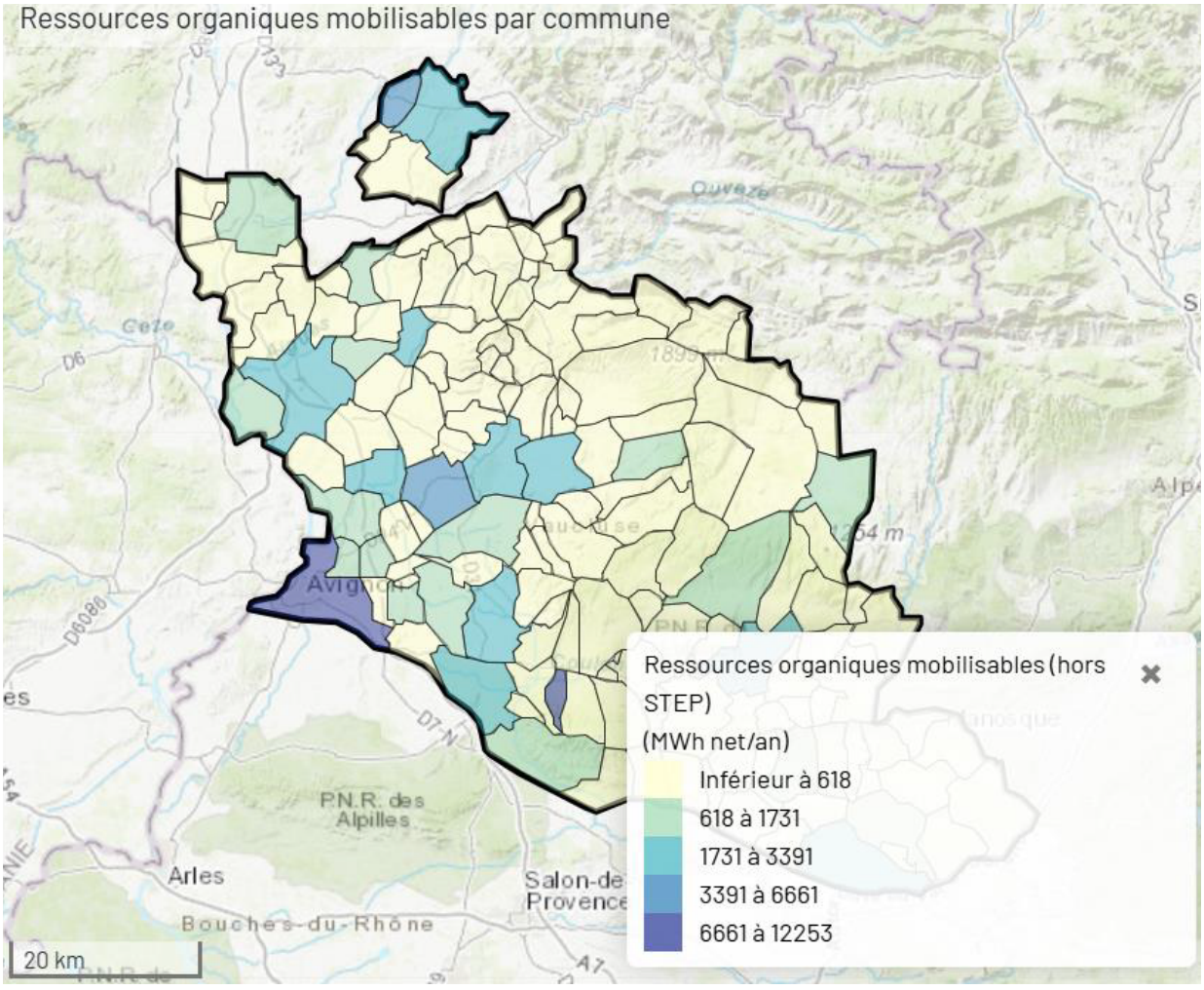
3.3.2. Le gisement local

Le Vaucluse, avec son agriculture diversifiée et ses activités agroalimentaires, présente un potentiel intéressant pour la méthanisation.

A l'échelle du département, on estime que le gisement potentiel de déchets méthanisables est d'environ 204 510 t/an (hors boues de STEP et CIMSE) dont :

- 80% (165 000 t/an) de déchets agricoles: résidus de cultures, pulpes, et autres sous-produits agricoles.
- 10% (19 000 t/an environ) de déchets issus des industries agroalimentaires issus des nombreuses entreprises de transformation présentes dans le département.
- 10% (19 000 t/an environ) de déchets des collectivités avec la mise en place progressive du tri à la source, ces déchets deviennent une ressource croissante pour la méthanisation.

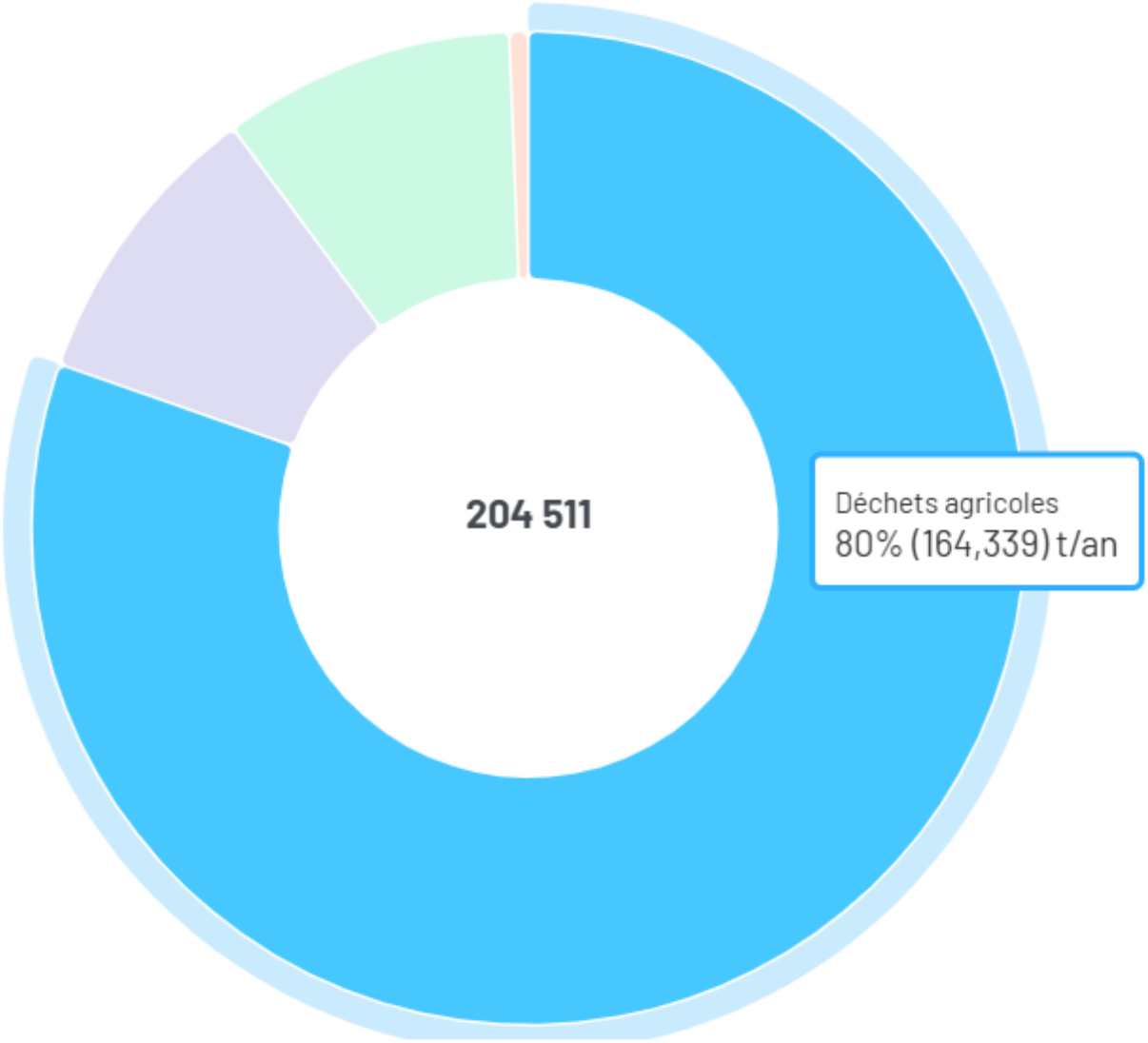
Source et détails : https://cigale.atmosud.org/methazoom.php



Gisements	En tonnes/an	Équivalent MWh/an	Équivalent Nm3 CH4/an
Bruts hors STEP	387 254	165 971	17 110 447
Mobilisable hors STEP, selon ratios à dire d'expert	204 510	88 757	91 502 204
Gisement des STEP	11 256	19 609	2 022 221

Le gisement mobilisable à dire d'experts, hors STEP se répartit de la manière suivante

Gisement mobilisable (t/an)



Type	En tonnes/an	Équivalent MWh/an
Déchets agricoles	164 339	54 904
Déchets collectivités	19 442	17 321
Déchets et sous-produits IAA	19 488	14 969
Marchés distribution	1 242	1 564

3.4. Comment ça marche la méthanisation ?

Rappel : La méthanisation est un procédé biologique naturel permettant la dégradation de la matière organique par une fermentation anaérobie c'est à dire sans apport d'oxygène et dans un environnement chaud (entre 38 et 42°C).

Le processus biologique se déroule en 4 étapes :

- **Hydrolyse (1 à 3 jours)**

Les grandes molécules organiques (glucides, lipides, protéines) sont découpées en éléments simples (sucres, acides aminés, acides gras)

- **Acidogénèse (1 à 5 jours)**

Les éléments simples sont fermentés en acides organiques, H_2, CO_2, alcools

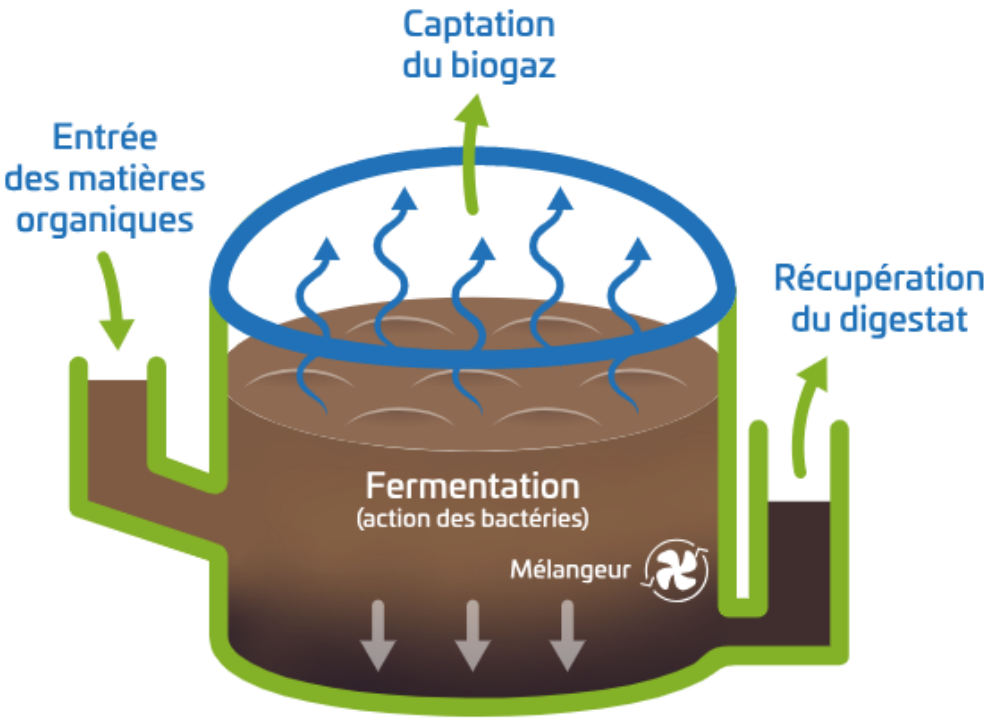
- **Acétogénèse (1 à 5 jours)**

Les acides organiques sont transformés en acétate, CO_2 et hydrogène

- **Méthanogenèse (7 à 15 jours)**

Les archées méthanogènes produisent du CH_4 (méthane) et du CO_2

La technologie la plus utilisée est la digestion par voie humide réalisée dans des digesteur :



Procédé anaérobie en digesteur

Photo de 2 digesteurs (gauche et droite) et le stockage du digestat au centre

Le procces d'une durée d'un mois en digesteurs produit deux éléments essentiels3 :

Le biogaz brut est composé de méthane (50 à 65 %), de CO_2 (30%) et de traces d'autres gaz. Il peut être valorisé :

- en électricité (via une cogénération),
- en chaleur (injecté dans un réseaux de chaleur),
- ou épuré pour devenir du biométhane injectable dans le réseau de gaz.

Le digestat : résidu fertilisant désodorisé, riche en azote, phosphore et potassium, qui améliore la structure des sols, favorise la rétention d'eau et permet de fermer le cycle des nutriments en remplacement des engrais chimiques.

3.5. Les biodéchets : quels enjeux concernant leur traitement et valorisation ?

3.5.1. Réglementations

Des biodéchets issus de la collecte séparée des ménages et entreprises, dans le cadre du tri à la source rendu obligatoire par la loi AGEC.

La loi AGEC (Anti Gaspillage pour une Economie Circulaire) du 10 février 2020 et le Code de l'environnement – Article L541-21-1 imposent :

La collecte sélective tri à la source (séparation des biodéchets) AGEC article 88 :

- Au 1er janvier 2023 pour les producteurs de plus de 5 tonnes de biodéchets/an,
- Au 31 décembre 2023 à tous les producteurs de biodéchets y compris collectivités territoriales.

Le traitement des biodéchets par filière de retour au sol :

- Par compostage,
- Par méthanisation.

Référence complémentaire :

- Directive européenne 2018/851 du 30 mai 2018

Modifiant la directive cadre sur les déchets, elle impose aux États membres de mettre en place un tri à la source des biodéchets d'ici fin 2023, avec valorisation prioritaire par retour au sol.

Depuis 2012, de nombreuses lois sont venues progressivement imposer de ne plus jeter les biodéchets dans la poubelle classique, d'abord pour les entreprises, puis depuis le 1er janvier 2024 (La loi AGEC (relative à la lutte contre le gaspillage pour une économie circulaire) du 10 février 2020), pour tout producteur de biodéchets, y compris les ménages.

3.5.2. Définition

Les biodéchets sont définis par le Code de l'environnement, à l'article L.541-1-1, comme :

« Les déchets non dangereux biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine produits par les ménages, les restaurants, les traiteurs ou les magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant des établissements de production ou de transformation de denrées alimentaires. »

En pratique, les biodéchets regroupent les déchets des ménages issus du tri à la source:

- Les restes alimentaires : pain, marc de café, restes de repas, produits périmés sans emballage ;
- Les déchets de cuisine : coquilles d'oeufs, épluchures, produits avariés non emballés ;
- Les déchets verts : tontes de pelouse, tailles de haies, feuilles mortes (traités à part en compostage mais inclus dans la définition).

A l'heure actuelle, ces biodéchets restent très souvent mélangés aux déchets résiduels non triés. En France, la poubelle résiduelle des ménages (tout-venant) contient ainsi un tiers de biodéchets, soit 83 kg / an / habitant.

En mélange avec les ordures ménagères résiduelles, les biodéchets sont alors envoyés en incinération ou mis en décharge. Au total, 5,5 millions de tonnes de biodéchets finissent chaque année incinérés ou enfouis au lieu d'être valorisés. L'enjeu est donc de sortir les biodéchets de la poubelle résiduelle, d'une part en les réduisant, et d'autre part en permettant le tri à la source de ceux qui sont inévitables.

A noter : les déchets de cuisine et de table (DCT) et les denrées alimentaires périmées considérées comme des SPan de catégorie 3.

ZOOM SUR LES SPan

Les SPan sont des matières d'origine animale qui ne sont pas destinées à la consommation humaine, mais qui peuvent être valorisées ou doivent être traitées selon des règles strictes, en raison de risques sanitaires potentiels.

Ils sont classés en trois catégories selon leur risque :

Catégorie	Niveau de risque	Exemples	Valorisation possible
Catégorie 1	Risque très élevé (ESB, etc.)	Animaux morts contaminés, parties interdites	Élimination obligatoire (incinération)
Catégorie 2	Risque sanitaire significatif	Fumiers, lisiers, contenu du tube digestif	Méthanisation, compostage
Catégorie 3	Risque faible	Déchets de cuisine, graisses, restes de découpe	Méthanisation, compostage alimentation animale (dans certains cas)

Les SPan sont encadrés par :

- Le règlement (CE) n° 1069/2009,
- Le règlement (UE) n° 142/2011, qui définissent leur traitement, leur transport et leur valorisation.

Seuls les SPan de catégorie 2 ou 3 sont valorisés en compostage ou méthanisation, conformément à un dossier de règlement sanitaire.

Un guide de classification des sous-produits animaux et de leurs devenirs rédigé par le ministère de l'agriculture et de l'alimentation / DGAL consultable à partir du lien : https://agriculture.gouv.fr/les-sous-produits-animaux-et-les-produits-qui-en-sont-derives-valorisation-et-elimination

3.5.3. Les modes de collectes des biodéchets

Avec l'entrée en vigueur du tri à la source des biodéchets , plusieurs modes de collecte peuvent être mis en place, en fonction du contexte local (urbain, rural, densité de population, moyens logistiques, etc.).

L'objectif est de séparer les biodéchets des Ordures Ménagères résiduelles, afin de les orienter vers une valorisation organique (compostage ou méthanisation).

Mode de collecte	Principe	Avantages	Inconvénients
Porte-à-porte	Collecte à domicile via bac ou bioseau spécifique	Facilité pour l'usager, bon taux de tri	Coût logistique plus élevé, collecte fréquente nécessaire
Point d'apport volontaire (PAV)	Bornes accessibles dans l'espace public pour y déposer les biodéchets	Moins coûteux, accès libre	Moins adapté aux zones peu denses, tri parfois moins respecté
Apport direct (professionnels, cantines, restaurants)	Collecte ou dépôt direct des biodéchets par les gros producteurs (cantines, commerces...)	Volumes importants, flux réguliers, adaptés à la méthanisation	Encadrement réglementaire strict, gestion spécifique
Compostage de proximité	Compostage individuel ou partagé (pied d'immeuble, quartier...)	Autonomie locale, faible coût, mobilisation citoyenne	Volumes limités, besoin d'animation et d'accompagnement

Chaque mode de collecte des biodéchets présente ses propres avantages et inconvénients, en fonction du contexte d'usage, de la densité de population, des moyens logistiques disponibles et des objectifs de valorisation. Il n'existe pas de solution unique ou universelle : chaque mode apporte une réponse adaptée à un besoin spécifique.

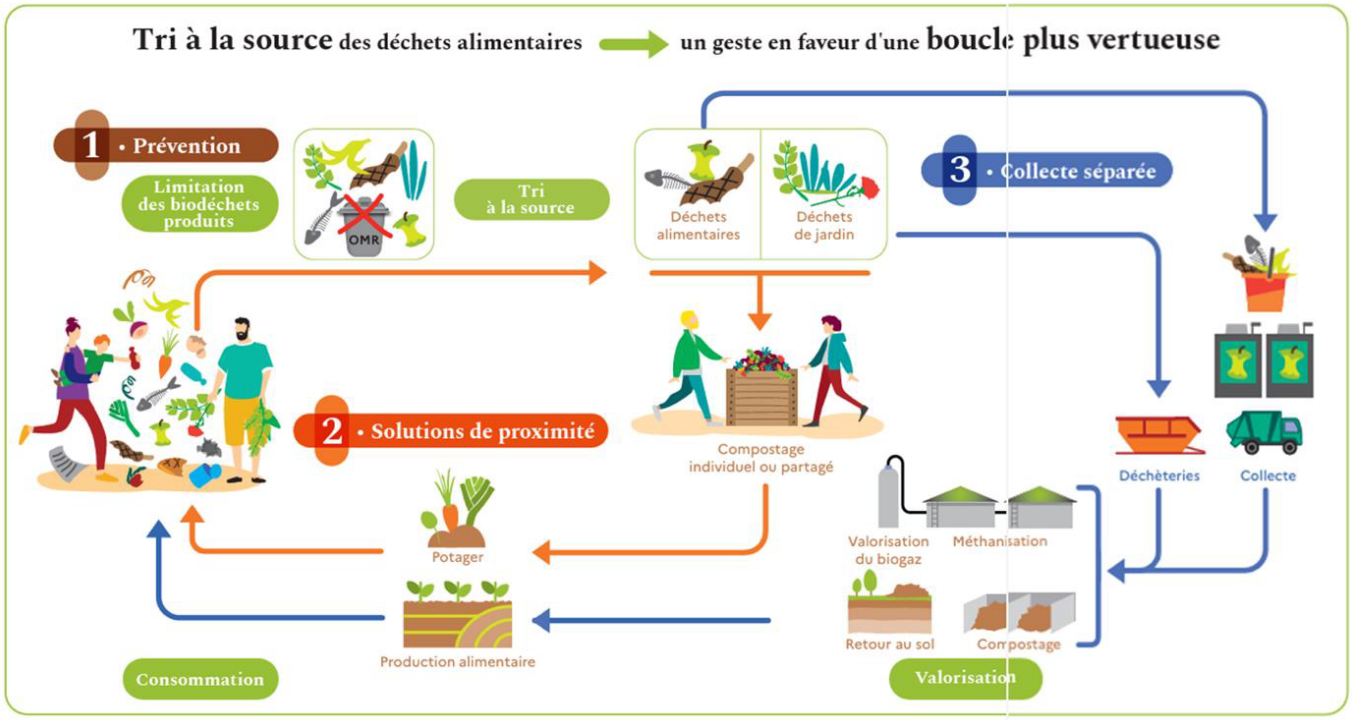
Ainsi :

- Le porte-à-porte est très efficace pour capter les biodéchets en zone urbaine dense ou dans les quartiers pavillonnaires.
- Les points d'apport volontaire conviennent bien aux zones semi-urbaines ou rurales, où le porte-à-porte est plus difficile à organiser.
- L'apport direct par les professionnels permet de valoriser rapidement des volumes importants et homogènes issus de la restauration, des commerces ou de l'industrie.
- Le compostage de proximité est idéal pour impliquer les citoyens à petite échelle, en pied d'immeuble ou en zones rurales autonomes.

Ces modes ne sont pas exclusifs mais complémentaires.

Il est tout à fait possible et souvent pertinent, de les combiner sur un même territoire, afin de répondre à la diversité des situations locales et de garantir une couverture optimale du service de tri à la source.

La collectivité peut réaliser la collecte en interne (en régie) ou mandater un prestataire de service spécialisé dans la collecte des déchets(via une consultation).



Source : Réussir votre projet de gestion des biodéchets en milieu urbain, ADEME, 2022
https://librairie.ademe.fr/urbanisme-territoires-et-sols/5697-reussir-votre-projet-de-gestion-des-biodechets-en-milieu-urbain.html

3.5.4. La collecte des biodéchets sur le territoire

Sur notre territoire, la gestion des déchets — y compris des biodéchets — est assurée par deux niveaux d'acteurs publics distincts mais complémentaires :

- L'EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale) la Communauté de Communes Rhône Lez Provence, compétent pour la collecte,
- Le syndicat intercommunal le Syndicat des Portes de Provence, compétent pour le traitement des déchets.

Rôle de l'EPCI : collecte

L'EPCI est en charge de :

- Mettre en place la collecte séparée des biodéchets (porte-à-porte, apport volontaire, compostage partagé, etc.) ;
- Assurer la sensibilisation des usagers au tri à la source ;
- Fournir les contenants (bacs, sacs biodégradables, bioseaux) et organiser la logistique locale ;
- Transporter les biodéchets collectés vers les sites de traitement.

Rôle du syndicat : traitement

Le syndicat de traitement des déchets a pour mission :

- De réceptionner les biodéchets collectés par les EPCI ;
- D'assurer leur valorisation organique par compostage ou méthanisation, en conformité avec les normes en vigueur ;
- De garantir la traçabilité, la qualité et le retour au sol du compost ou du digestat produit ;
- D'exploiter ou de contractualiser les installations de traitement (plateformes, unités de méthanisation, etc.).

Ce modèle repose sur une gouvernance partagée, qui doit s'appuyer sur un dialogue permanent et des objectifs communs pour réussir la généralisation du tri à la source des biodéchets et leur valorisation durable.

3.5.5. Les modes de collectes des biodéchets

Rappel :

La loi AGEC (Anti Gaspillage pour une Economie Circulaire) du 10 février 2020 et le Code de l'environnement – Article L541-21-1 imposent imposent le traitement des biodéchets par filière de traitement assurant un retour au sol soit par compostage soit par méthanisation

En effet, ces biodéchets présentent un intérêt pour une valorisation agronomique dans le cadre d'une économie circulaire de la matière organique.

Le compostage et la méthanisation transforment des matières organiques brutes en matières valorisables sur les sols agricoles, le compost ou le digestat.

Qualifiées de MAFOR (Matières Organiques Fertilisantes d'Origine Résiduaires), les composts et les digestats présentent un intérêt fertilisant (nourrit les plantes) et amendant (nourrit le sol) permettant de répondre aux besoins agronomiques des sols cultivés.

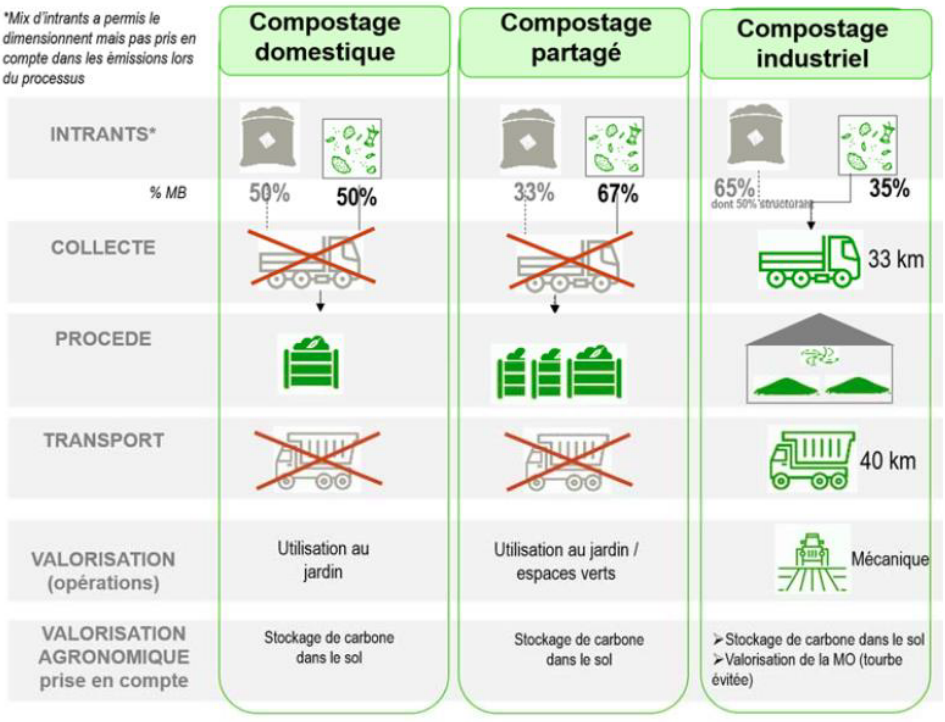
Dans le contexte actuel d'appauvrissement des sols en matières organiques, il existe un réel besoin d'amendements organiques naturels. Le retour au sol de ces matières organiques contribue au maintien de la fertilité des sols.

De plus, la méthanisation permet de valoriser énergétiquement les DCT.

3.5.5.1. Le compostage

Le compostage est un processus biologique naturel qui consiste à décomposer des matières organiques (déchets de cuisine, restes végétaux, déchets verts…) en présence d'oxygène (processus aérobie), grâce à l'action de micro-organismes (bactéries, champignons, insectes, etc.).

Le produit final est le compost, un amendement organique riche, stable et bénéfique pour les sols en apportant de la matière organique.



Source : Ademe ACV impact environnementaux de filières de traitement biologiques compostage et méthanisation

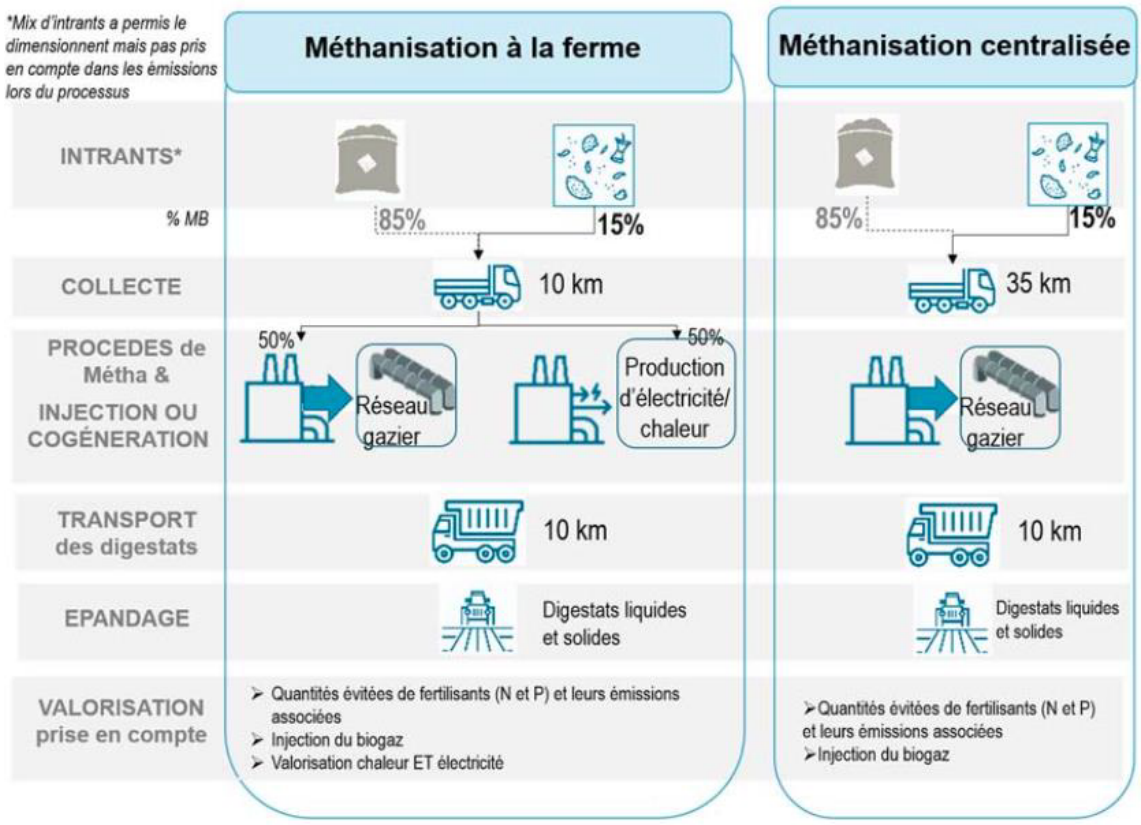
Principales caractéristiques des filières de compostage

3.5.5.2. La méthanisation

La méthanisation est un processus biologique naturel qui consiste à décomposer des matières organiques (déchets alimentaires, effluents d'élevage, résidus de cultures, biodéchets…) en absence d'oxygène (processus anaérobie), grâce à l'action de micro-organismes spécifiques (bactéries anaérobies).

Le processus se déroule dans un environnement fermé appelé digesteur, où la matière est transformée en deux produits principaux :

- Du biogaz, un mélange principalement composé de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2), valorisable comme énergie renouvelable (chaleur, électricité, carburant) ;
- Du digestat, un fertilisant, qui est épandu sur les terres agricoles pour améliorer la fertilité des sols en remplaçant les engrais chimiques.

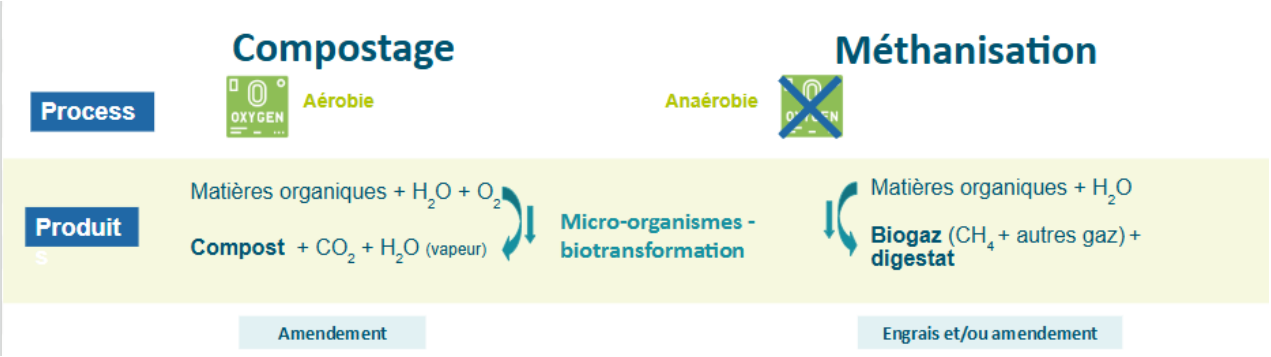


Source : Ademe ACV impact environnementaux de filières de traitement biologiques compostage et méthanisation

Principales caractéristiques des filières de méthanisation

3.5.5.3. Comparaison des filières

Critères	Compostage	Méthanisation
Type de processus	Aérobie (en présence d'oxygène)	Anaérobie (en absence d'oxygène)
Micro-organismes impliqués	Bactéries, champignons, actinomycètes (aérobies)	Bactéries anaérobies (en plusieurs familles spécialisées)
Conditions optimales	Oxygène, humidité contrôlée (~50-60 %), température 40-70°C	Absence d'oxygène, température contrôlée (38-42°C), pH neutre
Temps de traitement	4 à 8 mois selon le procédé	1 à 2 mois en digesteur,
Émissions GES	CO_2 non capté + CH_4 si process mal maitrisé non capté	Captation et valorisation
Valorisation énergétique GES	Aucune	Oui : production de biogaz (énergie renouvelable)
Produits finaux	Compost (amendement organique stabilisé)	Biogaz (CH_4 + CO_2) + Digestat solide 30 % (amendant et fertilisant) et digestat liquide (fertilisant) 70 %
Résidu valorisable au sol	Compost, riche en matière organique permettant de nourrir le sol, mais pauvre en éléments rapidement assimilables par les plantes	Digestat liquide, riche en éléments nutritifs rapidement assimilables par les plantes (azote, potassium) Digestat solide, riche en matières organique et éléments fertilisants pour les plantes



ZOOM SUR LA RÈGLEMENTATION ÉNERGÉTIQUE

quelle voie est favorisée par la réglementation ?

La réglementation ne privilégie pas une filière unique pour la valorisation des biodéchets triés à la source. Elle impose avant tout un objectif environnemental : garantir une valorisation organique avec retour au sol, conformément aux principes de l'économie circulaire.

La réglementation ne favorise pas explicitement le compostage ou la méthanisation, mais elle valorise les deux, tant qu'ils permettent :

- Un retour au sol utile et traçable,
- Une réduction des impacts environnementaux,
- Et une cohérence territoriale (proximité, adaptation au gisement, qualité du traitement).

Dans la pratique, le choix de la filière dépend des volumes à traiter, des ressources disponibles localement (logistique, sites de traitement, équipements), et des objectifs du territoire en matière d'énergie ou d'agriculture durable.

3.6. Que fait-on du biogaz issus de la méthanisation ?

Rappel : Pourquoi le préfixe « Bio » de biogaz ?

Le biogaz porte le préfixe «bio-» parce qu'il est issu de matières organiques naturelles et produit par un processus biologique.

Ainsi l'appellation biogaz, utilisée dans ce document, est l'appellation officielle qui désigne le gaz issu de la méthanisation, pour le différencier du gaz naturel issu des gisements souterrains.

Ces deux gaz ont le même usage en terme énergétique.

De la même manière, le biométhane désigne le méthane issu de méthanisation après épuration des autres gaz, injecté dans le réseau.

3.6.1. Composition du biogaz

Le biogaz est composé essentiellement :

- **de méthane (CH_4) à 55 %,**

C'est le composant énergétique principal du biogaz. Plus le taux de méthane est élevé, plus le biogaz est riche en énergie.

Le biogaz est épuré par principe de filtration membranaire de sorte à obtenir un gaz, appelé biométhane, conforme à son injection dans le réseau de gaz de ville.

- **de dioxyde de carbone (CO_2) : 45 %**

Ce gaz est naturellement présent dans le biogaz mais n'a pas de pouvoir énergétique. Il est généralement séparé lors de l'épuration si le gaz est injecté dans le réseau ou utilisé comme carburant.

Plutôt que d'être rejeté dans l'atmosphère, ce CO_2 peut être valorisé, notamment par un procédé de liquéfaction.

- **de vapeur d'eau**

Le biogaz contient de l'humidité, qui est généralement retirée par condensation lors du traitement.

- **Autres composants en très faibles quantités :**

Hydrogène sulfuré (H_2S) : un gaz corrosif et odorant qui doit être éliminé pour protéger les équipements et respecter les normes d'émissions. Il est capté par charbon actif et valorisé en filière agrée pour les recycler.

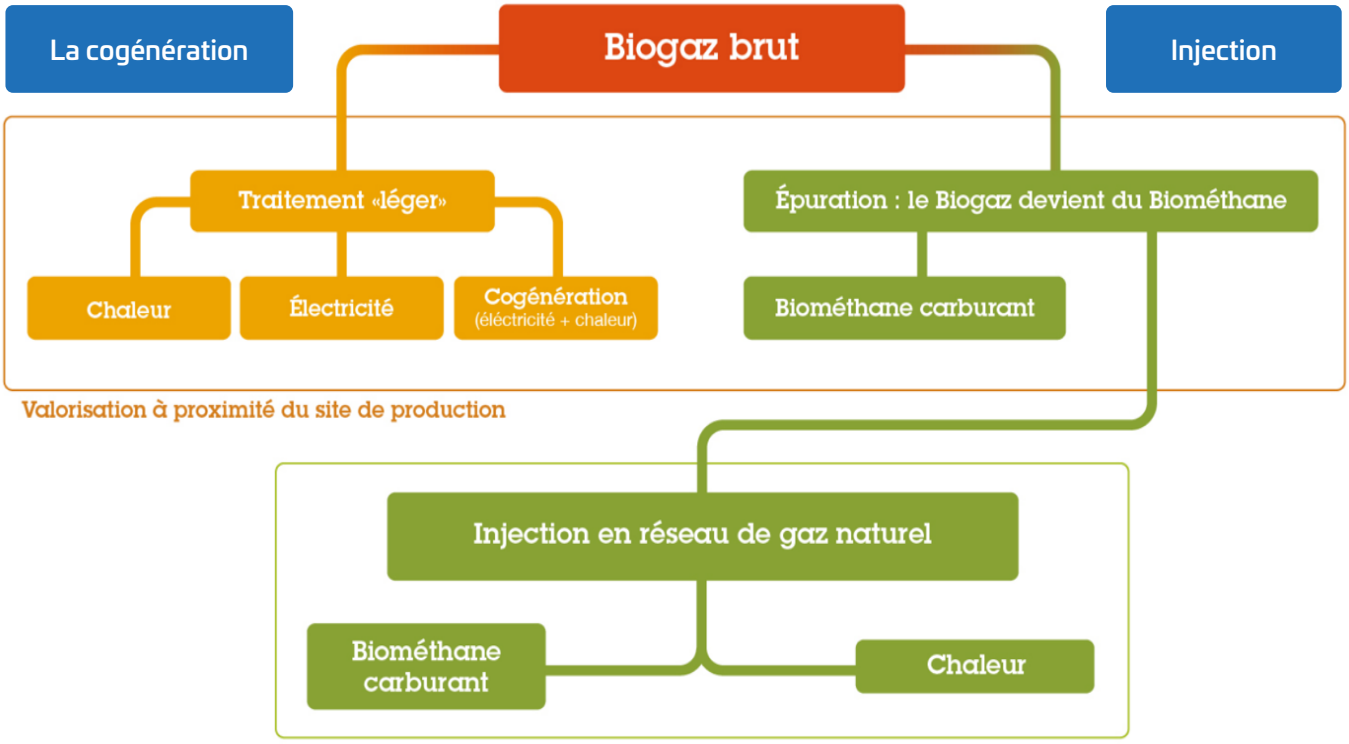
Ammoniac (NH_3), oxygène (O_2) ou azote (N_2) : présents en traces.

3.6.2. Les 2 valorisations du biogaz et rendements énergétiques

Il existe 2 façons de valoriser le biogaz issu de la méthanisation :

- **La cogénération :** Une turbine à gaz permet de produire de l'électricité et/ou de la chaleur, généralement pour de l'autoconsommation ou de l'injection sur le réseau électrique ou de chaleur.
  Le biogaz alimente un moteur qui produit de l'électricité, mais **le rendement énergétique est limité** de 35 à 45 % (électricité seule) – jusqu'à 85 % s'il y a aussi une valorisation enchaleur (chauffage, réseau de chaleur).
  Des pertes importantes peuvent donc exister, surtout pour la partie chaleur non utilisée.

- **L'injection :** Après épuration le biogaz est directement injecté dans le réseau de gaz naturel afin d'être utilisé pour des usages de chauffage ou cuisson des aliments par exemple.
  Le rendement énergétique est de 95 à 98 % (énergie conservée sous forme de gaz utilisable).



Source CRE « L'injection du biométhane dans les réseaux de gaz naturel »

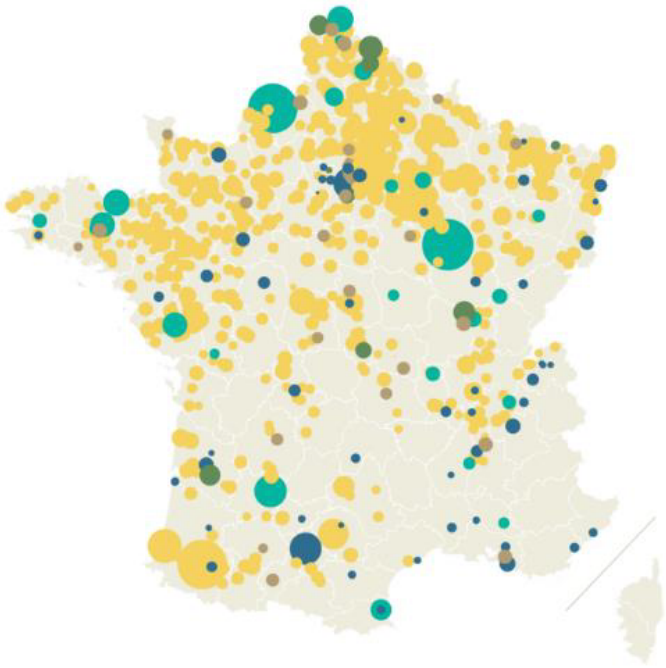
La valorisation qui nous intéresse dans ce dossier est l'injection dans le réseau après épuration.

3.6.3. L'injection dans le réseau

3.6.3.1. Valorisation émergente en France

La solution de valorisation la plus commune de la méthanisation aujourd'hui est l'épuration et l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz déjà implanté sur une grande partie du territoire français.

En mars 2025, la France compte plus de 753 unités d'injection en mars 2025, produisant plus de 14 TWh par an4, soit l'équivalent de deux réacteurs nucléaires, avec un objectif de 10 % de la consommation nationale de gaz renouvelable d'ici 2030[5].



Source : ORE Opérateur de Réseaux d'Energie

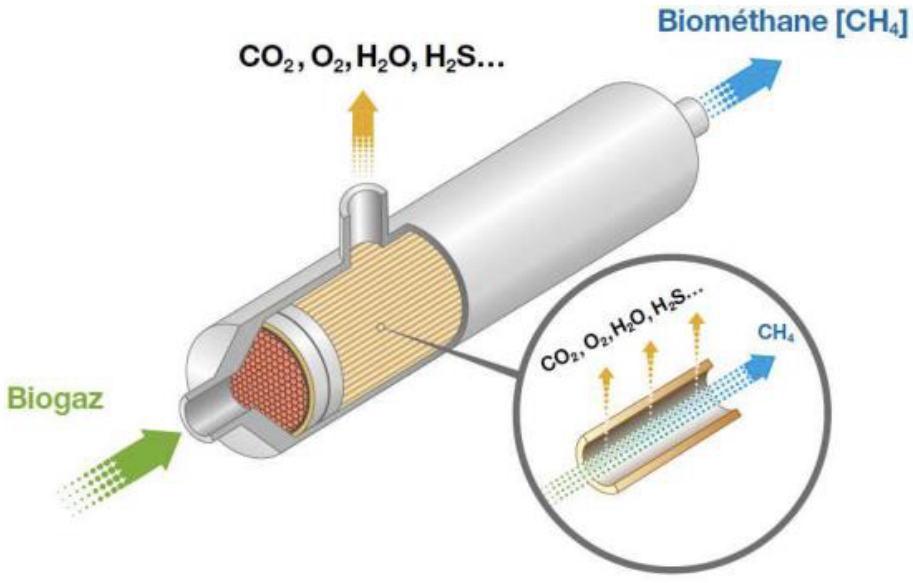
Cartes des sites de méthanisation en injections (MAJ: 08/04/2025)

3.6.3.2. Le biogaz devient biométhane pour l'injection

L'épuration du biogaz permet d'obtenir un biométhane composé de plus de 97 % de CH_4, dont la qualité est équivalente à celle du gaz naturel d'origine fossile.

L'épuration consiste à faire passer le biogaz, dans des membranes en forme de fibre (polymère) permettant la séparation des molécules en fonction de leur taille.

Les membranes permettent d'obtenir un biométhane conforme aux spécifications du réseau avec un rendement épuratoire pouvant aller jusqu'à 99,8 %. Une fois épuré, le biométhane est poussé vers le poste d'injection du réseau de gaz naturel.



Principe de la filtration membranaire

L'injection du biométhane dans les réseaux de gaz (notamment celui exploité par GRDF) nécessite un poste d'injection pour contrôler la pression, la qualité et la traçabilité.

Poste à injection du biométhane

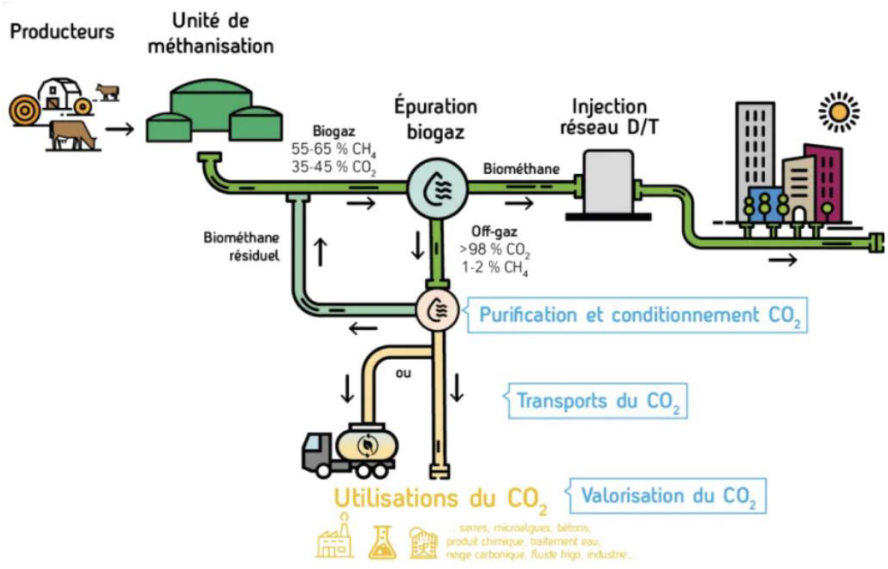
3.6.4. La valorisation du CO_2 séparé

Le CO_2 séparé lors de l'épuration du biogaz est jusqu'à présent relâché dans l'atmosphère.

Malgré cette pratique, le bilan carbone de la méthanisation est considéré comme neutre.

Le CO_2 est considéré comme biogénique à cycle court car il s'agit du carbone fixé par la plante lors de sa croissance(photosynthèse) à partir du CO_2 de l'air. Ainsi le CO_2 relâché lors de l'étape de d'épuration possède un faible bilan carbone.

Plutôt que d'être rejeté dans l'atmosphère, ce CO_2 peut être valorisé, par un procédé de liquéfaction et ainsi amélioré le bilan carbone du biométhane.



Source GRDF

Schéma illustrant la chaine de valorisation du CO_2 de la méthanisation

ZOOM SUR LA LIQUÉFACTION

Comment fonctionne la liquéfaction du CO^2 ?

La liquéfaction consiste à transformer le CO^2 gazeux en CO^2 liquide en le refroidissant à très basse température (en dessous de -78 °C) et en le compressant.

L'objectif d'une unité de liquéfaction de CO^2 est double : produire un CO^2 de grande pureté (avec une concentration > 99 %vol CO^2) et rendre le CO^2 à l'état liquide pour faciliter son transport (1t de CO^2 gazeux prend 1 000 fois plus de place qu'1t de CO^2 liquide).

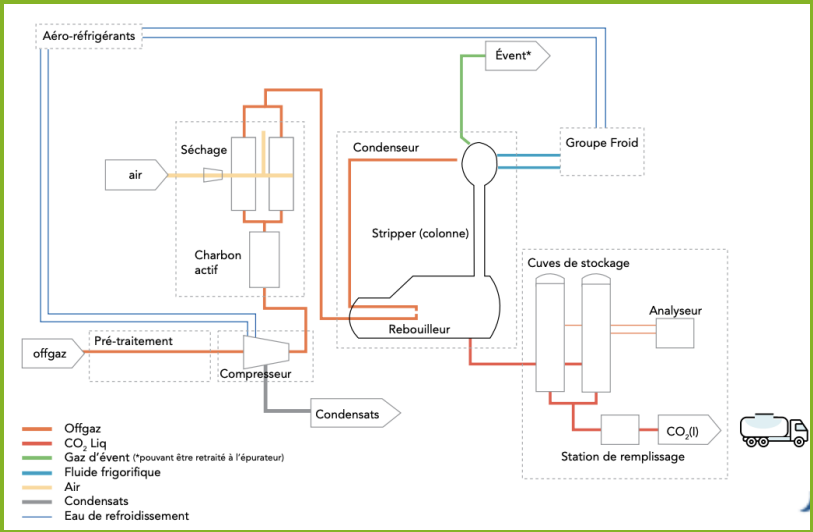


Schéma représentant les étapes successives d'une unité de liquéfaction de CO_2

Étapes du procédé :

Une unité de liquéfaction de CO2 réalise les fonctions successives suivantes :

- **Compression :** les gaz d'évent (offgaz) issus de l'épurateur et riches en CO2 sont comprimés jusqu'à environ 20bar. C'est l'un des deux principaux postes consommateurs d'électricité.
- **Purification :** ensuite, les gaz comprimés passent par une étape de purification optionnelle (sur charbon actif) selon l'analyse des offgaz.
- **Séchage :** on élimine toute trace d'eau.
- **Liquéfaction :** les gaz entrent dans le rebouilleur. C'est un échangeur de chaleur qui mêle d'un côté des offgaz comprimés, chauds (à refroidir) et de l'autre un volume de CO2 liquéfié froid (à faire «bouillir» à basse température). Les offgaz gazeux ainsi refroidis entrent dans un échangeur : «le condenseur». Exposé à des températures froides (< - 20°C), le CO2 sous pression va se liquéfier, mais les autres gaz présents (N2 , O2 , CH4) vont rester gazeux et s'échapper par l'évent.

Le CO2 liquéfié descend par gravité le long de la colonne. En bas, dans le volume du rebouilleur, un peu de CO2 revaporisé remonte le long de la colonne. Cela a pour effet d'améliorer la purification du CO2 . Au fond du rebouilleur, le CO2 liquide, froid (environ -20°C), sous pression (environ 20bar) est purifié.

- **Groupe froid :** un groupe froid est nécessaire pour fournir la température (<-25°C) dans le condenseur. Différentes technologies existent (groupe froid au CO2 , aux alcanes, à l'ammoniac, au réfrigérant industriel).
- **Cuve de stockage et station de remplissage :** une fois le CO2 produit, il est stocké avant d'être chargé dans un camion de transport.
- **Recyclage des gaz d'évent :** à l'évent du liquéfacteur, le mélange gazeux comprenant majoritairement du biométhane et du CO2 , peut être recyclé en amont de l'épurateur, afin de réduire les pertes de biométhane et d'augmenter le rendement carbone. C'est un gain économique et environnemental à rechercher, sous réserve du dimensionnement adéquat de l'épurateur (qui verra une augmentation des débits traités).

À quoi sert le CO_2 liquéfié ?

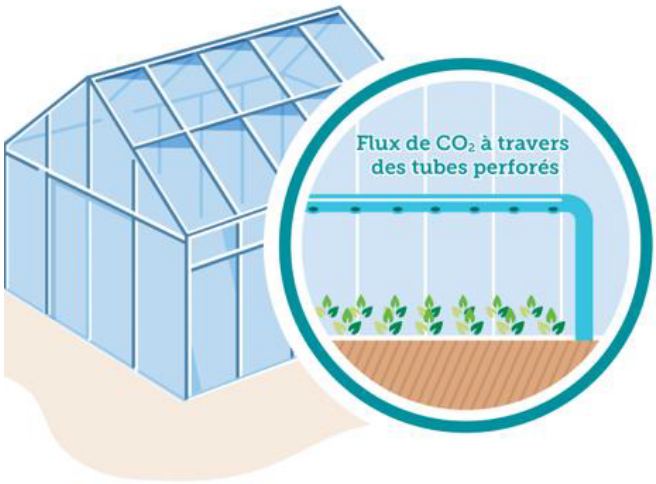
Le CO_2 liquide ainsi produit est utilisé dans plusieurs secteurs principaux :

- Industrie agroalimentaire : pour la surgélation, la fabrication de boissons gazeuses ou l'atmosphère protectrice des emballages.

Source Club Atee Biogaz et ctbm Valorisation du CO_2 de méthanisation

Production de boissons gazeuse avec injonction de CO_2

- Serres agricoles en valorisation locales : pour favoriser la croissance des plantes via l'enrichissement en CO_2, en usage direct à proximité du site, notamment dans des serres chauffées au biogaz, renforçant ainsi l'économie circulaire.



Source Club Atee Biogaz et ctbm Valorisation du CO_2 de méthanisation

Exemple d'injection de CO_2 en serres à travers un tube perforé

Le CO_2 de méthanisation valorisé d'un co-produit à haute valeur ajoutée, car cela permet :

- De réduire l'empreinte carbone du site, en évitant les rejets inutiles; le site de méthanisation devient à énergie positive car le site émet moins de GES qu'il n'en capte.
- De contribuer à une économie circulaire locale, en créant des synergies avec d'autres agriculteurs du territoire.

3.7. La méthanisation : une filière règlementée

3.7.1. Un cadre technique et environnemental exigeant

La méthanisation est encadrée par une réglementation stricte et nécessite des précautions qui répondent aux enjeux énergétiques, environnementaux et agricoles, garantissant la sécurité, la traçabilité et la durabilité des installations.

Les installations de méthanisation sont soumises au régime des **Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sous la rubrique 2781.**

Cela garantit un haut niveau de sécurité, de surveillance et de respect de l'environnement.

Les exigences réglementaires portent notamment sur :

- **La traçabilité des intrants :** seules certaines matières sont autorisées avec des contrôles les services de l'Etat sur leur origine, leur quantité et leur impact environnemental.
- **La qualité du biométhane injecté dans le réseau :** Le gaz injecté doit respecter des normes strictes de composition et d'absence de contaminants pour assurer la compatibilité avec les infrastructures du réseau.
- **La gestion du digestat :** L'épandage du digestat est rigoureusement encadré par un plan d'épandage afin de limiter les risques de pollution des sols et des nappes phréatiques, tout en respectant les pratiques agronomiques recommandées.
- **La prévention des nuisances :** Les nuisances telles que les odeurs, le bruit ou le trafic sont suivies de près, avec la mise en oeuvre de dispositifs de limitation adaptés dès la conception du projet.

Ce cadre permet d'assurer une **exploitation responsable** des unités de méthanisation, tout en protégeant les populations et les milieux naturels.

3.7.2. La rubrique ICPE 2781 et le dimensionnement d'une installation de méthanisation

Le régime ICPE de l'installation (autorisation, enregistrement ou déclaration) définit les règles procédurales à respecter pour avoir le droit d'exploiter une unité de méthanisation, ainsi que les mesures à respecter durant l'exploitation.

Le régime ou classement est déterminé selon la nature et l'origine des déchets (déchets végétaux agricoles ou non, déchets animaux, biodéchets, boues, etc) ainsi que la quantité journalière entrant dans l'installation (seuil d'autorisation à 100t/j).

2781-1 Méthanisation de matière végétale brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, lactosérum et déchets végétaux d'industries agroalimentaires :	**Régime ICPE**
a) La quantité de matières traitées étant ≥ 100 t/j	Autorisation
b) La quantité de matières traitées étant ≥ 30 t/j et < 100 t/j	Enregistrement
c) La quantité de matières traitées étant < 30 t/j	Déclaration
2781-2 Méthanisation d'autres déchets non dangereux:	
a) La quantité de matières traitées étant ≥ 100 t/j.	Autorisation
b) La quantité de matières traitées étant < 100 t/j.	Enregistrement

Source : La Méthanisation Vademecum réglementaire. (2022). https://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/20220131-Vademecum_methanisation_v9.pdf

A noter : Pour les dossier relevant de la procédure d'enregistrement, l'article 122-2 du code de l'environnement prévoit un examen au cas par cas des enjeux, instruit par l'autorité environnementale : si le projet présente des enjeux particuliers, la procédure peut basculer en procédure d'autorisation, impliquant la réalisation d'études d'impact.

3.8. L'utilisation du digestat

3.8.1. Un fertilisant naturel et local :

Le digestat est le **résidu organique** issu du processus de méthanisation.

Une fois que les matières ont fermenté dans le digesteur pour produire du biogaz, il reste une matière stabilisée, mais encore riche en éléments nutritifs.

Le digestat est un **coproduit** du procédé, au même titre que le biogaz, et constitue une ressource précieuse pour l'agriculture.

Le digestat est un **engrais organique** naturel, directement utilisable en agriculture.

Le digestat présente plusieurs propriétés intéressantes :

- **Peu odorant :** la fermentation de la matière organique responsable des nuisances olfactives a déjà eu lieu dans le digesteur ;
- **Sain :** du fait de l'hygiénisation préalable, le digestat ne présente en théorie pas de germes pathogènes ;
- **Nutritif :** la matière minérale étant conservée dans le processus de méthanisation, le digestat présente une valeur agronomique certaine ;
- **Fertilisant à effet immédiat :** l'azote présent dans le digestat est sous forme ammoniacale qui est rapidement assimilable par les plantes après nitrification.

Cependant l'ammoniac étant volatile, les épandages devront avoir lieu au plus près des sols pour limiter la volatilisation ;

Ainsi, le digestat permet de :

- **Remplacer une partie ou la totalité des engrais chimiques**, réduisant ainsi les coûts et les impacts environnementaux. A titre d'exemple dans le cas du projet, l'azote du digestat permettrait de substituer 210 tonnes d'ammonitrate 33,5 (engrais azoté le plus performant pour optimiser les rendements) (utilisation de la phase liquide du digestat – Voir ci-après)
- **Améliorer la fertilité et la structure des sols** grâce à l'apport de matière organique stable (utilisation de la phase solide du digestat – Voir ci-après)
- **Favoriser la vie microbienne des sols**, contribuant à leur bon fonctionnement biologique (utilisation de la phase solide du digestat – Voir ci-après)

3.8.2. Séparation de phases

Le digestat obtenu est un digestat « brut », il s'agit d'une fraction pâteuse qui peut être séparée en deux formes de digestat obtenu après une séparation de phase à l'aide d'une presse à vis :

- **Le digestat liquide 70 à 85 % :** Le digestat liquide est riche en azote ammoniacal soluble. Contrairement au compost, l'azote dans le digestat liquide est directement assimilable par les plantes, agissant comme un engrais rapide. Il fournit un «booster» nutritif immédiat, particulièrement utile lorsque les plantes ont des besoins élevés en azote, comme pendant les phases de croissance active.
- **Le digestat solide 15 à 30 % :** Le digestat solide est plus proche du compost en termes de propriétés amendante. Il contient de la matière organique partiellement stabilisée et peut contribuer à l'amélioration de la structure du sol et à la stimulation de l'activité microbienne.

En résumé, le digestat solide et le digestat liquide ont des rôles complémentaires mais distincts. Le digestat solide, en tant qu'amendement de fond, enrichit le sol à long terme et favorise sa santé globale, tandis que le digestat liquide, en tant qu'engrais, fournit un apport nutritif immédiat aux plantes.

Digestat liquide

Digestat solide

3.9. La méthanisation agricole : défis et opportunités

3.9.1. Principe

Afin de répondre aux enjeux de la transition écologique et solidaire, la méthanisation agricole doit relever le défi de contribuer au développement des énergies renouvelables tout en renforçant la durabilité des systèmes de production agricoles et alimentaires dans lesquels elle s'insère.

A noter : Pour être considéré comme une méthanisation agricole au sens réglementaire, un projet doit remplir deux critères cumulatifs :

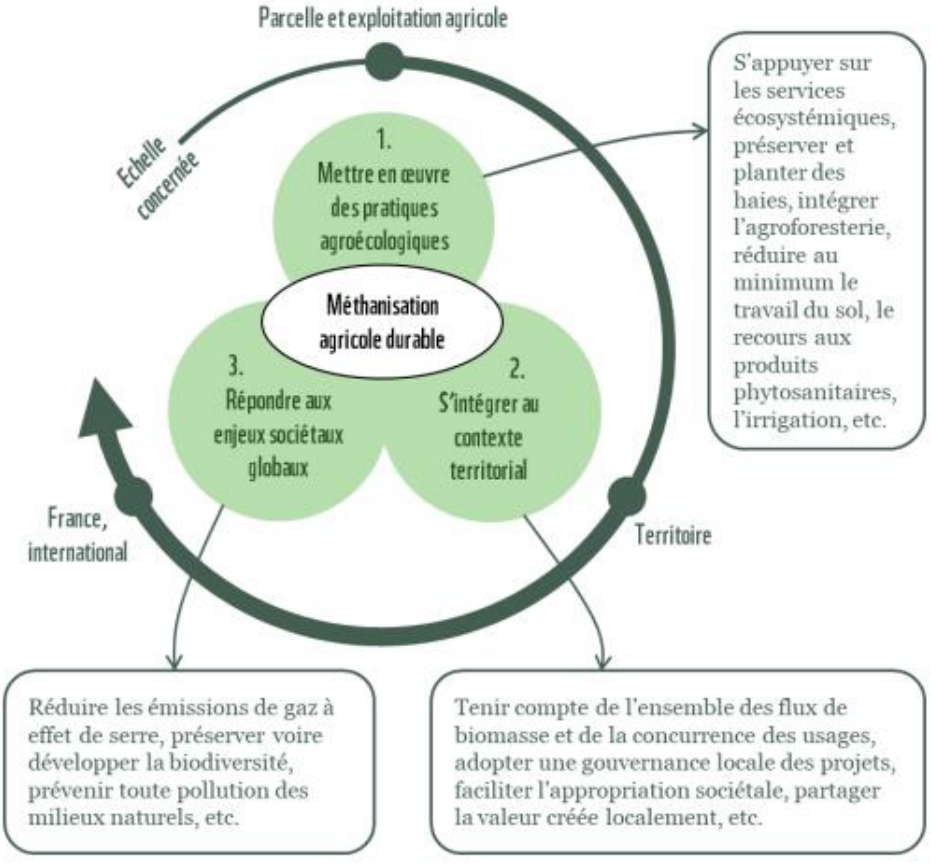
1. Exigence sur le gisement (intrants)Au moins 50 % des matières méthanisées doivent provenir directement d'exploitations agricoles.

Cela inclut notamment les effluents d'élevage, résidus de cultures, CIMSE (cultures intermédiaires à multi service environnementaux), et autres déchets organiques produits par les exploitants agricoles.

2. Exigence sur la gouvernance

La structure qui porte le projet (société ou groupement) doit être majoritairement détenue ou contrôlée par des exploitants agricoles.

Cela signifie que plus de 50 % du capital social ou des droits de vote doivent être détenus par des agriculteurs, assurant une gouvernance pilotée par le monde agricole.



Source WWF : Durabilité de la méthanisation agricole

Illustration de la définition de la durabilité de la méthanisation agricole selon le rapport du WWF France de mars 2020

Ainsi un projet de méthanisation s'adosse à un projet agricole, jamais le contraire. Donc un méthaniseur compatible avec l'agroécologie, c'est un méthaniseur qui s'adosse à une exploitation pratique l'agroécologie ou une agriculture durable.

Ce qui pose la question de la définition de l'agroécologie.

Ce therme est de plus en plus utilisé pour définir un nouveau modèle agricole, alternatif au courant conventionnel actuellement dominant. Il est n'existe pas de définition unique. Présentée comme une discipline scientifique, un mouvement social ou un ensemble de pratiques agricoles, la sphère de l'agroécologie est immense.

Sur le site OSAE15, Solagro en donne les principes :

- Optimiser et équilibrer les flux de nutriments
- Préserver les ressources naturelles
- Favoriser la diversité spécifique et génétique
- Minimiser l'usage des ressources sensibles
- Contribuer au système local de consommation
- Promouvoir les services écologiques

Source : Solagro OSAE[15]

3.9.2. Evolutions des pratiques culturales : mise en place de cultures intermédiaires

3.9.2.1. Définition

Les cultures intermédiaires (CI) sont des couverts végétaux semés entre deux cultures principales. Ils sont généralement broyés et remis au sol avant la culture principale suivante, servant alors d'engrais vert. Les couverts végétaux ne peuvent pas être récoltés pour des usages qui seraient en concurrence avec l'alimentation humaine.

Les couverts végétaux ont différentes dénominations en fonction des usages que l'on en fait, ainsi on peut parler de :

- culture intermédiaire pièges à nitrate (CIPAN), qualité de l'eau drainée, obligation règlementaire de la Directive Nitrate,
- culture intermédiaire multiservices environnementaux (CIMSE).

Dans le cadre de la méthanisation, ce sont les CIMSE qui nous intéressent.

ZOOM SUR LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT DÉFINITION CULTURE PRINCIPALE ET CULTURE INTERMÉDIAIRES

Article D543-291

Est considérée comme culture principale toute culture remplissant au moins l'une des conditions suivantes :

1° Unique culture récoltée sur une parcelle au cours d'une année civile ;

2° Culture déclarée comme culture principale dans une demande d'aide relevant d'un régime de soutien relevant de la politique agricole commune,

3° Culture récoltée sur une parcelle pour laquelle aucune demande d'aide relevant d'un régime de soutien relevant de la politique agricole commune n'a été faite pour l'année de récolte ;

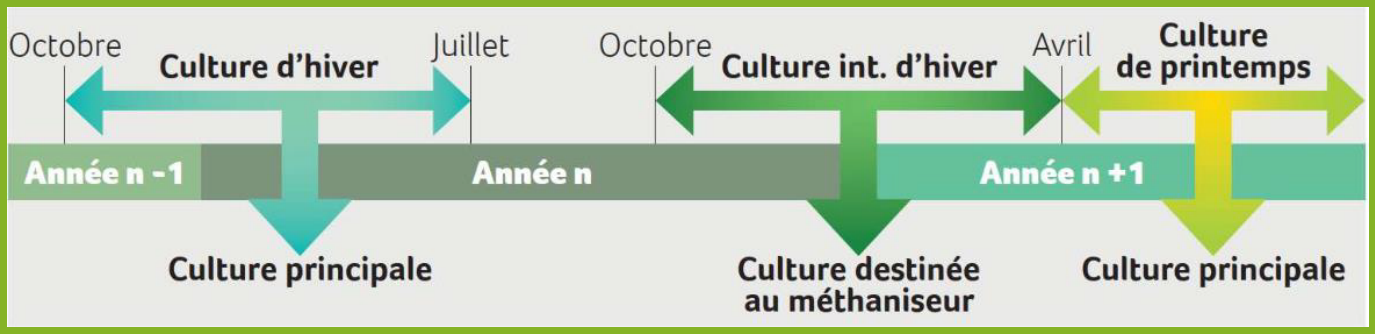
4° Culture présente sur la parcelle au 1er juin, ou, le cas échéant, à une autre date comprise entre le 1er juin et le 15 juin, définie par le représentant de l'Etat dans le département, au regard des spécificités climatiques et des pratiques culturales ;

5° Culture pérenne mentionnée à l'article R. 411-9-11-1 du code rural et de la pêche maritime ou culture cultivée sur une parcelle sur laquelle une culture pérenne est implantée

Plusieurs cultures principales peuvent être récoltées sur une même parcelle au cours d'une même année civile.

Les cultures intermédiaires désignent les cultures cultivées sur le territoire de l'Union européenne qui ne sont pas des cultures principales et qui sont semées et récoltées sur une parcelle entre deux cultures principales récoltées sur une année civile ou deux années civile consécutives.

Par dérogation aux alinéas précédents, la biomasse récoltée sur une prairie permanente ou une zone tampon enherbée ne constitue pas une culture principale.



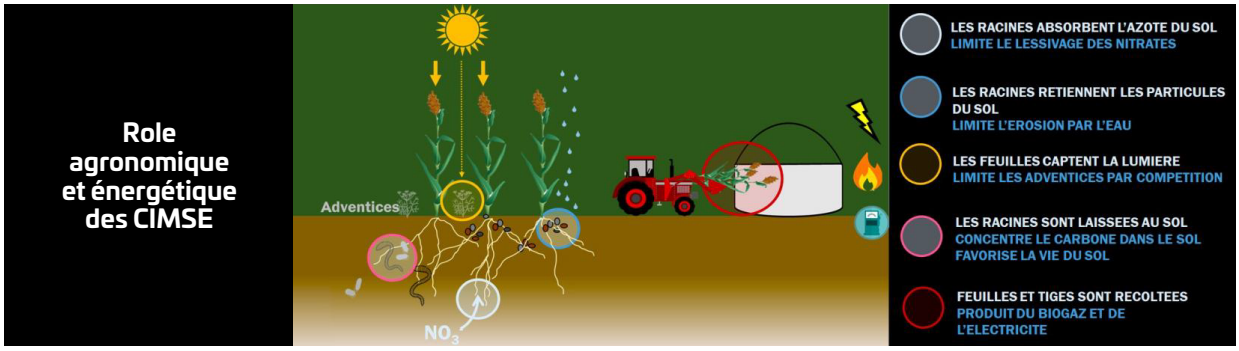
Exemples de rotations culturales avec et sans CISME
Les CIMSE ne concurrencent pas les cultures alimentaires

ZOOM

3.9.2.2. Rôle des CIMSE dans les rotations culturales

Semées en interculture, les CIMSE (comme le seigle, l'orge ou le sorgho) remplissent plusieurs fonctions essentielles :

- **Couvrir les sols** en période « sans culture » durant lesquelles le sol reste généralement à nu. Cela permet de, limiter l'érosion des sols (action du vent), le ruissellement des eaux et la perte de nutriments et notamment le lessivage des nitrates.
- Limiter le développement des adventices (mauvaises herbes) en occupant le terrain,
- **Améliorer la structure des sols** et favoriser la vie microbienne grâce à la production supplémentaire de biomasse,
- **Capter les reliquats d'azote** restant dans le sol après la récolte de la culture principale, ce qui permet d'éviter leur lessivage et de restituer cet azote à la culture suivante. En effet, une part de l'azote apportée pour la culture principale n'est pas utilisée et peut présenter des sources de pollution en nitrate. La mise en place de culture intermédiaire va permettre de capter cette azote résiduelle.
- **Préparer le sol** pour la culture suivante sans avoir recours à des engrais chimiques. Les CIMSE améliorent la structure du sol grâce à leurs racines, favorisant l'aération et la pénétration de l'eau. Elles enrichissent le sol en matière organique grâce à la partie de leur biomasse restant sur la parcelle, augmentant sa fertilité naturelle.
- **Favoriser le stockage du carbone** dans le sol grâce à leur système racinaire. En effet, les plantes absorbent le CO2 atmosphérique pour le transformer en matière organique, source de biomasse. Une partie de cette matière organique est contenue dans les racines : ce carbone reste dans le sol puisqu'au moment de la récolte, seule la partie aérienne de la plante est utilisée. La partie basse et les racines restent en place dans les sols.



3.9.2.3. CIMSE d'hiver et CIMSE d'été

- Les CIMSE peuvent être semées à différents moments de l'année selon les rotations culturales. On distingue 2 types de CIMSE : CISME d'hiver et CISME d'été

Critères	CIMSE d'hiver	CIMSE d'été
Période de semis	Août à octobre	Mai à juillet
Période de récolte	Mars à avril	Août à octobre
Exemples d'espèces	Seigle, orge, triticale, avoine, vesce	Sorgho, moha, millet, tournesol, phacélie
Avantages agronomiques	Couvre-sol en hiver, piège à nitrates	Améliore la qualité du sol par le système racinaire pour préparer la prochaine culture
Avantages pour la méthanisation	Bon rendement en méthane au bon stade	Haut pouvoir méthanogène,
Contraintes	Dépendance météo hivernale, fenêtre étroite	Risque sécheresse, peut retarder semis d'hiver
Besoin en eau	Faible à modéré	Élevé (selon conditions climatiques)

Le choix entre CIMSE d'hiver et CIMSE d'été dépend des rotations en place, de la disponibilité en eau et du type de sol. Souvent, une combinaison des deux permet d'étaler les apports au digesteur sur l'année et de valoriser les sols en continu, tout en respectant les exigences environnementales de la PAC (Politique Agricole Commune).

3.9.2.4. Un double intérêt : agronomique et énergétique

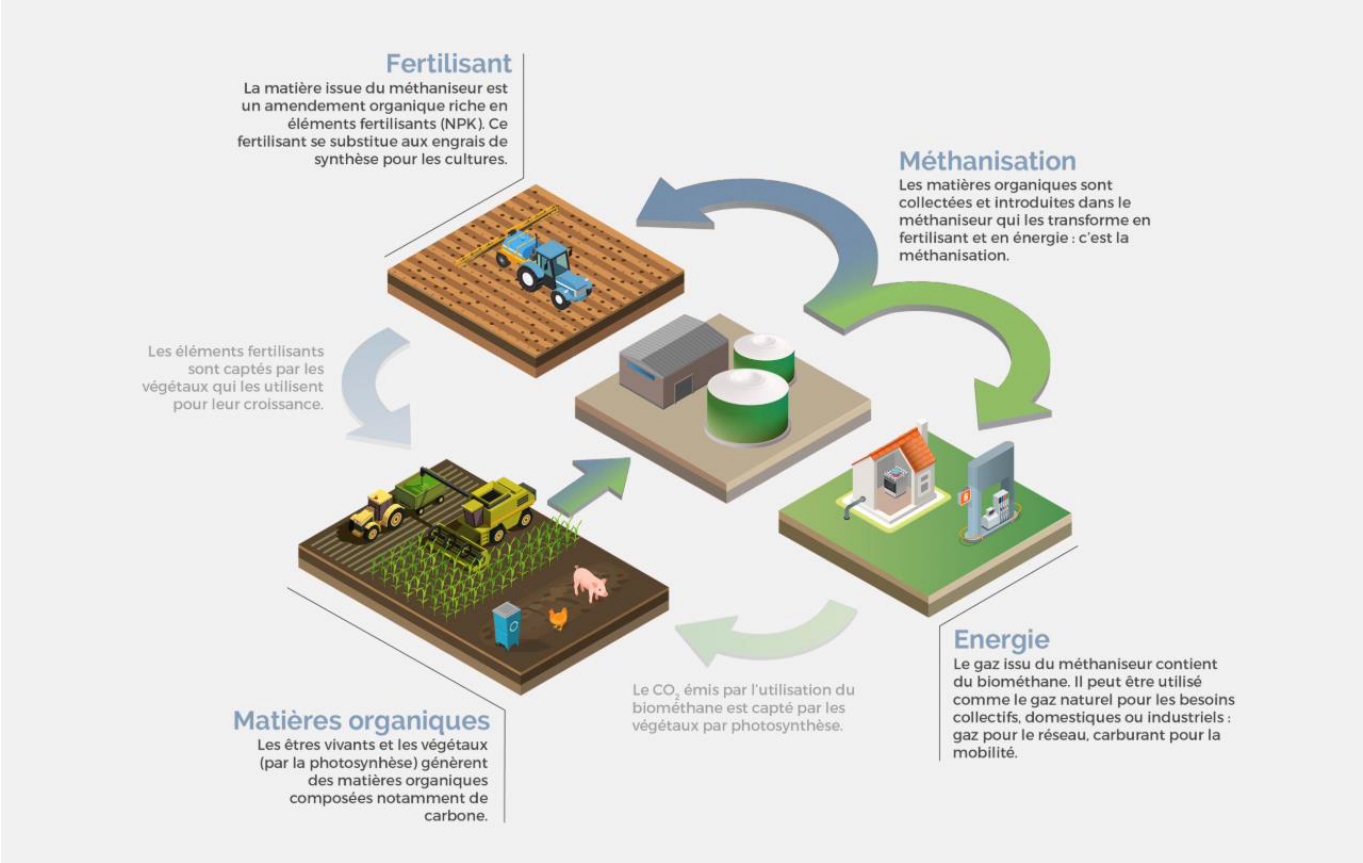
L'intérêt des CIMSE est donc double :

- Sur le plan agricole, elles renforcent la durabilité des systèmes de culture. Le développement de la pratique des cultures intermédiaires offre des perspectives intéressantes : elles répondent à des enjeux de protection et de restauration des sols agricoles et de leur fertilité.

  Suffisamment précoces elles n'entrent pas en concurrence avec la production alimentaire.

- Sur le plan énergétique, elles fournissent une matière stable, prévisible et riche en énergie pour alimenter le digesteur

En ce sens, elle contribue à soutenir ce changement vers des pratiques agronomiques plus vertueuses.



Source : terrenergie360

3.10. Choix de la méthanisation pour le territoire

Face aux défis environnementaux, agricoles et économiques identifiés, le projet Méthalcyon se positionne comme une réponse concrète et locale.

Il est pensé comme une contribution :

- A la valorisation des déchets organiques
- Au changement des pratiques agronomiques
- Au soutien au résultat économique des exploitations agricoles
- A la transition énergétique sur le territoire local
- A la valorisation de l'approche d'économie circulaire