

**EXAMEN PROFESSIONNEL DE PROMOTION INTERNE
D'INGÉNIEUR TERRITORIAL**

SESSION 2022

ÉPREUVE DE PROJET OU D'ÉTUDE

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

L'établissement d'un projet ou étude portant sur l'une des options, choisie par le candidat lors de son inscription.

Durée : 4 heures
Coefficient : 5

SPÉCIALITÉ : PREVENTION ET GESTION DES RISQUES

OPTION : DÉCHETS, ASSAINISSEMENT

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 70 pages dont 1 annexe.

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend
le nombre de pages indiqué.**

S'il est incomplet, en avertir le surveillant.

- ♦ Vous répondrez aux questions suivantes dans l'ordre qui vous convient, en indiquant impérativement leur numéro.
- ♦ Vous répondrez aux questions à l'aide des documents et de vos connaissances.
- ♦ Des réponses rédigées sont attendues et peuvent être accompagnées si besoin de tableaux, graphiques, schémas...

Vous êtes ingénieur territorial, chef de projet au sein de la direction « Déchets » de la communauté urbaine Terres durables. Cette intercommunalité regroupe 300 000 habitants au sein de 100 communes rurales ou semi-rurales réparties autour d'une ville-centre importante et dense. Elle assure sur ce territoire les compétences « collecte et traitement des déchets ménagers » ainsi que celle « d'assainissement » (cf Annexe A).

La communauté urbaine est un EPCI récent qui souhaite s'engager dans une politique exemplaire en faveur de la protection de l'environnement. Au regard de l'actualité et des nombreux enjeux écologiques qui pèsent sur les secteurs des déchets, de l'assainissement et de l'énergie, Terres durables s'est fixé l'objectif de réduire ses émissions « carbone ». Les élus souhaiteraient notamment traduire cette orientation au travers d'un projet vitrine. Ambitieux, innovant et transversal, celui-ci aurait vocation à valoriser le territoire et la structure intercommunale.

Ainsi, après avoir mené différentes études de faisabilité, la communauté urbaine envisage de s'engager en tant que maître d'ouvrage dans un projet de méthanisation permettant de traiter les collectes sélectives de déchets alimentaires (environ 15 000 t/an) et les boues de station d'épuration (environ 6 000 t/an de matières sèches de boues). Ce projet pourrait s'implanter sur un terrain disponible jouxtant la station d'épuration qui, en outre, présente l'intérêt d'être relié au réseau de gaz.

Question 1 (10 points)

Le directeur général des services techniques (DGST) souhaite connaître les composantes d'un projet de co-méthanisation. Vous lui fournirez des explications sur chacun des points listés ci-dessous :

- a) Présentation du procédé de traitement, (2 points)
- b) Avantages d'assurer le traitement sur un même site des boues et des déchets organiques, (2 points)
- c) Modes de valorisation possibles du biogaz et préconisation pour le projet, (2 points)
- d) Modes de valorisation possibles du digestat et préconisation pour le projet, (2 points)
- e) Bénéfices attendus pour Terres durables (notamment sur le plan agronomique et énergétique) ainsi que les potentiels inconvénients ou les points de vigilance. (2 points)

Question 2 (6 points)

Après avoir pris connaissance de ces éléments, le DGST vous demande de rédiger une note à son attention détaillant une démarche de projet. Vous y aborderez les aspects méthodologiques et organisationnels. Vous identifierez de surcroît les enjeux pour Terres durables, les difficultés potentielles et les leviers à actionner pour permettre la réussite du projet.

Le DGST insiste particulièrement sur la dimension transversale de cette opération vitrine.

Question 3 (4 points)

Vous présenterez une stratégie de concertation et de communication à mettre en œuvre afin de garantir le succès du projet et permettre à Terres durables de valoriser son action.

Il est attendu que vous proposiez des mesures à plusieurs niveaux : en interne, sur le territoire et au-delà du territoire (rayonnement de l'EPCI).

Liste des documents :

Document 1 : « Biodéchets : du tri à la source jusqu'à la méthanisation. Guide à destination des collectivités pour réussir le tri à la source des biodéchets dès 2024 » (extrait) - *GRDF / ESPELIA / SOLAGRO* - octobre 2021 - 20 pages

Document 2 : « Lettre d'information n°1. Projet de reconstruction du centre de traitement des déchets ménagers à Romainville / Bobigny » - *Syctom* - juillet 2017 - 4 pages

Document 3 : « Le Syctom et le SIAAP partenaires du projet Cométha » - *lecho-circulaire.com* - 27 septembre 2018 - 4 pages

Document 4 : « Fiche 3. Avantages et inconvénients du compostage des boues en comparaison d'une valorisation agronomique directe des boues brutes » - *TSM n°3* - 2020 - 3 pages

Document 5 : « Quelles solutions pour valoriser les boues d'épuration ? » (extraits) - *Amorce* - décembre 2019 - 31 pages

Document 6 : « Usines de méthanisation : une "fausse énergie verte", selon les opposants » - *france3-regions.franceinfo.fr* - 22 avril 2021 - 4 pages

Liste des annexes :

Annexe A : Présentation de la communauté urbaine Terres durables - 1 page

Documents reproduits avec l'autorisation du C.F.C.

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

Biodéchets : du tri à la source jusqu'à la méthanisation. Guide à destination des collectivités pour réussir le tri à la source des biodéchets dès 2024 » (extrait) - GRDF / ESPELIA / SOLAGRO – octobre 2021



AU COEUR DE LA MÉTHANISATION

(...)

La méthanisation se développe depuis plusieurs décennies en France, principalement sur les déjections animales et la biomasse agricole. Toutefois la **méthanisation des biodéchets existe et tend à se développer**, encouragée par les obligations réglementaires à venir.

Sur ce sujet nouveau, les besoins sont nombreux :

Quels types d'unités sont concernés ? Quelles sont les étapes nécessaires en amont ? Comment valoriser le digestat ? Cette partie fait le point sur ces questions.

PAS « UN » MAIS « DES » TYPES DE MÉTHANISATION

La méthanisation en France, où en est-on ?

Fin 2020, on compte plus de **1 000 unités de méthanisation**, majoritairement alimentées par de la **biomasse agricole** (déjections animales, cultures intermédiaires à vocation énergétique, déchets des industries agro-alimentaires) mais également des unités de méthanisation sur des **stations d'épuration urbaine** (une centaine environ), des unités de traitement des **déchets ménagers** (une dizaine), des digesteurs industriels sur des sites industriels de l'agro-alimentaire ou des papeteries (près d'une centaine).

150 installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND) valorisent le gaz produit²⁴. Aujourd'hui en France, la valorisation du biogaz s'effectue majoritairement **par cogénération** (production d'électricité et de chaleur), avec près de 380 MWe installés, dont 70 % sur les ISDND²⁵.

En revanche, depuis 2018, la majorité des projets de méthanisation mettent en oeuvre une valorisation par injection du biométhane sur les réseaux. Mi-2021, 260 sites²⁶ injectent pour un total de 4,6 TWh/an.

La programmation pluri-annuelle de l'énergie (PPE) vise en 2023 une production de biométhane de 6 TWh/an en 2023 et de 14 TWh/an (hypothèse basse) à 28 TWh/an (hypothèse haute) en 2028.

Fin 2020, 11 installations de tri mécano-biologique (TMB) avec méthanisation sont en fonctionnement. En application de la loi (Code de l'Environnement L541-21-1, Article 90 de la Loi AEGC) et de ses jurisprudences, l'administration n'est plus en capacité à délivrer d'autorisation pour un TMB en l'absence de tri à la source des biodéchets dans la zone de chalandise.

Ainsi à compter du 1^{er} janvier 2027, il sera interdit de produire du compost à partir de la fraction fermentescible des OMR issue de tri mécano-biologique.

5

c'est le nombre d'unités de traitement centralisées des biodéchets en fonctionnement en France portées par des collectivités

²⁴ On ne parle pas dans ce cas de méthanisation à proprement parler mais de valorisation du « gaz de centre d'enfouissement »

²⁵ Source : SoeS, d'après Enedis, RTE, EDF-SEI, CRE et les principales ELD, 2016

²⁶ Source : Opendata GRIGaz

TRAITER LES BIODÉCHETS DES COLLECTIVITÉS : 2 GRANDS MODÈLES

A partir de quelques centaines de tonnes produites annuellement sur le territoire, qu'elle soit en milieu urbain ou rural, la méthanisation peut être **une solution vertueuse et locale** qui permet de traiter les déchets agricoles et urbains. La **production de biogaz** comme la valorisation du digestat permettent **d'optimiser les paramètres économiques**. Plusieurs modèles existent et se différencient notamment par leur taille, le type d'intrants et leur portage.

La méthanisation dédiée aux déchets

Uniquement liés à l'activité humaine : déchets des IAA, déchets de la restauration, déchets de GMS, biodéchets des ménages, déchets verts (tontes, non ligneux)²⁷

Propriété de la collectivité ou portage privé (SAS)

De la micro-méthanisation (quelques centaines de tonnes) à la méthanisation agro-industrielle (plusieurs milliers de tonnes).

De quelques centaines de m² en zone urbaine à 3 ha en zone périurbaine

Régie / DSP ou Prestation de service

Porte le projet de traitement sur un équipement dédié aux déchets de la collectivité

La méthanisation agricole et territoriale

Approvisionnement majoritairement agricole, en mélange avec une proportion de déchets exogènes à l'agriculture, des déchets des industries agro-alimentaires (IAA), déchets de la restauration, déchets de Grandes et Moyennes Surfaces (GSM), biodéchets des ménages, déchets verts (tontes).

Portage privé (SAS, SEM)

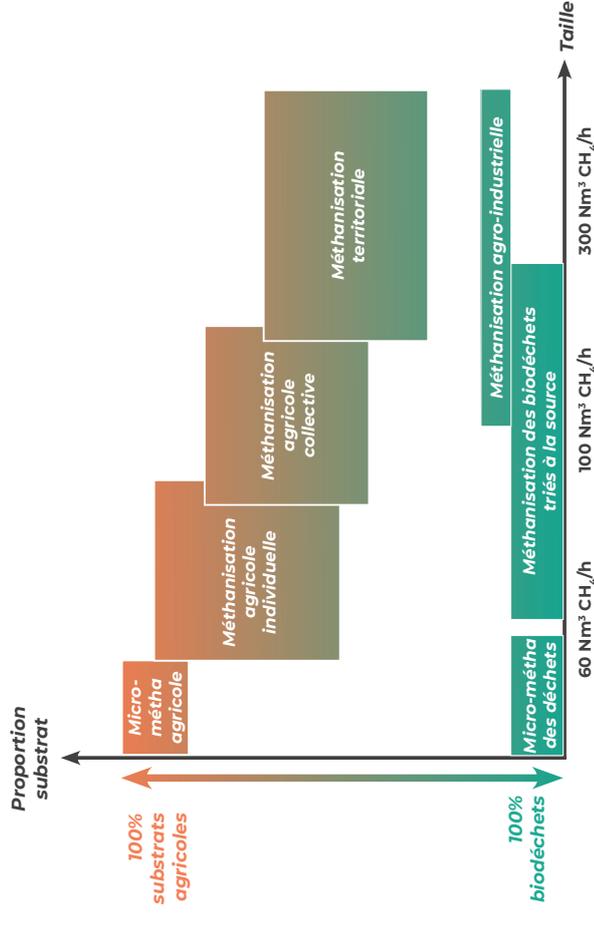
De la méthanisation agricole individuelle (de l'ordre de 10 000 t/an) à la méthanisation territoriale (> 40 000 t/an)

De 2 à 4 ha en zone rurale ou périurbaine

Prestation de service Possibilité d'implication de la collectivité par la participation au portage

Peut être facilitateur dans le développement du projet porté par un agriculteur, un collectif d'agriculteurs, un industriel (terrain, implication financière possible...)

Selon le type d'intrants dans le ou les digesteurs, la taille de l'unité et la gouvernance, l'installation de méthanisation peut être **territoriale, agricole collective, agricole individuelle ou dédiée aux déchets**.



Ces différents modèles offrent aux collectivités un choix qui **s'adapte au territoire** selon sa densité de population, son type d'agriculture, les équipements existants de traitement ou de valorisation des déchets.

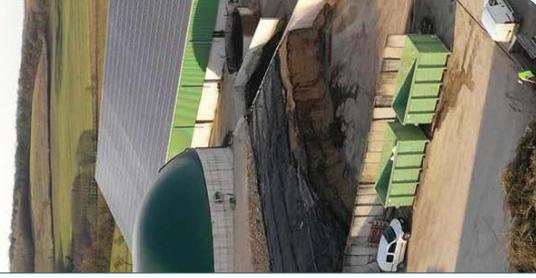
METHAVAIR (88) : méthaniser les restes alimentaires

Depuis 2018, la SAS METHAVAIR traite 12 000 t/an d'intrants, en majorité des déjections d'élevage, issues des 6 exploitations agricoles voisines, et des biodéchets. Deux files cohabitent sur le site : **les biodéchets sont déconditionnés, hygiénisés et méthanisés** sur un digesteur et le gisement agricole est méthanisé sur deux autres digesteurs. Le digestat issu des biodéchets est valorisé par plan d'épandage sur des parcelles exploitées en agriculture conventionnelle, celui issu de la file agricole en agriculture biologique.

L'approvisionnement en biodéchets a démarré par **la collecte auprès des gros producteurs** (grandes et moyennes surfaces, restauration collective) puis est allé vers des gisements plus faibles auprès des **cantines, restaurateurs et artisans** (boulangeries, boucheries/charcuteries) du territoire.

La collecte est assurée par la société partenaire ABCDE en caisses palettes pour les gros producteurs et en bacs roulants pour les plus petits producteurs.

Des initiatives sont lancées auprès des collectivités pour la collecte des biodéchets des ménages en PAV (point d'apport volontaire). Le biogaz est valorisé aujourd'hui par cogénération en absence de réseau de gaz à proximité. La chaleur est valorisée à 100 % sur le site (process, chauffage, eau chaude pour l'aire de lavage de camions). Des projets de séchage de bottes de foin et de bioGNV sont en cours.



²⁷ La méthanisation, phénomène biologique de dégradation de la matière organique par des bactéries anaérobies, est adaptée aux intrants non ligneux

La micro-méthanisation : qu'est-ce que c'est ?

Avec l'obligation de collecte des biodéchets des gros producteurs, le développement de solutions de traitement dédiées à la production d'un ou plusieurs établissements produisant un flux de déchets captifs, s'est accru. Le **caractère diffus** du gisement de biodéchets et l'**absence de site** de traitement centralisés de proximité peut justifier la mise en place de ce type d'unité. Pensées pour **traiter de faibles quantités de biodéchets**, de quelques centaines de tonnes de biodéchets par an à **moins de 5 000 t/an**, ces unités restent cependant soumises au même cadre réglementaire qu'une installation centralisée (ICPE, agrément sanitaire).

Cette filière est récente et présente aujourd'hui peu de recul. Toutefois la micro-méthanisation des biodéchets reste une solution qui pourrait se développer en parallèle du compostage et de la méthanisation centralisée.

BioBeeBox® : la micro-méthanisation envisageable dès 150 tonnes par an

Solution containerisée de gestion des biodéchets, ce procédé développé par la société Bee & Co traite les biodéchets par méthanisation avec une étape de pasteurisation amont et une étape de compostage du digestat. Cette solution permet de **produire du biogaz et du compost normé NFU 44-051 ainsi que de l'eau déminéralisée par osmose inverse** pour un usage industriel (eau d'arrosage). Sa conception en container maritime lui assure une **faible empreinte au sol**, une maîtrise des odeurs et du bruit et permet un traitement de proximité. Cette solution fonctionne **dès 150 t/an et jusqu'à 600 t/an** pour une zone ultra-urbaine (rayon de 5 km), et peut atteindre 1 500 t/an en zone urbaine moins dense. Le biogaz est valorisé en cogénération (électricité et chaleur). Une partie de la chaleur assure le maintien en température du procédé (hygiénisation et méthanisation).

Les restes alimentaires des écoles primaire et maternelle de Vitry-sur-Seine sont traités sur une unité de ce type depuis mi-2021.

Quelles rubriques du régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)?

Au premier kilogramme de biodéchets introduit dans le méthaniseur, l'unité est soumise au régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (rubrique ICPE 2781), enregistrement si elle traite moins de 100 t/j (soit 35 000 t/an) et en Autorisation au-delà de ce seuil.

Ce texte fixe les prescriptions d'implantation, d'analyses, d'études, de conception, d'organisation, d'information et de suivi administratif des installations, avec des précisions sur les substrats et les digestats.

Rubrique ICPE créée par le Décret n° 2009-1341 du 29 octobre 2009 et modifiée par le Décret n° 2010-875 du 26 juillet 2010, le Décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014 et le Décret n° 2018-458 du 6 juin 2018) - Evolution de la rubrique en cours

VALTOM (63) : un traitement dédié des biodéchets porté par la collectivité

Depuis 2013, le Syndicat mixte départemental de valorisation et de traitement des déchets ménagers du Puy-de-Dôme et du nord de la Haute-Loire (VALTOM) dispose d'un **pôle multi-filières** Vernéa, première unité en France qui regroupe des unités de traitement fonctionnant en synergie (JVE, méthanisation, compostage, tri mécanique et stabilisation biologique et unité de préparation des graves de mâchefer).

Dimensionnée pour traiter 18 000 t/an, l'unité de méthanisation du pôle Vernéa **accueille déjà des biodéchets** et assure la production de biogaz valorisé en cogénération.

Le digestat est composté et valorisé auprès des agriculteurs du territoire sous la forme d'un compost normé NFU 44-051.

La mise en œuvre du Schéma Territorial de Gestion des Déchets Organiques permettra d'optimiser la qualité, encore trop basée sur des déchets verts, et la quantité du gisement actuellement collecté auprès des ménages sur un **site entièrement porté par les collectivités**.

Un projet de **production de bioGNV** est également à l'étude pour alimenter la flotte de Bennes à Ordures Ménagères (BOM) avec une station-service à proximité immédiate du pôle.

TRYON : un traitement dédié des biodéchets à partir de 2 000 t/an

Positionnée sur une échelle intermédiaire entre la micro-méthanisation et la méthanisation territoriale, la société TRYON conçoit, met en place et exploite une solution pour déployer la gestion sélective des biodéchets.

Le gisement cible se situe **entre 2 000 et 10 000 t/an de biodéchets** collectés dans un rayon de 30 km maximum autour d'une unité qui peut ainsi être implantée en zone périurbaine.

Sur le site, les biodéchets sont déconditionnés et hygiénisés. Le biogaz est valorisé soit en injection biométhane, soit en bioGNV ou soit cogénééré.

Le digestat est retourné au sol auprès d'agriculteurs partenaires situés sur le territoire.

La clé du succès : identifier le foncier avec la collectivité pour une **implantation centrée sur la zone de chalandise** pour une meilleure compétitivité et un meilleur bilan environnemental.

La première unité Modul'O Yvelines sera mise en service à Carrières-sous-Poissy d'ici fin 2021.

LA QUALITÉ DES INTRANTS : LES CLÉS DE LA RÉUSSITE

Étape intermédiaire avant le retour au sol, l'unité de méthanisation, à l'instar de la plate-forme de compostage, doit mettre tout en œuvre pour qu'à l'issue du traitement la production finale, **digestat ou compost, puisse être valorisée sur les terres agricoles.**

Les réactions biologiques qui s'opèrent au sein de l'unité de méthanisation n'exercent aucun pouvoir sur des résiduels de plastiques, de métaux ou autres inertes qui n'ont aucune valeur agronomique et que l'on peut retrouver dans les flux de biodéchets collectés.

C'est donc en **amont du traitement** que se trouvent les **clés de réussite** de la valorisation par retour au sol de ces biodéchets en conformité avec les objectifs réglementaires.

Sensibilisation, techniques de collecte et de pré-traitement sont des étapes essentielles à maîtriser et à déployer sur le territoire pour garantir la valorisation matière.

LE DÉCONDITIONNEMENT : UNE ÉTAPE NÉCESSAIRE

Pour les biodéchets des gros producteurs, des grandes et moyennes surfaces notamment ou lorsque les biodéchets malgré un tri à la source sont encore **chargés d'indésirables** (couverts, emballages plastiques, verre, plastique dur, céramique, pots de yaourts...), une étape de **déconditionnement en amont du digesteur s'avère nécessaire.**

L'extraction de la matière organique est réalisée via un équipement qui génère d'un côté une « soupe » destinée à la méthanisation et de l'autre, un flux d'indésirables destiné à l'incinération ou l'enfouissement.

On retrouve 3 principales technologies :

- **broyage/séparation** : la séparation se fait lors du broyage. Il s'agit de la technologie la plus répandue, notamment pour les petites capacités ;
- **compression** : la séparation se fait après broyage par un équipement compresseur ;
- **hydromécanique** : la séparation se fait après ou pendant le broyage dans un pulpeur. C'est la technologie la moins répandue en France.

Centre Morbihan Communauté (56) : un bioséparateur de petite capacité

La collectivité Centre Morbihan Communauté s'est équipée d'un **bioséparateur de proximité** afin de générer un flux de qualité en amont de son unité de méthanisation. Le projet est porté par la SEM LIGER.

Il s'agit d'un petit déconditionneur dont la capacité s'élève à 4 tonnes par heure (soit environ 3 000 t/an) et pouvant être **exploitée par une collectivité** (régime déclaratif des ICPE). La **pulpe de matière organique** est ensuite livrée en citerne à l'unité de méthanisation. Le coût d'investissement de l'équipement est d'environ 250 000 €HT.



© AXIBIO

Un petit geste pour le trieur, un grand pas pour le projet de méthanisation !

Le geste de tri a un impact sur le **coût de traitement avec l'ajout d'équipement** de déconditionnement en amont, ou d'affinage en aval. Un **geste de tri bien réalisé** dans une cantine ou à la maison permettra de **limiter l'impact économique** du pré-traitement et du coût final de valorisation au bénéfice de la qualité du digestat épandu sur les sols agricoles.

Selon l'inventaire de l'ADEME 2016²⁸, le coût du traitement des biodéchets emballés est estimé entre **75 €/t et 90 €/t** (déconditionnements, méthanisation de la matière organique et traitement des refus compris) pour des capacités de traitement de 5 000 à 20 000 t/an, sur un amortissement de 10 ans. Il dépend des **équipements choisis** (l'hydromécanique est le plus coûteux) et des **options intégrées** (pré-traitement, traitement des flux sortants).



METHAVAIR : le déconditionnement de qualité, une étape indispensable

Pour Mathieu Laurent, président de METHAVAIR, le déconditionnement est une étape indispensable au traitement des biodéchets. La qualité de la soupe exempte d'inertes et de plastiques dépend pleinement de la qualité de l'équipement. Selon lui, « pour l'acceptabilité, il faut être très strict et ne pas déroger à une qualité irréprochable du digestat ».



Activité de déconditionnement, quelle réglementation applicable ?

Activité aujourd'hui classée sous la rubrique ICPE 2783 « Installation des déconditionnements des biodéchets non dangereux à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2720, 2760, 2771, 2780, 2781 et 2782 », un projet de décret est en cours (délai de mise en œuvre non connu) pour la création d'une rubrique propre (rubrique 2783) aux activités de déconditionnement des biodéchets conditionnés dans un emballage non compostable, non méthanisable ou non biodégradable pour encadrer cette pratique.



Quid des soupes de déconditionnement ?

Certains cahiers des charges de production agricole sous signe de qualité (label, AOC...) excluent les digestats issus de la méthanisation de soupe de déconditionnement pour le retour au sol.



Inventaire et performances des technologies de déconditionnement des biodéchets

ADEME 2016 – Mise à jour prévue pour octobre 2021

L'HYGIÉNISATION : UNE OBLIGATION RÉGLEMENTAIRE

Les biodéchets des ménages et des professionnels de la restauration sont des **déchets de cuisine et de table** (DCT) et sont également classés comme des Sous-Produits Animaux (SPAN) de catégorie 3.

Ils sont donc **nécessairement hygiénisés** avant d'être introduits dans le méthaniseur. Cette étape peut intervenir **sur site ou hors site**.

Les équipements d'hygiénisation sont des cuves inox thermo-régulées précédées d'un broyeur à maille fine.

L'énergie utilisée pour la montée en température peut être soit le biogaz soit une autre énergie renouvelable soit une énergie fossile.

La fourchette de prix varie en fonction du système choisi (débit, etc.), elle se situe entre 150 000 €HT (pour un débit de traitement de 0,4 t/h) et 300 000 €HT (pour un débit de traitement de 4 t/h).

Le site de méthanisation accueillant des SPAN doit **obtenir un agrément** pour lequel :

- les **déchets** doivent être :
 - traités rapidement après réception sur le site (< 24h) ;
 - broyés pour obtenir une taille des particules à l'entrée <12 mm ;
 - hygiénisés, c'est-à-dire maintenus à 70°C pendant 1h consécutive avec enregistrement en continu de la température.
- Les **véhicules et conteneurs utilisés** pour le transport des SPAN doivent être :
 - propres et secs avant utilisation ;
 - nettoyés après chaque utilisation (ceci concerne les parties ayant été en contact avec des SPAN et les roues des véhicules).

Guide pour la mise en œuvre de l'hygiénisation en méthanisation

AILE, UP, pour GRDF - 2021

Guide d'accès à l'agrément sanitaire pour le traitement de sous-produits carnés, Unités de méthanisation et centres de compostage

ADEME 2018

Le dossier d'agrément est instruit par la DDCSPP (Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations) du territoire et doit contenir la description du site (équipements, fonctionnement), le plan de maîtrise sanitaire (avec étude HACCP²⁹) et la gestion de la traçabilité et des lots non conformes.

Une inspection sur site est réalisée avant la remise de l'agrément provisoire de 3 mois pour le début de l'activité. C'est un dossier évolutif qui fait l'objet **d'inspections régulières**.

Peut-on s'affranchir de l'étape d'hygiénisation ?

Les biodéchets sont classés comme des Sous-Produits Animaux (SPAN) de catégorie 3 et doivent répondre à certaines exigences réglementaires sanitaires (Article 10 et Annexe V du Règlement (UE) n°142/2011, Articles 20, 21, 24, 28 et 29 du Règlement (CE) n°1069/2009).

Une dérogation à l'unité d'hygiénisation est possible pour les SPAN qui sont convertis en biogaz et dont le digestat est ensuite composté en totalité conformément au Règlement (CE) n°1069/2009. La phase de montée en température du compostage doit donc respecter les paramètres de l'hygiénisation (70°C, 1h, 12 mm)³⁰.



Unité dédiée au regroupement des collectes, du déconditionnement et à l'hygiénisation, l'exemple de la plate-forme de Stains (93)

Positionnée sur la collecte des déchets alimentaires des centres urbains franciliens, la société Moulinot développe un **modèle exemplaire d'économie circulaire** intégrant à la fois la collecte en camions roulant au bioGNV et la valorisation par méthanisation des biodéchets.

Les déchets alimentaires collectés issus de la restauration, des marchés, des cuisines centrales, des hôpitaux et des ménages sont orientés sur **leur plateforme permettant leur déconditionnement et leur hygiénisation**. Ils ressortent sous forme de « soupe » organique envoyée par camions-citernes chez des **agriculteurs-méthaniseurs** de la Région. Cette étape préparatoire permet de massifier les flux, d'optimiser les coûts et d'assurer une qualité irréprochable aux intrants.

Pour aller plus loin et anticiper la généralisation prochaine du tri à la source, l'entreprise aménage déjà une autre plate-forme similaire en Seine-et-Marne (77), directement accolée à un autre méthaniseur partenaire.



²⁹ Système d'analyse des dangers et maîtrise des points critiques

³⁰ Les conditions de dérogation concernant la méthanisation suivie du compostage du digestat sont décrites à l'article 7 de l'arrêté du 9 avril 2018 fixant les dispositions techniques nationales relatives à l'utilisation des SPAN

LE DIGESTAT : UN ATOUT POUR L'AGRICULTURE

La méthanisation offre de nombreux avantages sur le plan **agronomique**. Elle permet de réduire la dépendance de l'agriculture aux intrants (engrais, énergie, aliments), de **réduire les impacts environnementaux** (limitation du recours aux herbicides³¹), de rendre l'agriculture plus résiliente face au changement climatique, d'offrir des activités de **diversification**.

D'un point de vue agronomique, le digestat peut être utilisé pour les différentes productions agricoles du territoire, son retour au sol est encadré par la réglementation.

BRUT, LIQUIDE, SOLIDE, DE QUEL DIGESTAT PARLE-T-ON ?

En fonction de la technologie de méthanisation et des équipements de traitement du digestat, une unité de méthanisation peut produire **3 types de digestats : brut, solide ou liquide**.

Le **digestat brut** est le produit qui se trouve directement à la sortie du digesteur. Il peut subir une étape de séparation de phase (appelée aussi déshydratation) qui aboutit à la production d'un **digestat solide** (gâteau) et d'un **digestat liquide** (filtrat ou centrat). La séparation de phase est réalisée le plus souvent par presse à vis ou par centrifugation.

Pour les **unités de méthanisation dédiées au traitement des biodéchets**, l'étape de séparation de phase est systématique. Le phase liquide peut être réutilisée dans le processus ou traitée en station d'épuration. La phase solide subit, aujourd'hui, un traitement supplémentaire par compostage selon les modalités de valorisation visées (mise sur le marché, qualité d'amendement ...).

Cette étape de compostage nécessite un apport complémentaire de structurants (des déchets verts broyés essentiellement) mais permet l'obtention d'un **compost normé** NFU 44-051, voire labellisé ASQA Compost Plus.

D'un point de vue agronomique, cette étape de compostage n'est pas nécessaire. Elle permet de **sortir le digestat du statut de déchet** et de ne pas réaliser de plan d'épandage. Une fois normalisé, le suivi de l'épandage du produit n'est plus à la charge du producteur.

Pour les **unités de méthanisation agricole ou territoriale**, le choix de la mise en œuvre d'une étape de séparation de phase dépendra des **objectifs de fertilisation recherchés**. Aujourd'hui, environ la **moitié des unités envisage le retour au sol direct des digestats bruts**. Les autres séparent le digestat brut en digestat liquide et digestat solide avant valorisation, ou envisagent d'autres post-traitements (compostage, séchage, concentration de l'azote, etc.) pour intégrer le marché du fertilisant (sortie du statut de déchet) et potentiellement **augmenter la valeur marchande**.

L'obtention de produits différents permet d'optimiser le pilotage de la fertilisation et la logistique d'épandage.

État	Digestat brut	Digestat solide	Digestat liquide	Digestat composté
		Liquide	Tenue en tas	Liquide
Teneur en matière sèche (% MS)	5 % - 15 %	> 25 %	3 % - 8 %	> 30 %
Azote ammoniacal (NH ₄)				
Azote organique (Norg)				
Phosphore (P ₂ O ₅)				
Potassium (K ₂ O)				
Carbone stable				

Quantité d'éléments
Valeur agronomique

Légende : importance de la concentration en éléments



Faible présence

Présence importante



Stocker du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1 000 et à quel coût ?
ADEME et Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2019

Site **Infometha**³²

Ce site d'information vise à rassembler les connaissances scientifiques à jour sur la méthanisation et ses effets. Site contributif des acteurs de la filière méthanisation et chercheurs dans le domaine.

Projet METHABIOSOL : projet de R&D visant à évaluer l'impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique et écologique des sols³³

³¹ Liée à l'épandage d'un digestat exempt de graines d'adventices, la méthanisation dès 37°C permettant leur destruction

³² www.infometha.org
³³ <https://www6.inrae.fr/metha-biosol/>

LES FONCTIONS DU DIGESTAT : FERTILISER ET AMENDER LES SOLS

Fertiliser les sols

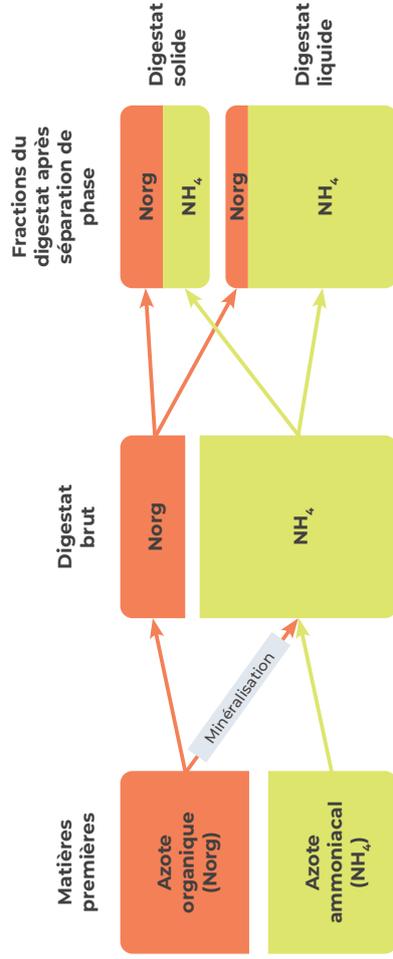
La **méthanisation conserve tous les nutriments** contenus dans les intrants, aucune perte d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) n'est engendrée pendant le processus. Le procédé transforme la forme de l'azote en minéralisant l'azote organique contenu dans les intrants. Le digestat est donc riche en azote minéral ou azote ammoniacal (NH_4) **directement assimilable par les plantes**.

Au même titre que d'autres fertilisants azotés, il doit être **épandu dans les meilleures conditions** pour limiter les pertes :

- **Quantifier la dose** d'apport en adéquation avec les besoins des plantes ;
- **Épandre avec du matériel adapté** (pendillards, enfouisseurs) et enfouir rapidement ;
- Éviter les apports avec une **météo défavorable** (température, vent), à l'instar de ce qui est fait pour l'épandage des lisiers.

La valorisation du digestat permet aux exploitants agricoles de **limiter leur consommation d'engrais minéraux du commerce** et ainsi limiter leur empreinte carbone. Ce raisonnement est accentué pour les zones céréalières ou les zones agricoles sans élevage.

L'azote organique (Norg) est minéralisé en azote ammoniacal (NH_4) au cours de la méthanisation. Après séparation de phase, les deux fractions, digestat solide et digestat liquide, présentent des proportions d'azote organique et ammoniacal différentes. Ainsi, le pilotage de la fertilisation pourra être optimisé selon les besoins des plantes (fonction fertilisante ou amendante).

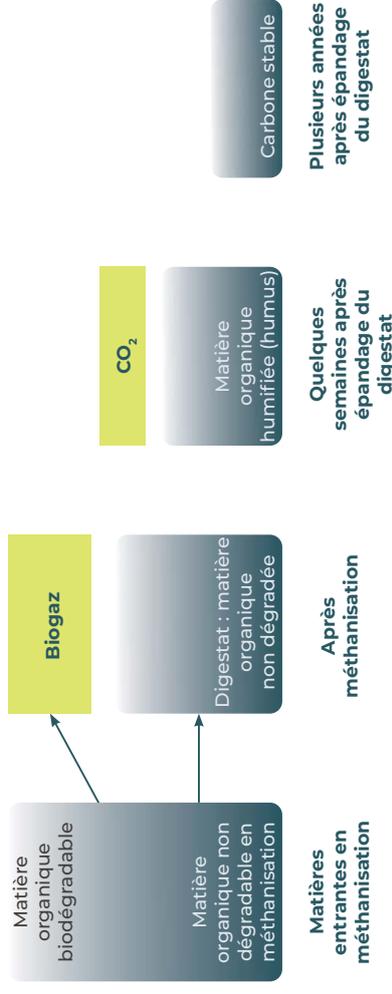


Amender les sols

Même si on observe une augmentation de la teneur en matière organique dans 10,5 % des cantons de France métropolitaine, encore 3,5% des cantons, essentiellement en Bretagne, voient leur teneur diminuer. Pour le reste du territoire aucune variation sur la période n'est observée (Gis Sol, BDAT, 2018). Il n'en reste pas moins que le stock de matière organique doit encore être augmenté dans les sols français.

Le carbone contenu dans les digestats issus du traitement des biodéchets a vocation à retourner au sol.

L'apport de digestat participe au **stockage du carbone dans les sols**. En effet le carbone stable est conservé au cours du processus de méthanisation tandis que la matière organique facilement biodégradable est transformée en biogaz par les bactéries méthanogènes.



Ainsi l'apport de digestat issu des biodéchets complète les pratiques vertueuses à mettre en œuvre pour une transition agroécologique de l'agriculture : techniques culturales simplifiées, mise en place d'intercultures, plantation de haies, agroforesterie, gestion des prairies.

QUEL STATUT POUR LE DIGESTAT : DÉCHET OU PRODUIT ?

Comme toute matière organique qui retourne sur les sols agricoles, le digestat est encadré par une réglementation qui permet de **garantir un retour au sol de qualité**, c'est-à-dire une matière fertilisante et support de culture (MFSC) respectant des critères **d'innocuité, d'efficacité et de traçabilité**.

Quelles contraintes pour l'épandage des digestats ?

La réglementation relative aux matières fertilisantes est **en évolution** depuis 2018 et notamment avec la Loi AEGC et le Règlement européen sur les fertilisants 2019/1009.

Le Décret Socle Commun Matières Fertilisantes et supports de culture, qui devrait sortir fin 2021, définira le cadre à respecter (innocuité et seuils, efficacité et utilisation, traçabilité) pour l'épandage des digestats selon 3 catégories :

- déchets de catégorie A1 : engrais, support de culture, amendements ;
- déchets de catégorie A2 : digestats normés, engrais ou amendements ne respectant pas les seuils A1 ;
- déchets de catégorie B : plan d'épandage.

Les éléments surveillés sont :

- la valeur agronomique : la concentration en nutriments N, P, K, les propriétés physiques, chimiques et biologiques ;
- les contaminants : les éléments traces métalliques (ETM), PCB (dioxines), les pathogènes.

L'utilisation du digestat en Agriculture Biologique (AB)

Avec l'objectif de développement de l'AB sur 15 % de la surface agricole utile française d'ici 2025 (programme Ambition bio 2022) et sur 25 % à l'horizon 2030 au niveau européen (Stratégie « de la ferme à la table »), la réglementation concernant l'AB va évoluer avec le nouveau Règlement sur l'Agriculture Biologique (UE) n°2018/848 qui entrera en vigueur au 1^{er} janvier 2022.

A ce jour³⁴, selon l'Annexe 1 du Règlement, le **digestat est autorisé à être épandu** sur les terres biologiques y compris du digestat issu de mélanges fermentés de déchets ménagers. Ces derniers devant être **triés à la source et respecter plusieurs conditions de qualité, de traçabilité et de contrôles**.

En outre, en AB, le digestat ne doit pas être appliqué sur les parties comestibles de la plante.

Des évolutions sont donc attendues à partir de 2022 avec des précisions concernant spécifiquement les biodéchets.

Un digestat issu d'une unité de méthanisation traitant des biodéchets est un déchet. Il est donc soumis à un **plan d'épandage** sauf si le producteur du digestat est inscrit dans une démarche d'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), de normalisation ou de cahier des charges.

- **Le plan d'épandage** : dossier de synthèse permettant le suivi du retour au sol du digestat en montrant l'innocuité environnementale et l'intérêt agronomique du digestat, en identifiant les surfaces agricoles aptes à recevoir le digestat et en précisant les conditions d'épandage. Il permet d'obtenir l'équilibre entre les quantités d'apport de digestat et la capacité des sols et des productions à les recevoir.
- **La démarche d'AMM** : dossier technique soumis à l'avis de l'ANSES nécessitant de démontrer la constance de la production, l'efficacité sur les plantes (fertilisant et/ou amendant) et son innocuité.
- **La normalisation** : aujourd'hui il existe uniquement une voie de normalisation des digestats dont les intrants comprennent des biodéchets. Il s'agit de la Norme NFU 44-051. Celle-ci impose un traitement final par compostage.
- **Le cahier des charges DigAgri** : système approuvé par le Ministère de l'Agriculture en 2020, permettant de déroger à l'AMM et de pouvoir mettre des digestats sur le marché des fertilisants. Les modalités de production, les types d'intrants et la qualité des digestats doivent être conformes au cahier des charges. A ce jour, la liste des intrants autorisés n'inclue pas tous les types de biodéchets, seuls ceux issus d'industries agro-alimentaires (IAA).

Étude de l'influence de la méthanisation sur la reprise de végétation et la germination de graines de plantes invasives.

Provadesme, la Chambre départementale de l'Isère, pour le Conseil Départemental de l'Isère et le Comité de Territoire de la Boucle du Rhône en Dauphiné - 2017

METHAVAIR : agriculture biologique et méthanisation, la cohérence des démarches

La conversion en agriculture biologique de l'exploitation et le projet de méthanisation de déjections d'élevage et de biodéchets ont été initiés en même temps mais sans lien direct. En 4 ans de fonctionnement, la **cohérence entre les deux projets s'est avérée évidente**, la méthanisation permettant :

- d'**optimiser la fertilisation** en apportant de l'azote organique (non chimique) directement assimilable par les plantes ;
- de **limiter les apports d'herbicides** sur les parcelles réceptrices d'un digestat exempt de graines d'adventices, celles-ci ayant été détruites dans le digesteur, du fait d'un temps de séjour de plus de 70 jours à 40°C.



³⁴ https://atee.fr/system/files/2019-12/2019%2003_bioagz_vveille_fiche_epandage_digestats_agri_bio.pdf

Digestat et compost : quelles différences ?

Le digestat et le compost sont issus de **procédés biologiques de dégradation de la matière organique**, pour le premier par des bactéries anaérobies (qui vivent et se développent en absence d'oxygène), pour le deuxième par des bactéries aérobies (qui vivent et se développent en présence d'oxygène). Le compostage génère de la chaleur (non récupérable), la digestion anaérobie ou méthanisation génère **un gaz, le biogaz, valorisable en énergie**.

Ces deux produits résiduels organiques apportent **nourriture aux sols** (fonction amendante) et aux **plantes** (fonction fertilisante).

Le digestat solide peut subir une étape de compostage en mélange à un structurant frais (déchets verts par exemple).

Produits issus du traitement des biodéchets :

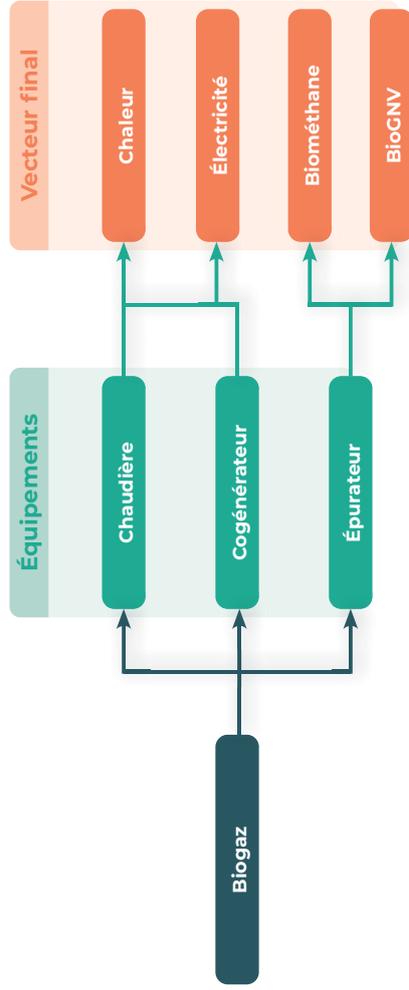
	Compost	Digestat
Fonction fertilisante <i>Apport des éléments nutritifs pour les plantes</i>	Apport d'azote organique assimilable à long terme Apport de P et K Pilotage difficile de la minéralisation mais pas de risque de volatilisation	Azote minéral assimilable rapidement par les plantes Apport de P et K Pilotage de la fertilisation possible mais risque de volatilisation à l'épandage
Fonction amendante <i>Entretien des propriétés physico-chimique et biologique du sol</i>	Apport du carbone stable	
Fonction hygiénisante Impact sur les pathogènes <i>(E.coli, Salmonelles, œufs d'helminthes, coliformes fécaux)</i>	Le compost est un produit hygiénisé, si la phase de compostage est bien menée, c'est-à-dire que la température de 80°C est atteinte pendant plusieurs heures au sein de l'andain.	Élimination des germes pathogènes : • 99% en méthanisation mésophile (à 37°C) • 99,99% méthanisation thermophile (à 55°C)*
Impacts sur les éléments traces métalliques, HAP, PCB	L'abattement de la matière organique des intrants entraîne la concentration des éléments. Cet effet est contrebalancé par l'apport de structurant (dilution). Ces éléments sont contrôlés et doivent rester sous les seuils réglementaires pour pouvoir être épandus.	L'abattement de la matière organique des intrants entraîne la concentration des éléments.
Impact sur les graines d'adventices	Destruction des graines d'adventices (notamment rumex, amброisie, chardon), limitant le recours aux herbicides pour les cultures suivantes.	Réduction des odeurs par rapport aux intrants non digérés. La fermentation est réalisée dans une cuve fermée. La réception des intrants, étape source d'odeurs est réalisée dans un bâtiment avec traitement d'odeur.
Impact sur les odeurs	Réduction des odeurs par rapport aux intrants non compostés. Ajout d'un bâtiment et d'une désodorisation de la phase de fermentation pour limiter les odeurs.	Plan d'épandage Cahiers des Charges DigAgri Possibilité de composter le digestat pour accéder à la norme NFU 44-051.
Réglementation	Possibilité de normalisation NFU44-051.	Valeur amendante et fertilisante Amélioration des pratiques agricoles (rotations, pilotage de la fertilisation), recyclage de l'azote
Impact sur les pratiques agricoles	Valeur amendante	* Rappelons que l'hygiénisation (th à 70°C) des biodéchets en amont de la méthanisation est obligatoire et détruit les germes pathogènes.

L'utilisation des digestats en agriculture
les bonnes pratiques à mettre en œuvre,
AgroParitech, 2021



LES DIFFÉRENTS USAGES : ÉNERGIE ET MOBILITÉ

Le biogaz issu d'une valorisation locale de déchets organiques (agricoles, industriels ou des ménages) permet une **multiplicité d'usages : chaleur, électricité et transport**. L'injection dans les réseaux de gaz naturel lui assure un stockage important et ainsi permet le découplage de la production et de l'utilisation, ce qui rend cette voie de valorisation optimale.



DES BÉNÉFICES POUR LES TERRITOIRES

Du gaz vert et des emplois

L'État a fixé, dans la LTECV³⁵, un objectif de plus de **10 % de gaz renouvelable consommé en France en 2030**. A un horizon plus proche, les **objectifs de production pour 2023** inscrits dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) sont de 300 MW électriques installés, de 900 Tonnes Équivalent Pétrole (TEP) pour la production de chaleur issue du biogaz, de 2 TWh de bioGNV consommé et de 6 TWh de biométhane injecté dans les réseaux de gaz.

Si la biomasse agricole est la ressource majoritaire de la production de biométhane, la méthanisation des biodéchets **a aussi son rôle à jouer** pour atteindre les **objectifs nationaux**.

Au-delà de la transition énergétique et de la lutte contre le changement climatique, la production de gaz renouvelable participe à **l'amélioration de l'autonomie énergétique de la France**. Le principe générique est que ce gaz, étant produit localement, réduit à la fois la dépendance énergétique et ancre **localement la valeur ajoutée et les emplois**.

Plus de
30 000

c'est le nombre d'emplois directs et indirects à l'horizon 2030 dans la filière production (exploitation des unités, maintenance des équipements) et dans la filière de valorisation du gaz (installation, maintenance, opérateurs de réseaux).

³⁵ LTECV : Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte n°2015-992 du 17 août 2015

Afin d'accompagner le développement de la filière méthanisation, un cadre réglementaire et tarifaire dédié au biométhane a été mis en œuvre depuis 2011.

Mécanismes de soutien public

Injection réseau	Biométhane non injecté
Unités produisant moins de 300 Nm ³ /h	Production de bioGNV
Unités produisant plus de 300 Nm ³ /h (> 25 GWh/an)	
Tarif d'achat garanti sur 15 ans avec un tarif de base + primes aux effluents ³⁶	Pas de tarif de soutien garanti Mécanisme de soutien prévu par appels à projets
Soutien par appels d'offres	
Arrêté du 23 novembre 2020 fixant les conditions d'achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel	Décret en cours de rédaction
Décret en cours de rédaction	Décret en cours de rédaction

Un mécanisme complémentaire de soutien à la production de biométhane a été adopté dans la Loi Climat Résilience (juillet 2021), les modalités d'application sont en cours de définition. Il s'agit de la mise en œuvre de **certificats de production de biométhane ou certificats verts**.

Ce **dispositif de financement extra-budgétaire** vise à imposer aux fournisseurs d'énergie de **contribuer au financement** de la production de biométhane proportionnellement aux volumes de gaz naturel livrés.

Ce mécanisme est calqué sur celui des **certificats d'économies d'énergie** (CEE) que doivent produire aujourd'hui les fournisseurs d'énergies (électricité, gaz, pétrole, fioul...) en fonction des volumes vendus.



Connaitre la consommation de gaz vert sur son territoire

La consommation physique du gaz vert injecté sur le périmètre d'une maille de distribution de gaz naturel est visualisable en % de gaz vert sur un territoire (Open Data). L'indicateur est mis à jour tous les mois³⁷.

³⁶ Tarif de base (86 à 122 €/MWh PCS) + primes aux effluents (maximum 10 €/MWh PCS pour 60 % d'effluents d'élevage ou primes « eaux usées » dans le cas des installations traitant des matières issues du traitement des eaux usées (hors IAA) + primes pour les installations injectant sur un réseau de distribution de moins de 100 000 clients

³⁷ <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/indicateur-mensuel-gaz-renouvelable-des-territoires-par-epci/>

INJECTION SUR LES RÉSEAUX ET MOBILITÉ : COMMENT S'Y PRENDRE ?

Raccordement au réseau : le rôle de la collectivité

Avec environ 240 000 km au total en France (15 % sur le réseau de transport - grands diamètres, hautes pressions - et 85 % sur le réseau de distribution - moyennes et basses pressions), le réseau de gaz couvre une grande partie du territoire national : 80 % de la population se trouve à proximité d'un réseau.

En première approche, il est convenu qu'économiquement **l'injection de biométhane** sur le réseau de distribution du gaz (GRDF, ELD) est possible dès 30 Nm³/h et à partir de 100 Nm³/h sur le réseau de transport (GRTgaz, TEREGA).

L'injection du biométhane dans les réseaux permet la **valorisation du patrimoine des collectivités locales** qui sont propriétaires des réseaux de distribution et assure une **capacité de stockage de cette énergie** qui permet de pallier la saisonnalité et l'intermittence des autres énergies.

60 %

c'est la part du coût de raccordement de l'unité de production de biométhane sur le réseau distribution ou de transport du gaz naturel pris en charge par les opérateurs gaziers (GRDF, GRTgaz, TEREGA et les Entreprises Locales de Distribution -ELD), le reste étant à la charge du producteur de biométhane (Loi Climat et Résilience, votée en 2021).

Dans le cas d'un **projet porté par la collectivité**, celle-ci doit suivre les démarches auprès des opérateurs gaziers (gestionnaires et fournisseurs). De manière plus générale, la **collectivité peut jouer un rôle déterminant dans le développement des unités sur son territoire**. En effet, la réglementation (Droit à l'injection) offre la possibilité à la collectivité de participer financièrement aux renforcements des réseaux nécessaires aux raccordements des sites.

Le Droit à l'injection : qu'est-ce que c'est ?

Créé par la loi Egalim de novembre 2018 et le décret du 28 juin 2019, le dispositif du « Droit à l'injection » a été pensé pour que la capacité d'accueil des réseaux de gaz ne constitue pas un obstacle au développement de la filière biométhane, en permettant notamment la diminution des délais de raccordement, la mutualisation et la maîtrise des coûts. La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE), après consultation des parties prenantes par les opérateurs de réseaux, est chargée de valider la priorisation des travaux de renforcement (rebours ou maillage) sur les réseaux. Un critère économique (I/V³⁸) a été défini en-dessous duquel les opérateurs gaziers prennent en charge les coûts des ouvrages, au-dessus, une participation financière d'un ou plusieurs tiers est possible pour atteindre le seuil du critère.

Le bioGNV : la mobilité à faible impact environnemental

Le bioGNV est la **forme renouvelable du GNV** (gaz naturel pour véhicule). L'utilisation la plus répandue reste celle sous forme comprimée (bioGNC). Le biométhane est alors stocké dans des réservoirs à 250 bars. Un stockage sous **forme liquide** existe également (bioGNL) et permet d'emmagasiner de plus grandes quantités d'énergie. Dans ce cas, le gaz doit être stocké à -163°C. Cette solution s'adresse plutôt aux poids lourds réalisant de longues distances.

Par **rapport au diesel**, d'un point de vue **économique et environnemental**, le bioGNV présente des avantages à plusieurs niveaux :

- **Particules** : élimination presque totale des particules fines à l'échappement ;
- **Oxydes d'azote** : réduction de 50 % par rapport à la norme Euro VI ;
- **Gaz à effet de serre** : réduction de 80 % avec le bioGNV ;
- **Bruit, odeurs** : moins de nuisances sonores et d'odeurs au passage des véhicules ;
- **Coût total de possession** (TCO³⁹) : équivalent entre un véhicule GNV et un véhicule diesel.

Par rapport aux autres énergies décarbonées (électricité, hydrogène), la mobilité bioGNV permet d'utiliser et de pérenniser des **infrastructures existantes**, de valoriser le **potentiel de biomasse** des territoires et de proposer des **gammes de véhicules** qui répondent aux besoins spécifiques des flottes des collectivités (puissance, autonomie, maintenance). Le bilan Gaz à Effet de Serre (GES) du bioGNV incluant l'ensemble du cycle de vie, du puits à la roue, **demeure équivalent à celui de la mobilité électrique**. C'est la seule alternative fiable au diesel pour les véhicules lourds à l'heure actuelle.

Fin 2021, 250 stations-services publiques seront alimentées au GNV⁴⁰, réparties sur tout le territoire, s'y ajoutent des stations privées, utilisées par des entreprises ou regroupements d'entreprises privées et des collectivités (flottes de véhicules, transports publics, exploitants de bennes à ordures ménagères).

Près de 20 %

c'est la part des véhicules utilisant du bioGNV parmi les véhicules qui roulent au gaz

Boucler la boucle : alimenter les Bennes de collecte des Ordures Ménagères (BOM) au GNV/ bioGNV

Avec un faible surcoût à l'achat (30 k€), une **consommation équivalente** aux véhicules diesel (65 L diesel/100 km et 65 kg GNV/100 km) et un **coût de carburant de 25 % à 30 % moins élevé**, la solution GNV reste économiquement intéressante même sans subvention.

Aujourd'hui, les technologies se révèlent sûres et maîtrisées. **L'autonomie et la puissance** des véhicules GNV sont comparables à celles des BOM traditionnelles. Avec environ **2 000 BOM en circulation fin 2020**, toutes les entreprises du déchet roulent aujourd'hui au GNV.

20 %

c'est la part des nouvelles BOM qui roulent au GNV

Site GRDF⁴¹ : GNV, diesel et électrique : comparaison des coûts de possession d'un véhicule GNV, diesel et électrique : comparaison des coûts de possession d'un véhicule - Simulateur⁴²



Étude ACV de véhicules roulant au GNV et bioGNV

IFP - 2019

Panorama bioGNV 2020

AFGNV - 2021

Pour une flotte de véhicule, pensez au GNV

GRDF - 2021

³⁹ Total Cost of Ownership : coût incluant l'achat et la maintenance du véhicule, et l'achat du carburant au cours du cycle de vie du véhicule

⁴⁰ <https://www.gaz-mobilite.fr/stations-gnv-france>

⁴¹ www.grdf.fr

⁴² <https://www.grdf.fr/coteurs-gnv/vehicules-roulant-gnv/realisation-projet/tco-vehicule-diesel-gnv>

³⁸ I/V = coût des investissements de renforcement en euros/capacité de production de biométhane de la zone



Quel levier pour utiliser du GNV/bioGNV sur sa flotte captive ?

Afin de développer la carburation GNV et a fortiori bioGNV de leur flotte captive, les collectivités peuvent spécifier dans leurs **appels d'offres** « Collecte des déchets » une exigence particulière sur la **motorisation** : soit une motorisation propre soit une motorisation GNV.

Les **stations-services équipées** de pompes gaz sont aujourd'hui principalement alimentées par le réseau de gaz naturel dans lequel circule du biométhane. Ainsi la valorisation s'effectue au travers du **mécanisme des garanties d'origine** qui assure la **traçabilité du biométhane** injecté dans les réseaux de gaz naturel.

Différents types de stations peuvent être mises en place :

- **Une station-service publique**, avec remplissage rapide, accueillant entre 20 et 30 Poids Lourds par jour pour atteindre une rentabilité ;
- **Une station privée**, avec remplissage rapide ou lent, dimensionnée suivant les besoins spécifiques d'une flotte captive.

A noter toutefois que **plusieurs projets de production de bioGNV sur site** se développent ces derniers mois sur des **unités de méthanisation agricole ou territoriale**. Encouragées par une prochaine mise en œuvre d'un dispositif de soutien dédié au biométhane non injecté (Décrets d'application en cours de rédaction), ces productions visent **l'alimentation de la flotte de véhicules de l'exploitant** de l'unité de méthanisation, voire des véhicules tiers de consommateurs locaux. Ces stations se développent notamment en **zones rurales non desservies par le réseau de gaz naturel**.

Plus de 50 %

c'est la part des bus immatriculés qui roulent au GNV



Les Garanties d'Origine (GO)

Afin d'assurer la traçabilité du biométhane, le système de garanties d'origine a été mis en place : chaque MWh de biométhane injecté donne lieu à l'émission d'une garantie d'origine identifiée, grâce notamment à **son lieu de production et aux déchets utilisés**. Ainsi, l'utilisateur sait que le gaz qu'il consomme correspond à une quantité de biométhane effectivement produite. Les garanties d'origine (GO) sont enregistrées dans le Registre des Garanties d'Origine biométhane (RGO) dont GRDF est le **gestionnaire national** depuis sa création en 2012⁴³.

Pour une **collectivité territoriale**, consommatrice finale de gaz, les garanties d'origines peuvent être soit **attachées à un contrat de fourniture** du gaz vert soit **dissociées**. Dans ce dernier cas, elles font l'objet d'un contrat de vente spécifique appelé Compte Acheteur Non Fournisseur (CANF) qui offre ainsi au consommateur la possibilité d'exprimer ses préférences (origine géographique, types d'intrants, choix de garanties d'origine locales).

TRAITER LES BIODÉCHETS PAR MÉTHANISATION : LES BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX

LA MÉTHANISATION : OUTIL DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

En plus d'être une filière de production d'énergie, la méthanisation permet d'assurer **plusieurs fonctions** : gestion des déchets organiques et résidus agricoles, production de digestats valorisables comme fertilisants.

L'**analyse environnementale de la filière** passe donc par une analyse multi-critères et multifonctionnelle.

Ces dernières années, parallèlement au développement de la méthanisation en France, plusieurs programmes ont été réalisés dans l'**objectif de quantifier les gaz à effets de serre** (GES) et de mesurer l'impact de la filière sur l'environnement, notamment via des Analyses de Cycle de Vie (ACV) : ACV du biométhane, ACV de la méthanisation sur les exploitations laitières (IDELE), analyse GES selon la Directive européenne sur les énergies renouvelables (« RED II ») ou pour le Label Bas Carbone.

Ces analyses montrent que d'un point de vue du bilan GES et de l'impact sur le changement climatique, la **production et la valorisation de biogaz sont bénéfiques** par rapport à un système de référence. C'est également le cas pour une majorité des autres impacts environnementaux.



Le CO₂ contenu dans le biogaz est-il un gaz à effet de serre ?

Comme tout procédé biologique maîtrisé pour la production d'énergie, la méthanisation est une étape qui permet de récupérer l'énergie captée par la photosynthèse, et donc de valoriser de la biomasse qui se serait décomposée au cours de l'année. On parle de **cycle court du carbone**, à la **différence du cycle long du carbone** caractérisé par un flux physique qui provient d'un réservoir souterrain (charbon, hydrocarbures).

Issu de **carbone biogénique**, le CO₂ contenu dans le **biogaz n'est pas comptabilisé comme un gaz à effet de serre**, à la différence du CO₂ issu de la combustion de carbone fossile.

Ce principe de neutralité carbone des énergies issues de la biomasse est accepté par le GIEC et est appliqué dans les ACV de manière générale.

LES ÉMISSIONS PRODUITES ET ÉVITÉES AU COURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Tout au long de la chaîne de valeur, des émissions de GES sont générées **quel que soit le type de traitement des biodéchets**.

En effet, différentes étapes peuvent être à l'origine d'émissions : lors du procédé lui-même, lors de la phase de stockage des matières sortantes mais également lors de l'exutoire final (le retour au sol pour la méthanisation et le compostage, les installations de stockage de déchets dangereux - ISDD - pour l'incinération). Les procédés peuvent être également à l'origine **d'émissions évitées**, voire de stockage de carbone.

Les émissions évitées sont comptabilisées dès lors qu'il y a production d'énergie (cas de la méthanisation et de l'incinération) **en substitution à la consommation d'énergie fossile ou du fait de la substitution à l'utilisation d'engrais minéraux** (cas de la méthanisation et du compostage).

Enfin, le stockage du carbone est occasionné par le retour sur les sols agricoles d'un produit concentré en carbone stable, cas du digestat et du compost.

Directive Européenne RED 2, quel impact sur la filière méthanisation ?

La Directive européenne sur les énergies renouvelables « RED II » encadre la production et la valorisation des énergies renouvelables en Europe. Elle détermine notamment les objectifs chiffrés à l'horizon 2030 et fixe aux États membres un objectif d'au moins 32 % d'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie de l'Union européenne.

Pour être comptabilisées comme productrices d'énergie renouvelable, les installations qui dépassent une certaine puissance (19,5 GWh PCS/an) devront quantifier et prouver qu'elles permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport à un combustible fossile de référence.

Pour le biométhane, les réductions de GES exigées vont de - 65 % à - 80 % par rapport à un combustible fossile de référence, différentes selon la date de mise en service de l'unité et le type d'utilisation de l'énergie, soit pour le transport, soit pour la production de chaleur.

Cette directive oblige les opérateurs de la filière à certifier les sites. Des systèmes dits nationaux portés par les États peuvent être mis en place, mais il est également possible pour les filières de structurer des systèmes privés dits « schémas volontaires » devant être reconnus par la Commission.

La Directive a été transposée en droit français (Ordonnance n° 2021-235 du 3 mars 2021 portant transposition du volet durabilité des bioénergies de la directive (UE) 2018/2001). Les décrets d'application sont en projet.

La mise en application pour les sites débutera fin juin 2022.

Étapes	Impacts	Méthanisation	Compostage	Incinération
Process	Émissions Méthane (CH ₄)	Fuites (process) Événement Épuration Épuration biogaz	Émissions lors de la fermentation	-
	Émissions Protoxyde d'azote (N ₂ O)	-	Émissions lors de la fermentation aérobique pour du compostage en andains, nulles si fermentation en casier avec traitement de l'air	Émissions dans les fumées
	Émissions Ammoniac (NH ₃)	-	-	Émissions dans les fumées
Stockage des matières sortantes	Émissions CH ₄ , N ₂ O, NH ₃	Oui mais nulles si stockage couvert avec récupération gaz	-	Stockage des mâchefers en ISDD
	Émissions N ₂ O à l'épandage	Comme tout engrais, fonction teneur en N	Comme tout engrais, fonction teneur en N	-
Exutoire final	Émissions NH ₃ à l'épandage	Volatilisation lors de l'épandage mais pouvant être réduite dans le respect de bonnes pratiques d'épandage	-	-
	Autres gaz à effet de serre (COV notamment)	-	-	Stockage des mâchefers en ISDD
Production d'énergie	Substitution énergie fossile	Valorisation biométhane	-	Récupération de l'énergie thermique, valorisation en cogénération
	Stockage CO ₂	Retour au sol digestat	Retour au sol compost	-
Exutoire final	Substitution engrais minéraux	Azote (N), Phosphore (P) et Potassium (K)	P principalement	-

Emissions des GES

Gains environnementaux

Importance de l'impact



Importance du gain



Comment évaluer les bénéfices climatiques d'une filière d'économie circulaire : l'exemple du biométhane

ENECA Consulting pour GRDF - 2021

Programme de recherche de l'ADEME sur les émissions atmosphériques du compostage, Connaissances acquises et bibliographie ADEME 2012

Évaluation des impacts de l'injection du biométhane dans le réseau de gaz naturel QUANTIS pour GRDF - 2017

ÉCONOMIE D'UN PROJET DE MÉTHANISATION TRAITANT DES BIODÉCHETS

Voici les principaux flux financiers d'une unité de méthanisation traitant des déjections animales, de la biomasse végétale et des déchets alimentaires :

Investissements

- liés à l'unité de broyage/hygiénisation
- liés à l'unité de méthanisation et de valorisation du biogaz

Charges

- transport et frais liés à la culture des matières entrantes (CIVE)
- exploitation de l'unité : consommables (électricité, gaz naturel pour l'hygiénisation), main d'œuvre, maintenance

Recettes

- vente de biométhane aux tarifs de novembre 2020
- redevance de traitement des biodéchets (collectés déconditionnés et livrés sur site)

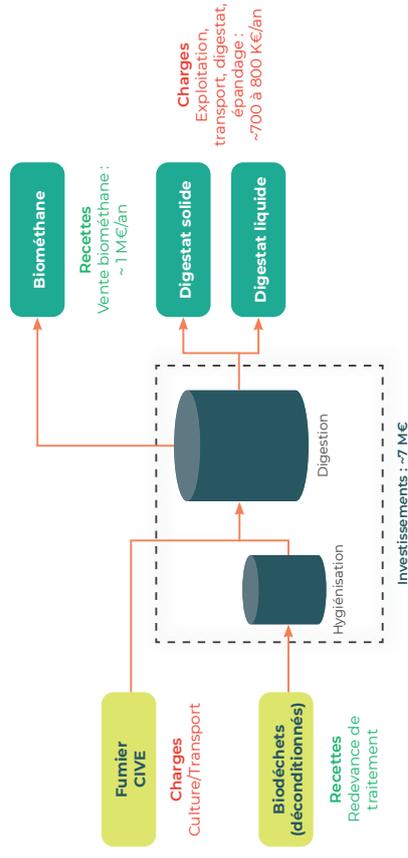
Subventions

- ADEME, région, département... (entre 10 et 20 % du CAPEX généralement observés)

Afin de se rendre compte des **volumes économiques** en jeu, ci-dessous un exemple du dimensionnement théorique d'une unité de méthanisation traitant des **déjections d'élevage**, des Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE) et des **biodéchets** correspondant à la collecte sur un bassin de 20 000 habitants (ménages : 43 kg/hab./an et GMS : 20 kg/m²/an).

Cette unité traite de l'ordre de **15 000 t/an**, dont 1 000 t/an de biodéchets, produit 100 Nm³/h et est soumise à ICPE Enregistrement.

Dans ce cas, les biodéchets apportent **9 tonnes d'azote par an** qui pourront être valorisés sur le territoire et assureront la production de 0,9 CWh/an.



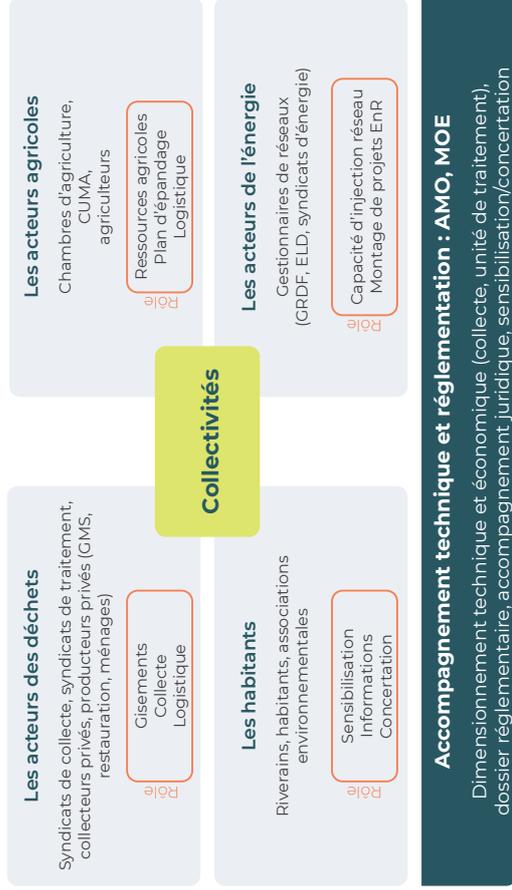
3

MONTAGE ET CONCRÉTISATION DE LA MÉTHANISATION

Quelles sont les étapes du montage d'un projet de méthanisation ?

Les acteurs autour du projet

Le projet de méthanisation : agricole, territorial ou dédié biodéchets



Les 5 étapes du montage



Démarches administratives

Les démarches administratives doivent être engagées rapidement dès le contour du projet défini.

Les unités de méthanisation traitant des biodéchets relèvent du régime ICPE 2781. Enregistrement si elles traitent moins de 100 t/j (3 500 t/an) ou sinon Autorisation.

Les délais réglementaires vont de 5 (Enregistrement) à 18 mois (Autorisation).

En régime Autorisation, les unités sont soumises à enquête publique.

L'obtention du permis de construire est instruit parallèlement à l'ICPE et est nécessaire à l'étape de contractualisation tarifaire.

Démarches liées à la vente d'énergie

Une fois le type de valorisation du biogaz déterminé, des démarches sont nécessaires auprès des gestionnaires de réseaux et des fournisseurs d'énergie.

Spécifiquement dans le cas du biométhane :

- Consultation des acheteurs de biométhane
- Demande d'attestation préfectorale ouvrant droit à l'achat du biométhane produit
- Signature du contrat d'achat de biométhane auprès du fournisseur
- Signature du contrat d'injection et du contrat de raccordement auprès de l'opérateur de réseaux

Montage financier et juridique

Pour financer un projet de méthanisation, il est possible pour partie de mobiliser des subventions, du financement participatif, des fonds d'investissement...

Le mode de portage est également à définir : SEM, SEMOP, Société de projet...

Une fois ces éléments connus, il s'agira de passer au montage du financement bancaire du projet.

Le montage juridique doit être anticipé et réfléchi dès la phase d'étude.

Construction Réception

Durant cette phase, un accompagnement par un maître d'œuvre permettra une coordination du chantier et la gestion des interfaces.

Le processus de réception et notamment les tests de performance devront être menés avec attention.

QUELLES ÉTAPES POUR ASSURER UNE BONNE ACCEPTABILITÉ ?

Préambule : s'assurer de l'appropriation locale

Avec des impacts sur l'environnement beaucoup moins négatifs que les énergies fossiles, les énergies renouvelables sont concernées par l'opposition et les contestations à la construction de nouveaux projets. La méthanisation n'échappe pas à la règle : **l'acceptabilité sociale constitue un des principaux freins** au déploiement de ce type d'installation⁴⁴.

Qu'est-ce que le processus d'appropriation locale ?

C'est le fait d'**associer l'ensemble des parties prenantes**, les acteurs locaux (dont les agriculteurs), les élus, les entreprises, et la population, **autour d'un intérêt commun**.
L'objectif est :

- d'identifier, impliquer et co-construire avec les parties prenantes ;
- de rassurer sur les changements potentiels qui pourraient être engendrés ;
- de vulgariser la méthanisation, technologie qui peut faire peur dans l'imaginaire collectif mais qui en pratique présente des risques contrôlés.

La manière dont le projet sera amené et mis en place sur le territoire est décisive pour son acceptation. Il est important de faire de ce projet, un **projet de territoire**. **Les parties prenantes sont sensibles à l'intérêt qui leur est porté lors de la construction d'un projet. Moins les habitants et les acteurs sont informés ou consultés plus ils semblent rejeter les projets.** Ce genre de situation tend à **crystalliser les tensions et la méfiance** à l'égard des porteurs du projet, parfois même au-delà des frontières locales. Le maître-mot reste la concertation et la co-construction dès le démarrage. Alors quelles sont les étapes à suivre pour assurer l'appropriation locale du projet ?



Méthanisation agricole :

Retour d'expérience sur l'appropriation locale des sites en injection

GRDF 2018

Podcast de métha radio « acceptabilité, la stratégie d'un dialogue ouvert »⁴⁵

METHAVAIR : la méthanisation au centre de l'économie circulaire d'un territoire

L'organisation de visites et de la pédagogie, voilà les règles de base pour que le projet soit accepté par la population. Proposer un projet qui fait sens (production d'EnR, économie circulaire), **ne pas laisser les choses s'envenimer** et progresser sur **l'optimisation des procédés**, notamment pour limiter les nuisances, font partie des clés de réussite d'un projet quel que soit sa nature. « *Quand les visiteurs arrivent, ils sont sceptiques, quand il repartent, ils trouvent le projet vertueux et cohérent.* »



⁴⁴ <https://journals.openedition.org/lespacepolitique/6619>

⁴⁵ <https://podcast.cusha.com/the-radio-la-podcast-qui-est-diffuse-du-gaz-vert-dans-votre-territoire/podcast-methanisation-acceptabilite-metha-radio>

1 Étape 1 : dresser un diagnostic territorial

- **Identifier les parties prenantes** du projet et le jeu d'acteurs associé avant de pouvoir les mobiliser autour du projet.



Voir aussi : Identifier les acteurs de son territoire et les mobiliser dans une démarche de concertation p.68

- **Comprendre les enjeux locaux** et mettre le projet de méthanisation en adéquation avec les préoccupations locales (gestion des déchets, emplois locaux, etc.). Le projet devient alors un projet de territoire aux externalités positives bénéfiques à l'ensemble : diversification du revenu des exploitants, chauffage d'habitats collectifs, valorisation locale des déchets, etc.



France Nature Environnement a développé Méthascope, un outil d'aide au positionnement sur les projets de méthanisation. Destiné aux associations mais aussi aux porteurs de projets de méthanisation, l'outil se compose d'un livret et d'une grille d'analyse multicritères pour s'approprier les enjeux de la méthanisation sur son territoire (<http://www.fnne.asso.fr/publications/methascope>).

2 Étape 2 : établir un dialogue territorial : information et consultation

- **Présenter le porteur de projet** : présenter ses activités, le lien avec la méthanisation et les motivations à la mise en place du projet. L'acceptation ou l'appropriation du projet par les parties prenantes est dépendant de la **confiance qu'elles accordent au porteur de projet**. Plus les acteurs auront confiance, plus ils jugeront le porteur de projet capable de **contrôler** les risques et les nuisances liés au projet et donc son impact sur la vie quotidienne des riverains.

Un portage politique fort favorise le développement d'un projet de méthanisation sur le territoire. Toutefois, les élus locaux peuvent être l'objet de méfiance de la part de la population. Aussi, ils doivent se positionner de manière objective et factuelle vis-à-vis du projet afin d'éviter qu'il devienne un sujet politique cristallisant la géopolitique locale.

- **Présenter le projet** : la méconnaissance de la technologie de méthanisation par le grand public constitue un frein à l'appropriation du projet. L'inconnu fait souvent peur et alimente les craintes et les contestations. La diffusion d'éléments de compréhension techniques est un travail de **pédagogie** qui permet aux acteurs de mieux **appréhender le projet** et de se positionner en connaissance de cause.

- **Identifier les premiers points de blocage et déconstruire certains préjugés** : les premiers échanges permettent d'identifier les premiers points faisant débat, les odeurs désagréables principalement, l'impact négatif sur le paysage, les changements sur la qualité de vie (y compris l'augmentation du trafic local et le bruit), les risques éventuels, et la baisse des prix de l'immobilier pour les habitations localisées à proximité.



Collectivités et méthanisation : faciliter, accompagner, participer à l'installation d'unités de méthanisation agricoles dans les territoires
IFREE - 2018

Énergies renouvelables – en finir avec les idées reçues !

Réseau Action Climat - 2015

3 Étape 3 : mettre en place une concertation territoriale avec les acteurs

- **Impliquer les parties prenantes dans le processus de construction du projet.** L'acceptabilité du projet est optimisée lorsque les acteurs se sentent associés et impliqués. Plus le **dialogue est organisé en amont** de la construction du projet, plus la marge de manœuvre est importante pour adapter le projet aux suggestions voire aux revendications des acteurs mobilisés.
La concertation se construit avec tous :
 - **Acteurs de la filière déchets** (élus, techniciens, employés communaux, entreprises productrices, prestataires de collecte, ...) : pour leur connaissance du territoire, leur facilité à diffuser des messages, leur lien avec les usagers, leur portage, ou alors la mobilisation de leurs gisements ;
 - **Acteurs du monde agricole** : pour les synergies incontournables sur la valorisation du digestat, la viabilisation du projet, la mutualisation du méthaniseur ;
 - **Acteurs de l'énergie** (syndicat d'énergie, gestionnaire de réseaux, réseau énergie-méthanisation) ;
 - **Associations** : parce qu'elles sont un relai efficace de l'information et de la communication autour du projet. Leur soutien permet d'augmenter la légitimité du projet ;
 - **Riverains, habitants** : parce qu'ils sont concernés en tant que contribuable et producteur de déchets alimentaires, et parce que certains risquent d'être en proximité du site.
- **Convertir le projet en projet citoyen.** Il est possible de pousser plus loin l'association des citoyens dans la démarche en formalisant leur implication opérationnelle au sein du projet à travers par exemple :
 - leur participation au sein de la **gouvernance** du projet (les citoyens sont co-décisionnaires de l'instance responsable du fonctionnement de l'unité de méthanisation représentée par une forme juridique collective) ;
 - leur contribution à un **financement participatif** du projet.



Financement participatif pour la collecte du Biogaz de l'Isac (44)

Pour être en mesure de développer son projet de méthanisation, Biogaz de l'Isac a sollicité un **financement participatif** auprès de la plate-forme Enerfip, permettant de constituer une avance de fonds propres. La première collecte a réuni plus de **2 millions d'euros sous la forme d'émission d'obligation simple**, et témoigne de l'appétence des citoyens pour ce financement participatif. Le prêt participatif sera ensuite remboursé par emprunt bancaire, à un taux de 6.5 %/an sur 3 ans.



4 Étape 4 : communiquer pendant la mise en œuvre

- **Maintenir l'appropriation locale dans la durée** : la communication sur le projet doit continuer pendant la phase de mise en œuvre et tout au long du fonctionnement de l'installation.
- **Optimiser les performances du projet** : les performances de la filière de valorisation énergétique dépendent de l'implication des usagers au moment du tri des déchets. Il est donc important de communiquer régulièrement auprès des usagers afin de leur rappeler les bonnes pratiques et les externalités clés liées à la filière méthanisation locale.



Comment communiquer autour du projet ?

Selon l'avancée du projet et l'objectif, **différents médias sont possibles** : brochure, post sur les réseaux sociaux, site internet (collectivités, projet), visites d'unités en fonctionnement, journées portes ouvertes, réunions d'information. Dans le cas d'une enquête publique, il est conseillé d'organiser **des réunions en amont** afin d'éviter que la réunion publique ne soit la seule occasion d'expression des parties prenantes.



Comment engager un dialogue constructif avec les parties prenantes
PROMETHA-CAPMETHA77 – Janvier 2021

Concertation territoriale de la matière organique - guide méthodologique
ADEME - 2018

La méthanisation en 10 questions
ADEME - Octobre 2009

Informier et dialoguer autour d'un projet de méthanisation
ADEME - 2018

Territoires et appropriation de la méthanisation
CERDD - 2019

QUI PEUT PORTER UN PROJET ET QUELS ACTEURS MOBILISER ?

PORTER UN PROJET PAR DES ACTEURS LOCAUX

Les acteurs pouvant porter un projet de méthanisation de biodéchets sont :

Une collectivité territoriale
(EPCI, syndicat) à compétence traitement des déchets

Elle peut décider d'externaliser ou d'internaliser l'exploitation du site de méthanisation et le gérer en régie.

Il est toutefois ardu pour une collectivité de porter seule un projet de méthanisation de biodéchets. Il lui est en général conseillé de s'associer à des producteurs locaux dans le but de mutualiser l'outil et combiner dans la mesure du possible les gisements agricoles et les biodéchets des ménages. Le rapprochement avec les agriculteurs du territoire reste indispensable dans le cadre de la maîtrise du retour au sol de ces biodéchets méthanisés.

Un collectif
(La collectivité et/ou les citoyens et/ou les agriculteurs et/ou d'autres acteurs locaux)

Les porteurs s'associent et créent une structure ad hoc pour gérer l'installation de méthanisation.

Voir aussi : Quels montages juridiques sont possibles ?
p. 70

Ce type de portage permet d'imputer différents coûts et les compétences de gouvernance partagée et de mutualiser les coûts et les compétences de chacun.

Un agriculteur ou groupement d'agriculteurs

La méthanisation permet de valoriser les effluents d'élevage, les cultures intermédiaires à vocation énergétique et les résidus de culture, de diversifier ainsi les activités agricoles, de modifier les pratiques vers plus de durabilité et d'assurer des revenus complémentaires aux agriculteurs.

D'une méthanisation agricole, ces projets peuvent évoluer en méthanisation territoriale : la collectivité peut instaurer une relation commerciale avec l'agriculteur afin de pouvoir en plus incorporer ses biodéchets dans l'unité de méthanisation.

Un opérateur de collecte et traitement de déchet ou un industriel privé développeur ENR

Il peut être amené à investir dans des installations de méthanisation dans le but de valoriser ses propres effluents (industries agro-alimentaires) ou les résidus alimentaires qu'il collecte auprès des professionnels du commerce, et de la restauration (GMS, industries agroalimentaires, restaurations privées, collectives, hospitalières, cuisines centrales, etc.).

Les biodéchets issus de la collectivité constituent un gisement complémentaire à incorporer dans l'unité.

SE FAIRE ACCOMPAGNER DANS LA DÉMARCHÉ

Les acteurs qui accompagnent les collectivités dans leur démarche :

- L'écosystème d'acteurs impliqués dans la méthanisation est propre à chaque territoire. Des structures telles que la **Direction Régionale de l'ADEME**, la **Région**, notamment via l'**Agence Régionale Energie Climat**, constituent des référents à ancrage local, sur qui la collectivité peut s'appuyer.
- La **Chambre d'Agriculture**, les **Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole CUMA**, les **coopératives agricoles** ou encore d'autres **associations agricoles locales** peuvent constituer un relai de choix pour les collectivités afin d'identifier et de se rapprocher de potentiels partenaires ou porteurs de projets agricoles.
- Localement, régionalement, il peut exister des **réseaux associatifs** aptes à appuyer ponctuellement le porteur de projet dans l'élaboration et la mise en place de la démarche, ou la mise en réseau. Ce sont des collectifs régionaux engagés à accompagner le développement de la **méthanisation**.
- La collectivité ou le porteur de projet ne doit pas hésiter à se faire accompagner par des **experts locaux** (cabinets de conseil, bureaux d'études, associations locales spécialisées, etc.) tant sur les volets techniques que sur l'organisation du dialogue territorial.

Le rôle de GRDF

Il intervient aux côtés des collectivités dont il exploite le réseau de distribution de gaz et des opérateurs privés pour la promotion des solutions énergétiques productrices de gaz vert innovantes et les soutient des initiatives en la matière. Au titre de son expertise de l'injection de gaz vert d'opérateur de réseau de distribution, GRDF intervient pour **accompagner le porteur de projet** dans son étude de faisabilité de l'injection, le raccordement de l'unité de production, le comptage et l'odorisation des volumes de biométhane injectés, l'acheminement de la molécule jusqu'au consommateur final...

Dans sa qualité d'énergéticien français au service de la transition énergétique, l'opérateur s'inscrit également comme **promoteur et facilitateur de tous les projets qui assurent le verdissement du réseau de gaz français** aux côtés de l'ensemble des parties prenantes. Il constitue un atout précieux pour les projets.

D'autres opérateurs de gaz comme **GRT gaz**, **TERREGA** ou autres **entreprises locales** de distribution (R-GDS, GEG...) peuvent également jouer ce rôle selon la nature des réseaux gaz concernés au périmètre de la collectivité et/ou du projet de méthanisation.

Identifier les acteurs de son territoire et les mobiliser dans une démarche de concertation

Pourquoi se concerter ?

- 1 Créer des synergies, de la collaboration, du partage à l'interface entre les déchets, l'énergie, l'agriculture autour d'un intérêt commun**
- 2 Comprendre et faire comprendre son projet (première étape de l'appropriation)**
- 3 Disposer d'appuis et de compétences complémentaires**

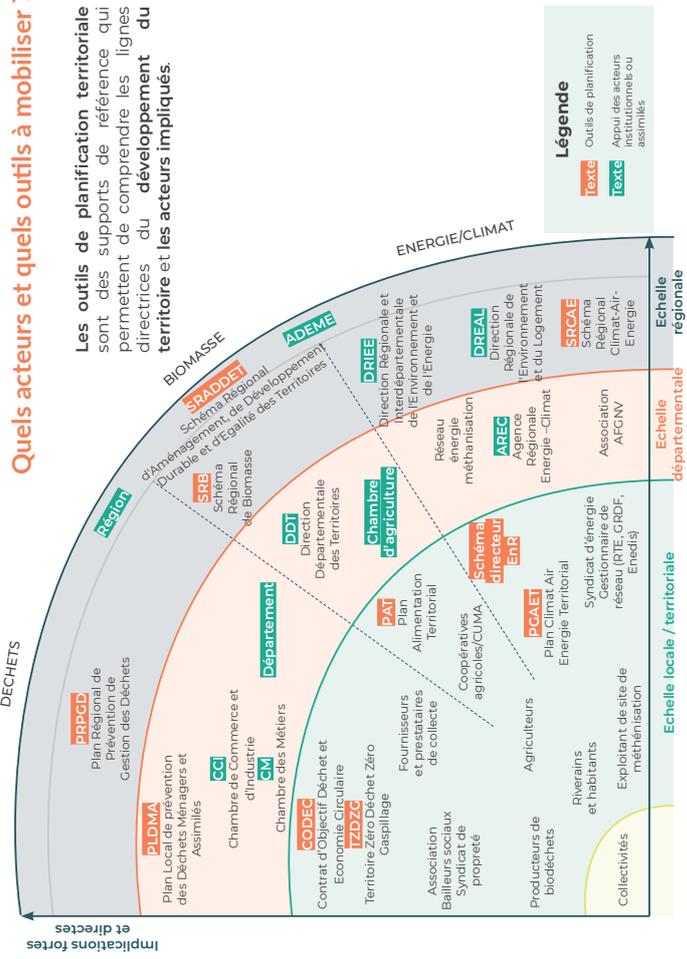
Comment mettre en place une démarche de concertation ?

La démarche Concerto de l'ADEME vise à mettre en place la concertation territoriale autour de la matière organique. Voici les étapes clés de la concertation :



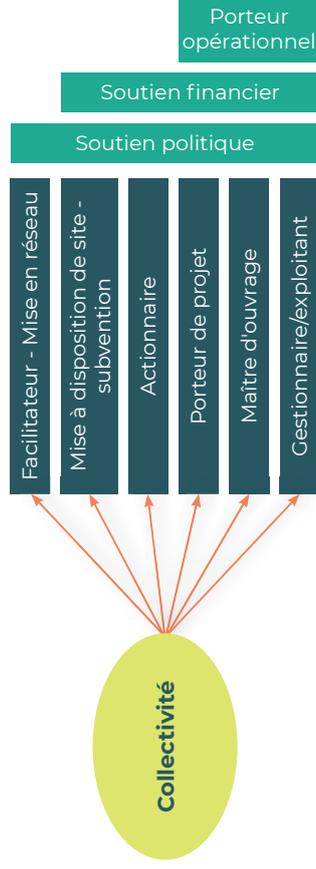
Quels acteurs et quels outils à mobiliser ?

Les outils de planification territoriale sont des supports de référence qui permettent de comprendre les lignes directrices du développement du territoire et les acteurs impliqués.



QUELS RÔLES POUR LA COLLECTIVITÉ ?

En pratique, les collectivités peuvent intervenir de différentes manières sur les projets de méthanisation, et contribuer ainsi au développement de projets de méthanisation sur leur territoire.



Dans le cas où la **collectivité n'est pas directement impliquée** dans le projet mais en constitue un **soutien important** (avec portage politique fort), elle peut par exemple :

- **Être à l'initiative du projet** : analyser les gisements mobilisables en matière organique dans le but de pouvoir identifier au mieux les potentiels acteurs et les faire se rencontrer ;
- **Participer financièrement au projet** par exemple, en versant des subventions, en prenant des parts dans une société dédiée ou en mettant à disposition un terrain pour installer le projet ;
- User de sa **capacité d'animation** pour aider les porteurs de projet à se faire connaître, à informer et à renseigner les habitants et acteurs locaux ;
- User de son réseau pour **mettre en relation les acteurs locaux** potentiellement concernés par le projet et intéressés pour s'y impliquer ;
- Être un **fournisseur d'intrants** pour l'unité et traiter **ses déchets** dans une unité de méthanisation du territoire ;
- Être **client de l'unité de méthanisation** tout en capitalisant sur la valeur des produits ou coproduits issus de la valorisation de ses biodéchets (récupération de chaleur, achat d'énergie, digestats) ;
- Participer financièrement aux renforcements de réseaux nécessaires aux raccordements des sites (Droit à l'injection).



Méthanisation : comment contribuer au développement de projets sur son territoire
AMORCE – Mars 2018

L'élu, la méthanisation et le biogaz
AMORCE – publication prévue pour octobre 2021



Les autres relations contractuelles entre la collectivité et les projets

Si la collectivité ne peut pas intervenir dans le montage, ou ne le souhaite pas, elle peut toutefois prendre part au projet comme précédemment cité. A chaque interaction correspond alors des types de contrats :

- **Mise à disposition de terrain public** : Bail Emphytéotique Administratif, sans ou avec Appel à Manifestation d'Intérêt...;
- **Organisation de l'initiative privée** : appels à projets pour recueillir les initiatives privées et les orienter ;
- **Mise à disposition de ses biodéchets** : marché public, si en dessous des seuils de contractualisation de gré à gré possible⁴⁶ ;
- **Récupération de chaleur** : marché public, si en dessous des seuils de contractualisation de gré à gré possible ;
- **Récupération de digestat** : marché public, si en dessous des seuils de contractualisation de gré à gré possible.



METHAMOLLY : un exemple de portage collectif (69)

12 agriculteurs des Monts du Lyonnais se sont regroupés sous une SAS pour créer leur unité de méthanisation valorisant résidus agricoles et déchets alimentaires. Le projet initié depuis 2012 a reçu le **soutien des collectivités regroupées en SEM pour rentrer au capital** (SEM Soleil). Porté de **façon collective** par cette SAS AgriEnR (qui détient 51 % des parts), ce projet est un bel exemple de portage collectif qui associe également ENGIE-SUEZ Métha Biodéveloppement, le fonds participatif Energie Partagée, le fonds OSER et UNICA.



QUELS MONTAGES JURIDIQUES SONT POSSIBLES ?

A CHAQUE PORTAGE SON PANEL DE STRUCTURES

Les montages juridiques s'adaptent aux projets de méthanisation de biodéchets en fonction du type de portage, des acteurs partenaires et de la gouvernance souhaitée. La majorité des montages juridiques employés pour porter les projets de méthanisation sont les suivants :

Portage par un agriculteur ou un groupement d'agriculteurs

- Sociétés dédiées :
 - agricoles : EARL, GAEC, SCA
 - non agricoles : SAS (à la marge) : SARL, SCIC
- Méthanisation incluse dans les actifs agricoles (agriculteur, personne physique, EARL, GAEC)

Portage par un opérateur ou un industriel privé

- Méthanisation incluse dans les actifs industriels
- Sociétés dédiées : SAS (à la marge) : SARL, SCIC

Portage par un collectif

- Sociétés dédiées : SAS (SARL), SA, SEM, SCIC

Portage public

- Maîtrise d'ouvrage publique : utilisation des contrats publics
- Maîtrise d'ouvrage déléguée : concession, création d'une SEMOP, création d'une SPL

⁴⁶ Seuil de 40 k€ - code de la commande publique

Être vigilant à la maîtrise des apports

La sécurisation des apports par des conventions avec l'ensemble des apporteurs de matière constitue un point central dans la **sécurisation d'un projet de méthanisation territoriale** quel que soit le porteur de projet.

Si la collectivité est maître d'ouvrage, elle devra réaliser elle-même, ou faire réaliser par un prestataire, le travail de **sécurisation des apports** pour valider la faisabilité opérationnelle du projet.

Cette maîtrise des apports est également un **point d'attention** pour les propres apports de la collectivité (biodéchets, déchets verts, boues de STEP) qui sont parfois déjà valorisés sur des unités de valorisation et sous contrat. Ainsi, la **rupture de certains contrats ou la passation d'avenants** est souvent nécessaire.

Voici un **panorama des structures porteuses de projets** d'unité de méthanisation et le rôle possible de la collectivité dans ces montages :

Type de structure porteuse	Description	Type de méthanisation	Participation possible d'une collectivité
GAEC	Le groupement agricole d'exploitation en commun ⁴⁷ est une société civile agricole de personnes permettant à des agriculteurs commun dans des conditions comparables à celles existant dans les exploitations de caractère familial. Les associés sont uniquement des personnes physiques majeures, agriculteurs à titre principal.	Méthanisation agricole et territoriale	X
EARL	L' exploitation agricole à responsabilité limitée ⁴⁸ est une forme de société civile à objet agricole. Les associés sont uniquement des personnes physiques.	Méthanisation agricole et territoriale	X
SCA	La société coopérative agricole ⁴⁹ regroupe toutes les personnes physiques ou morales ayant la qualité d'agriculteur mais également toutes les personnes physiques ou morales possédant dans cette circonscription des intérêts agricoles qui correspondent à l'objet social de la coopérative.	Méthanisation agricole et territoriale	X
SAS	La société par actions simplifiée est définie par le Code du commerce. Elle permet une grande flexibilité dans la définition des règles de gouvernance.	Méthanisation agricole et territoriale Méthanisation dédiée des déchets	X

⁴⁷ Créé par la loi du 8 août 1962, le GAEC est régi par les articles L.323-1 à L.323-16 et R. 323-1 à R.323-51 du code rural et de la pêche maritime

⁴⁸ Créée par la loi du 11 juillet 1985, elle est régie par les articles L.324-1 à L.324-11 et D.324-2 à D.324-4 du Code rural et de la pêche maritime

⁴⁹ Définie aux articles R521-2 et suivants du Code rural et de la pêche maritime

LES MODES DE RÉALISATION ET DE GESTION DE PORTAGE PUBLIC

Dans le cas où les collectivités endossent le rôle de maîtres d'ouvrage d'unités de méthanisation territoriales, elles sont soumises au Code de la commande publique et peuvent avoir **recours à l'ensemble du panel de contrats publics existants**. Elles ont dans ce cas une **maîtrise totale du projet**.

SAS ENR	Les communes et leurs groupements peuvent participer au « capital d'une société anonyme ou d'une société par actions simplifiée dont l'objet social est la production d'énergies renouvelables par des installations situées sur leur territoire ou sur des territoires situés à proximité et participant à l'approvisionnement énergétique de leur territoire ». ⁵⁰	Méthanisation agricole et territoriale Méthanisation dédiée des déchets	Participation des collectivités inférieure à 50% conseillée Production d'énergie renouvelable indispensable	✓
SARL	La société à responsabilité limitée , définie par le Code du commerce, est une forme de société commerciale qui permet aux associés de limiter leur responsabilité au montant de leurs apports.	Méthanisation agricole et territoriale		✗
SCIC	La société coopérative d'intérêt collectif ⁵¹ a pour objet la production ou la fourniture de biens et de services d'intérêt collectif qui présentent un caractère d'utilité sociale.	Méthanisation agricole et territoriale Méthanisation dédiée des déchets	Participation des collectivités inférieure à 50%	✓
SICA	La société d'intérêt collectif agricole ⁵² est une forme particulière de SCIC associant agriculteurs et acteurs associés.	Méthanisation agricole et territoriale		✗
SEM	La société d'économie mixte ⁵³ regroupe acteurs privés et publics pour l'exploitation de services publics à caractère industriel ou commercial, ou pour toute autre activité d'intérêt général.	Méthanisation agricole et territoriale Méthanisation dédiée des déchets	Participation des collectivités de 50 à 85%	✓
SEMOP	La société d'économie mixte à opération unique ⁵⁴ a vocation à exécuter uniquement les prestations objet du contrat attribué par la collectivité.	Méthanisation dédiée des déchets	Participation des collectivités de 34 à 85%	✓
SPL	La société publique locale ⁵⁵ regroupe uniquement des acteurs publics et ne peut exercer ses activités que pour ses actionnaires publics.	Méthanisation dédiée des déchets	Participation des collectivités à 100% Méthanisation des déchets des collectivités uniquement	✓

Types de contrats	Avantages / Risques financiers pour la collectivité	Mobilisation des services de la collectivité
Marchés allotés (MOE, marché de travaux, marché d'exploitation-maintenance)	La collectivité finance 100% de l'investissement. La collectivité reçoit les recettes de vente d'énergies et de co-produits. La création d'un budget annexe est nécessaire pour gérer cette activité à caractère industriel et commercial.	Assistance à maître d'ouvrage technique recommandée
Marché de conception-réalisation		Présence renforcée du maître d'ouvrage nécessaire pour le suivi du marché Assistance à maître d'ouvrage technique mais également économique et juridique recommandée pour passer le contrat et le suivre dans le temps
Marché global de performance		
Concession (concession d'affermage ou concession concessive)	Le concessionnaire finance l'investissement. Les recettes d'énergies sont perçues par le concessionnaire pour équilibrer le modèle économique du projet. La collectivité perçoit des redevances de contrôle et de mise à disposition si le terrain lui appartient.	Assistance à maître d'ouvrage technique mais également économique et juridique recommandée pour passer le contrat et le suivre dans le temps



La participation minoritaire au sein d'une société de projet

Aujourd'hui, la méthanisation des biodéchets se base majoritairement sur un système de méthanisation mixte (résidus agricoles + déchets alimentaires). Ainsi, **le mode de participation le plus répandu reste la participation minoritaire à des SAS ENR**. Si les acteurs agricoles peuvent être réticents à ouvrir le capital des sociétés porteuses de projets à des tiers investisseurs, cela est parfois nécessaire pour boucler le tour de table. Si une collectivité souhaite **participer de façon minoritaire**, deux choix sont possibles pour sécuriser sa participation : s'assurer d'avoir une minorité de blocage sur une liste de décisions structurantes et ainsi maîtriser en partie la gouvernance de la société ou participer de façon plus minoritaire sans prise sur les orientations structurantes de la société et assumer le risque financier lié.

⁵⁰ Cette dérogation est rendue possible par la loi n° 2015-992 (loi de Transition Énergétique), Article L2253-1 du CCCT
⁵¹ Encadrée par la loi n° 47-1775 du 10 septembre 1947 portant statut de la coopération
⁵² Définie par les articles L. 531-1 et suivants du Code rural et de la pêche maritime
⁵³ Définie aux articles L1521-1 CCCT et suivants
⁵⁴ Définie aux articles L1541-1 à L1541-3 du Code général des collectivités territoriales
⁵⁵ Créée par la loi n° 2010-559 du 28 mai 2010

(...)



PROJET DE RECONSTRUCTION DU CENTRE DE TRAITEMENT DES DÉCHETS MÉNAGERS À ROMAINVILLE / BOBIGNY



CONSTRUISONS ENSEMBLE LE PROJET DE FUTUR CENTRE À ROMAINVILLE/BOBIGNY

Faisant suite à l'information du public, amorcée le 19 juin 2017, la **concertation préalable** autour du projet de futur centre du Sycatom à **Romainville/Bobigny, site historique** de gestion des déchets ménagers de la métropole francilienne, s'ouvre le 5 juillet 2017.

Cette concertation marque **une nouvelle étape** dans le projet : en effet, une réflexion sur l'avenir de cette installation est menée depuis 2016, en lien étroit avec les acteurs du territoire. **Aujourd'hui, cette réflexion s'ouvre aux acteurs et au public concerné**, afin de recueillir leurs positions, avis, questions et propositions sur le projet.

L'objectif du projet est de **reconstruire le centre existant, à l'horizon 2023, et de prendre en compte la nouvelle réglementation** en vigueur en termes de gestion des déchets. L'ambition est de faire du centre de Romainville/Bobigny un **site exemplaire**, tant sur le plan **environnemental que socioéconomique** (choix des procédés techniques, intégration architecturale et paysagère, gestion des impacts, meilleures conditions de travail, etc.).

Les acteurs locaux ont exprimé leurs **attentes** sur ce projet, ainsi que sur les solutions techniques envisagées qui feront l'objet de cette concertation préalable.

Nous sommes convaincus qu'un **dialogue sincère** sur les enjeux du projet et les besoins auxquels il doit répondre aboutira à la conception d'une **installation respectueuse** de son environnement et du cadre de vie des populations qui l'habitent, au bénéfice de l'ensemble du territoire. Aussi, **nous invitons chacun à participer à cette concertation préalable**.

HERVÉ MARSEILLE

Vice-Président du Sénat,
Sénateur-Maire de Meudon,
Président du Sycatom

RÉUNION PUBLIQUE D'OUVERTURE AVEC EXPOSITION le mercredi 5 juillet 2017

Ouverte à tous, rendez-vous à la réunion publique d'ouverture de la concertation préalable, qui aura lieu le 5 juillet, de 19h à 21h, au Palais des Fêtes à Romainville. Elle sera précédée par une **exposition ouverte** à tous elle aussi, de 16h à 19h.

Suite page 4

Pour vous informer et
contribuer, rendez-vous
sur le site internet
du projet :

[www.projet-romainville-
bobigny.sycatom.fr](http://www.projet-romainville-bobigny.sycatom.fr)



POURQUOI CE PROJET ?



LE CENTRE ACTUEL À ROMAINVILLE : UN SITE À RECONSTRUIRE

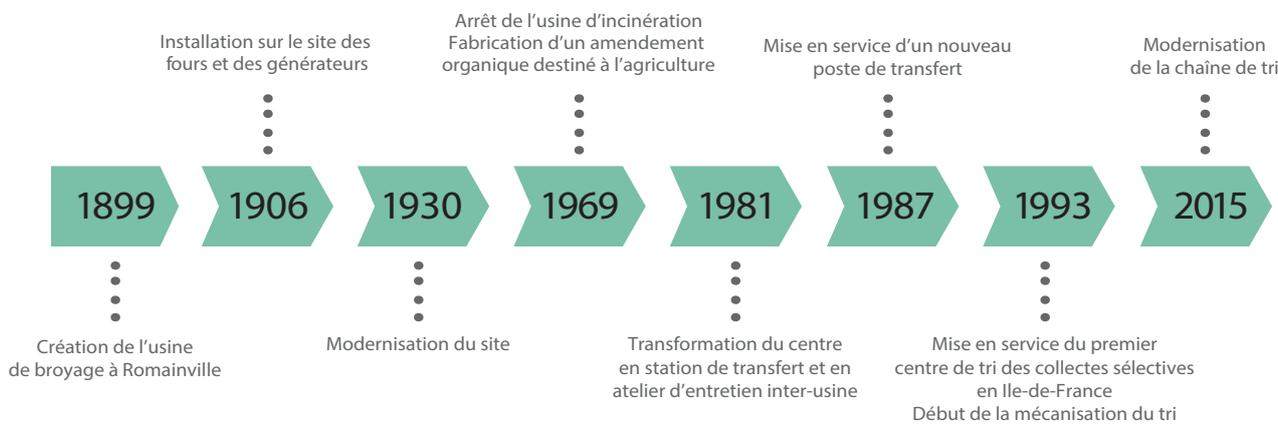
Le centre du Syctom situé à Romainville est un site historique, puisque son histoire remonte à la fin du XIXe siècle. De 1906 à 1969, des fours d'incinération et des générateurs lui ont permis de **valoriser la vapeur produite en électricité** ; transformé en station de transfert en 1981, **le centre a accueilli en plus à partir de 1993, le premier centre de tri des collectes sélectives multimatériaux** en Île-de-France.



Le site en 1942

Le projet de reconstruction du centre permettra de réhabiliter l'installation actuelle, aujourd'hui en partie vétuste. Cela permettra de mieux répondre aux besoins du quart-nord est francilien en matière de gestion des déchets, d'offrir de meilleures conditions de travail pour les employés sur le site ainsi qu'une meilleure intégration de l'installation.

L'HISTOIRE DU SITE



LE PROJET : DOTER LE QUART-NORD EST FRANCILIEN D'UN NOUVEAU CENTRE DE TRAITEMENT DES DÉCHETS MÉNAGERS À L'HORIZON 2023

LES COMMUNES CONCERNÉES PAR LE PROJET :

Le bassin versant des collectes sélectives multimatériaux du projet comprend neuf communes de Seine-Saint-Denis (Bagnolet, Bobigny, Bondy, Le Pré-Saint-Gervais, Les Lilas, Montreuil, Noisy-le-Sec, Pantin et Romainville) et tout ou partie de dix arrondissements parisiens (1er, 3ème, 4ème, 8ème, 9ème, 10ème, 11ème, 17ème, 18ème, 19ème, et 20ème).

Le bassin versant des ordures ménagères résiduelles du projet comprend vingt-sept communes de Seine-Saint-Denis réparties sur trois Etablissements Publics Territoriaux de la métropole du Grand Paris : Est Ensemble, Paris Terres d'Envol et Grand Paris Grand Est (Tremblay en France, Villepinte, Sevran, Livry-Gargan, Clichy-sous-Bois, Vaujours, Aulnay sous-Bois, Le Bourget, Le Blanc-Mesnil, Dugny, Drancy, Le Raincy, Gagny, Les Pavillons-Sous-Bois, Coubron, Neuilly-Sur-Marne, Neuilly-Plaisance, Rosny-sous-Bois, Bondy, Noisy-le-Sec, Montreuil, Romainville, Bagnolet, Les Lilas, Le Pré Saint-Gervais, Pantin, Bobigny) ainsi que le 19ème et une partie du 20ème arrondissement de Paris.

LES CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DU FUTUR CENTRE :



Une implantation à **Romainville** (parcelle actuelle et parcelle Intergoods situées rue Anatole France) et à **Bobigny** (parcelle Morale-Bronze située Avenue de Paris).



Un **traitement architectural et urbain de qualité**, pour une intégration remarquable du site dans son environnement.



Un **usage privilégié de la voie fluviale** via le Canal de l'Ourcq pour les flux sortants afin de limiter le transport par camions sur le territoire du quartier et de la métropole.

LES 3 OBJECTIFS DU PROJET DE FUTUR CENTRE

1 Inscrire le projet dans l'évolution de la réglementation, notamment la réduction de la mise en décharge des ordures ménagères résiduelles, l'augmentation de la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation (notamment pour les emballages) et la mise en œuvre du tri à la source des biodéchets.

2 Répondre aux besoins de traitement des déchets du quart nord-est francilien, un territoire en mutation amené à répondre à de nouveaux enjeux dans les années à venir (urbanisation, évolution de la démographie...) et pour lequel il n'existe pas aujourd'hui de capacité de traitement des ordures ménagères.

3 D'inscrire le nouvel équipement dans la gestion des déchets à l'échelle du Syctom, en faisant du nouveau centre un maillon-clé du réseau du Syctom, alors que ses installations fonctionnent en grande interdépendance.

LES PROCÉDÉS TECHNIQUES ENVISAGÉS EN FONCTION DES FLUX RÉCEPTIONNÉS SUR LE SITE



► Une **extension de la capacité de tri des collectes sélectives multimatériaux** (papiers, emballages en plastique, en carton, en métal ou en aluminium) de 45 à 60 000 tonnes par an pour accompagner l'évolution de ce type de collecte, prévue par la réglementation et encouragée par le Sycotm.



► La **réception sur site de 30 à 40 000 tonnes de biodéchets par an**, la préparation et le transfert par voie fluviale en vue d'un traitement sur un site externalisé. Une partie minoritaire du gisement pourra être valorisée sur le site sous forme de compost pour couvrir les besoins locaux.



► Le **maintien de l'activité déchèterie** (réception d'un flux de 15 à 20 000 tonnes par an)
La création d'une **ressourcerie / atelier de réparation**, pour favoriser le réemploi des objets apportés par les riverains.



► **Trois solutions à l'étude pour les ordures ménagères résiduelles (OMR)**, avec réception d'un flux de 250 à 350 00 tonnes par an

Solution n°1 : réception sur site des OMR et transfert par voie fluviale.

Solution n°2 : Préparation, conditionnement et constitution d'un stock tampon pour tout ou partie du flux d'OMR puis transfert par voie fluviale

Solution n°3 : Production de Combustible Solide de Récupération (CSR) à partir des OMR, valorisation d'une partie du flux dans une **chaufferie CSR** implantée sur site permettant de couvrir partiellement les besoins énergétiques du territoire en appoint d'autres énergies envisagées et disponibles localement, parmi lesquelles la géothermie (solution actuellement à l'étude). Transfert par voie fluviale pour les flux non valorisés sur site.

LA CONCERTATION PRÉALABLE



LES OBJECTIFS D'UNE CONCERTATION PRÉALABLE

Une **concertation préalable** vise à associer le public à l'élaboration d'un projet, en amont de sa phase de conception. Conformément à la réglementation, la concertation préalable sur le projet doit permettre d'**informer le public** sur les données du projet et l'avancée des études ; de **recueillir les observations, avis, et questions** autour du projet.

Ainsi, le public pourra disposer de connaissances concrètes permettant d'**enrichir l'élaboration du projet** permettant d'organiser un **partage d'informations et d'écoute des avis** exprimés.

COMMENT EST ORGANISÉE LA CONCERTATION PRÉALABLE ?

Cette concertation préalable, à l'initiative du Sycotm, est encadrée et a été approuvée par la **Commission Nationale du Débat Public (CNDP)** par une délibération en janvier 2017. Cette autorité administrative indépendante a pour mission d'informer les citoyens, et de faire en sorte que leur point de vue soit pris en compte dans le processus de décision. L'instance de pilotage est le **Comité de suivi** : créé en avril 2017 pour toute la durée du projet, il se compose de 22 membres (élus des territoires du bassin versant du site, services de l'Etat, associations, représentants de l'exploitant, institutions partenaires et représentants du Sycotm)

JACQUES ROUDIER, GARANT DE LA CONCERTATION PRÉALABLE

La Commission Nationale du Débat Public (CNDP) a désigné **Monsieur Jacques Roudier** comme garant de la concertation préalable pour le projet. Son rôle est d'exercer autant que besoin un **rôle de facilitateur**, et de **veiller au respect des engagements** pris dans la Charte de la concertation : **transparence** de l'information, **expression** de tous, **écoute** mutuelle. Il est chargé de veiller à ce que la concertation permette au public concerné de présenter ses observations et propositions.

Le garant est indépendant du maître d'ouvrage, et neutre à l'égard du projet.

LE CALENDRIER PRÉVISIONNEL DE LA CONCERTATION PRÉALABLE



► Retrouvez toutes les dates sur www.projet-romainville-bobigny.sycotm.fr

COMMENT S'INFORMER ET PARTICIPER ?

L'exposition itinérante pour s'informer de façon ludique

L'exposition présentée pour la première fois lors de la réunion publique d'ouverture deviendra itinérante en septembre et octobre 2017. Animée par les éco-animateurs du Sycotom, elle vous sera présentée dans des lieux dédiés à Romainville, Bobigny, Noisy-Le-Sec et Pantin. Retrouvez l'itinéraire sur le site internet du projet.

Un dossier détaillé... et sa synthèse : deux outils pour vous éclairer

Retrouvez également les informations relatives au projet et à la concertation préalable dans le dossier de concertation et sa synthèse (disponibles sur le site internet du projet).

Des ateliers thématiques pour approfondir les points techniques du projet

En septembre et en octobre 2017 sera organisée une série de 4 ateliers thématiques pour approfondir les points techniques du projet. L'inscription sera obligatoire et basée sur une contribution. **Compléments d'informations sur le site internet du projet.**

Pour vous informer et contribuer, rendez-vous sur le site internet du projet :

www.projet-romainville-bobigny.sycotom.fr



INVITATION À LA RÉUNION PUBLIQUE D'OUVERTURE AVEC FORUM OUVERT

RENDEZ-VOUS LE MERCREDI 5 JUILLET 2017 AU PALAIS DES FÊTES DE LA VILLE DE ROMAINVILLE (28, AVENUE PAUL VAILLANT COUTURIER), POUR :

- ▶ Un **Forum Ouvert** (16h à 19h), animé par les éco-animateurs du Sycotom autour d'une exposition pédagogique et des animations ludiques (quizz, jeux sur les gestes de tri, stand d'information...). Ouverte à tous, petits et grands.
- ▶ La **séance plénière** (19h à 21h), au cours de laquelle seront présentés les objectifs et caractéristiques du projet, ainsi que le calendrier de la démarche de concertation, son fonctionnement, et sa gouvernance. Ce sera également un temps de questions / réponses, et d'expression pour le public.

LE PORTEUR DE PROJET : LE SYCOTOM

11

TERRITOIRES DE LA MÉTROPOLE

du Grand Paris et une Communauté d'Agglomération hors métropole, regroupant 84 communes



PRÈS DE **6 millions** d'habitants

2,3

MILLIONS DE TONNES DE DÉCHETS TRAITÉS

9

UNITÉS DE TRAITEMENT

1

CENTRE DE TRANSFERT

1,9 M

DE TONNES D'ORDURES MÉNAGÈRES

résiduelles traitées dans les centres d'incinération avec valorisation énergétique du Sycotom ou extérieurs à son territoire (96%) ou à défaut, par manque de capacité, en décharge (4%)

180 000



TONNES DE COLLECTES SÉLECTIVES multimatériaux traitées dans les centres de tri

214 000

TONNES D'OBJETS ENCOMBRANTS traités dans les centres de tri d'encombrants



1 000 tonnes de biodéchets traitées

Créé en 1984, le Sycotom traite et valorise pour le compte de ses collectivités membres, les déchets du territoire le plus peuplé et le plus dense de France. Il figure parmi les plus importantes entités européennes en charge du traitement. Il conduit son action de service public autour de deux missions complémentaires : la **prévention** et la **sensibilisation** des habitants en lien étroit avec ses collectivités adhérentes, ainsi que le **traitement des déchets ménagers** et leur valorisation sous forme de matières et d'énergie.

Le Sycotom traite les déchets ménagers de 84 communes réparties sur 11 territoires du Grand Paris et une Communauté d'Agglomération Versailles Grand Parc située dans le département des Yvelines (hors métropole). Ces communes sont réparties sur 5 départements : Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Yvelines, et représentent près de 6 millions d'habitants.

CHIFFRES CLÉS 2016

Contacts :

Jacques Roudier, Garant CNDP de la concertation préalable : garant.romainville@gmail.com
Equipe projet du Sycotom : projetromainvillebobigny@sycotom-paris.fr

Le Syctom et le SIAAP partenaires du projet Cométha

Valoriser les boues et la fraction organique résiduelle

- Posté par : Catherine Moncel
- 27 septembre 2018
- Nombre de mots : 1597

Innover en faveur d'une meilleure valorisation des déchets et des effluents en Ile-de-France. Décloisonner les mondes de l'eau et des déchets en proposant une solution commune pour méthaniser des boues d'épuration et des déchets organiques issus de la poubelle grise. C'est l'ambition du SIAAP (Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne) et du Syctom (Syndicat parisien de traitement des déchets ménagers), partenaires innovation du projet Cométha. Entré dans sa première phase, le projet aboutira, si tout va bien, à la construction d'une unité industrielle d'ici à 2026.

Les grands projets se nourrissent souvent sur un terrain propice à leur développement et à leur pérennité. La production de gaz renouvelable a été fortement encouragée par la LTECV et pourrait atteindre 100 % de la consommation francilienne en 2050, selon le Plan énergie climat de la région Ile-de-France. A cet enjeu énergétique, s'ajoutent des défis majeurs pour traiter les déchets dans une région urbaine aussi dense que l'Ile-de-France. Dans ce contexte, le Syctom et le SIAAP ont choisi de réunir leur expertise et leurs moyens financiers pour lancer un projet de traitement commun des boues issues de la dépollution des eaux usées et de la fraction organique résiduelle (FOr) provenant des ordures ménagères. Celle-ci constitue 30 % du contenu de la poubelle grise et ne devrait pas diminuer malgré la mise en œuvre de la collecte séparée des biodéchets en Ile-de-France. Comme son nom l'indique, Cométha définit clairement sa trajectoire en ciblant la méthanisation comme moyen de valorisation. Pour Martial Lorenzo, directeur général des services du Syctom, ce partenariat est novateur à plus d'un titre : « il associe plusieurs acteurs qui jusque-là ne travaillaient pas ensemble. Le monde de l'eau a par ailleurs toujours eu plus de notoriété vis-à-vis des pouvoirs publics que le monde du déchet. En associant nos compétences, nous souhaitons résoudre des problèmes que nous rencontrons de part et d'autre, à savoir la gestion des boues et des déchets organiques résiduels ».



Le contexte réglementaire est également porteur : il encourage la production d'énergie renouvelable et dissuade certaines formes d'exutoires comme l'enfouissement ou l'épandage de matières sur sols agricoles. C'est le cas par exemple des boues et de la fraction organique des poubelles grises. Jacques Olivier, directeur du SIAAP, reconnaît que ce cloisonnement entre secteurs de l'eau et des déchets n'a plus lieu d'être : « beaucoup de matières se retrouvent dans les réseaux d'assainissement, provenant des flux de déchets générés par les habitants, que nous sommes forcément amenés à gérer. Des synergies sont désormais possibles grâce à notre espace foncier important, à la mutualisation de nos installations et au transport fluvial ».

Cométha, un projet à 90 millions d'euros

L'idée de ce partenariat d'innovation repose principalement sur une meilleure gestion des déchets ultimes, en les réduisant au maximum pour les convertir en biométhane. Le projet compte explorer et expérimenter des procédés existants ou novateurs en vue de co-méthaniser dans une unité industrielle des boues des eaux usées (volumes à étudier), des FOr à hauteur de 76 000 tonnes par an, mais aussi des graisses d'épuration, de l'ordre de 500 tonnes et quelque 20 000 tonnes de fumier équin. Cométha entend ainsi démontrer que ce mélange d'intrants peut déboucher sur un bilan énergétique et environnemental supérieur à celui atteint dans des filières séparées. Le projet est ambitieux selon Pierre Hirtzberger, directeur technique du Sycotom, dans la mesure où il contribue au développement de travaux de R&D au service de l'intérêt général. Au final, il vise à construire de toutes pièces, des combinaisons de procédés innovantes, qui associent plusieurs acteurs universitaires, institutionnels et industriels. Le cahier des charges a été lancé début 2017 et a accueilli rapidement une dizaine de candidatures.



L'un des sites prétendus pour accueillir l'un des pilotes industriels

Les attentes du Sycotom et du SIAAP sont fortes en matière de R&D. Les solutions proposées doivent être innovantes, pertinentes, viables et applicables à moyen terme. De véritables défis pour les acteurs des quatre regroupements retenus dans le projet. Chaque groupement associe des entreprises (grandes et petites), des laboratoires, des universités et des start-ups. Le premier est composé du CMI, Sources, UniLaSalle et UTC ; le second rassemble Suez, Arkolia Energies et ETIA ; le troisième concerne Tilia, Gicon France Biogas, DBFZ et Fraunhofer IGB ; le quatrième réunit Vinci Environnement, Naldeo, CEA Liten et Insa Deep. Cométha est entré depuis le début de l'année, dans la première de ses trois phases. Pendant 18 mois, les groupements vont se pencher sur leurs travaux et essais en laboratoire avant de proposer un avant-projet sommaire de pilote industriel.

A partir de 2020 jusqu'à fin 2022, le projet sera consacré à la construction et l'exploitation d'un ou plusieurs pilotes industriels. Ils devraient être installés sur des terrains du SIAAP à Seine Amont ou Seine Aval. A l'issue de cette phase, un seul groupement sera sélectionné, si les résultats s'avèrent concluants. Pas question pour autant de détruire les pilotes non retenus, souligne Jacques Olivier du SIAAP : « L'objectif est de les faire exister dans le temps pour tester d'autres intrants ou d'autres procédés ». Le coût total prévisionnel du projet s'élève à environ 90 millions d'euros, dont neuf millions alloués à la première phase. L'enveloppe partagée entre le SIAAP et le Sycotom inclut l'unité industrielle définitive. Celle-ci sera construite et mise en service d'ici à 2026.



Pilote proposé par le CMI

Ce groupement teste trois types de digesteurs, à piston, par percolation et à charge élevée. Par ailleurs, il propose une technologie de carbonisation hydrothermale pour produire du biocharbon, une matière stable et valorisable. Autre exemple, celui du groupement porté par Vinci Environnement. Il fait appel notamment aux ultrasons pour le prétraitement des intrants liquides et à la gazéification en eau supercritique des digestats. Ce procédé permet selon le CEA, une valorisation énergétique optimale des charges organiques, tandis que l'eau récupérée dans le digestat va servir de solvant et de réactif puissant.

Critère d'adaptabilité

Les premiers travaux en laboratoire ont été présentés récemment au SIAAP et au Sycotm. Tous les acteurs sont motivés pour gagner la course. Ce travail collaboratif permis par un rapprochement de deux entités publiques franciliennes a eu le mérite de booster la R&D et sécuriser le cadre pour les industriels. Ces derniers reçoivent les moyens nécessaires pour mener leurs recherches et sont protégés en termes de propriété intellectuelle. Cette initiative deviendra un tremplin qui permettra de se pencher davantage sur la R&D concernant la gestion des déchets, se réjouit Martial Lorenzo : « difficile encore de trancher face à des débuts prometteurs. Néanmoins, avec le Siaap nous porterons notre choix suivant des critères technologiques, environnementaux, mais également économiques ». Pas question de faire vivre une installation qui coûte plus cher en consommation d'énergie qu'elle n'en produit. Logique imparable à laquelle il faudra également associer un autre paramètre plus aléatoire, mais bien présent : celui de la variabilité des intrants (saisonnalité, composition et quantité). L'adaptabilité sera peut-être le critère déterminant pour sélectionner la prochaine installation francilienne de co-méthanisation.

Crédit : CM, SIAAP

Avantages et inconvénients du compostage des boues en comparaison d'une valorisation agronomique directe des boues brutes

L'orientation d'une filière de valorisation des boues vers un compostage avant valorisation agronomique repose essentiellement sur sa pertinence au regard du contexte territorial, tant au niveau agricole que sociétal. Cette fiche propose une synthèse des principaux avantages et inconvénients du compostage des boues, en comparaison à une valorisation agronomique directe de ces dernières.



Plateforme de compostage des boues



Épandage agricole des boues

Le compostage en bref

Le compostage des boues permet de traiter simultanément boues et déchets verts de nos communes. Externaliser le procédé sur une plateforme dédiée permet de diminuer les volumes de produit à stocker sur sites : stations d'épuration et déchetterie. Au final, les quantités à valoriser sont moindres et plus faciles à gérer, et le produit obtenu bénéficie d'une meilleure image que les boues brutes auprès du public et des agriculteurs (aspect, caractéristiques physiques et propriétés agronomiques). Mais, le site de compostage, lui, peut être source de nuisances olfactives, voire de poussières et/ou de prolifération de mouches, et donc être mal accepté (plaintes de la part des riverains).

Si le compostage est deux à trois fois plus cher que l'épandage direct des boues (par exemple dans le Haut-Rhin, les coûts sont de l'ordre de 70€ la tonne de matière brute pour du compostage contre 25 à 35€ la tonne pour une valorisation par épandage direct), cela reste moins coûteux que l'incinération (plus d'une centaine d'euros par tonne de matière brute). Dans les secteurs où les épandages de boues brutes ne sont pas possibles (types de sol, rotations culturales, exposition et sensibilité des populations aux nuisances...), le compostage permet d'augmenter les possibilités de valorisation agricole, de limiter le recours à l'incinération et, donc, le nombre d'usines ou de sites à prévoir.

Côté producteurs de boues (collectivités et industriels)

Le compost de boues est un produit stabilisé : il n'est pas source de nuisances olfactives à la différence des boues brutes, du stockage jusqu'à l'épandage, et ses conditions d'emploi sont plus souples (niveau d'aptitude du sol à l'épandage, proximité des habitations, etc.). Plus sec et homogène que les boues brutes dont il est issu, il est plus facile à manipuler et à stocker (tenue en tas).

En contrepartie, le procédé est coûteux. En effet, le site de production doit être performant, correctement encadré (cf. arrêtés du 22 avril 2008 pour les plateformes de compostage soumises à autorisation et du 20 avril 2012 pour celles soumises à enregistrement). Il nécessite une surface conséquente et étanchéifiée, une main d'œuvre qualifiée, des équipements et du matériel adaptés, dont une lagune de récupération des jus et un pont bascule. Il sera, de préférence, clôturé et couvert, avec utilisation de masquant et/ou traitement des odeurs. À ceci s'ajoute le coût du transport (de la station d'épuration au site de compostage, puis du site de compostage aux parcelles d'épandage), la consommation énergétique lors du traitement (manipulation, aération forcée...), ainsi que les mesures à prendre en matière d'hygiène et de sécurité (dégagement d'ammoniac lors des retournements, parfois risques sanitaires ou liés à la circulation d'engins).

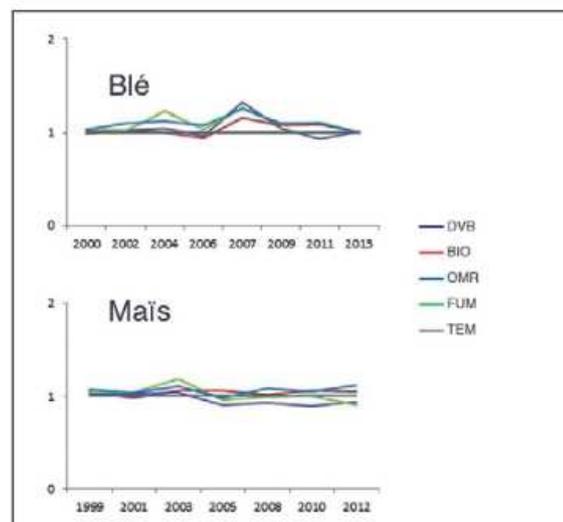
Par ailleurs, si les flux de matières sont tracés sur les sites de compostage (registres des entrées et des sorties), ceci implique un double suivi analytique, des boues à l'entrée de la plateforme et du compost à la sortie.

Côté agriculteurs et grand public

Le compost est un produit très intéressant d'un point de vue agronomique. C'est un produit plus complet que les boues, à la fois fertilisant (apport d'éléments nutritifs aux plantes) et amendant (améliore les propriétés physiques des sols). Plus riche en potasse et en phosphore, il permet de faire l'impasse sur la fumure de fond. L'azote apporté est, lui, moins disponible immédiatement pour les cultures, mais libéré à plus long terme via la minéralisation de la matière organique des sols augmentée par des apports réguliers (figure 1) [PELTRE *et al.*, 2012], ce qui limite les risques de fuites de nitrates dans l'environnement [CHALHOUB *et al.*, 2013; NOIROT-COSSON *et al.*, 2016] et permet une utilisation plus large que les boues brutes (types de sols, périodes d'autorisation d'épandage au regard de la Directive Nitrates¹, etc.). Riche en matière organique, il a aussi des effets bénéfiques sur la biologie du sol (populations de vers de terre par exemple, [CAPOWIEZ *et al.*, 2009]), sa structure et sa stabilité [ANNABI *et al.*, 2011], comme le montrent les résultats de l'essai de longue durée QualiAgro mené par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) de Grignon et Veolia dans les Yvelines. Cela garantit une meilleure porosité du sol et, donc, une meilleure infiltration de l'eau de pluie, un meilleur enracinement des cultures et une plus grande disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. Il contribue ainsi à limiter l'érosion et les « coulées de boues ». Enfin, il favorise la rétention d'eau et permet de limiter les besoins en irrigation [EDEN *et al.*, 2017].

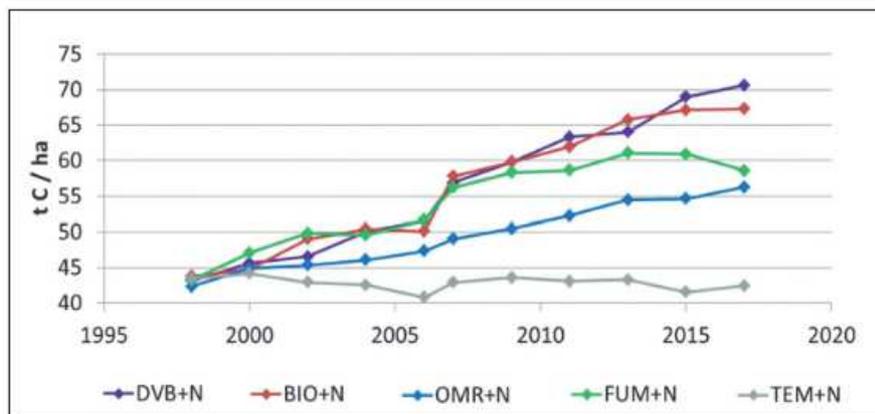
En matière d'innocuité, il faut noter que seules des boues qui pourraient être épandues directement en agriculture, avant leur entrée sur le site de compostage, sont acceptées

pour la fabrication de compost à vocation agricole et que le compost doit respecter *a minima* les mêmes critères réglementaires que les boues initiales. La montée en température au cours du procédé de fabrication garantit, elle, une hygiénisation et favorise l'élimination des germes pathogènes et d'adventices². Le compost peut également être normalisé (cf. fiche n°5 : environnement réglementaire et normatif) : le panel d'éléments à mesurer est alors plus large que dans les boues (inertes, autres métaux et agents pathogènes, Indice de stabilité de la matière organique (ISMO) et les teneurs à respecter sont plus contraignantes. Les mesures doivent aussi attester de la régularité dans le temps du produit. Il peut alors être mis sur le marché, y compris à destination du grand public ou des collectivités.



DVB : compost de boues ; BIO : compost de biodéchets ; OMR : compost d'ordures ménagères résiduelles ; FUM : fumier de bovins ; TEM : témoin sans apport organique.

Figure 2. Évolution des teneurs relatives en zinc dans les grains de blé et de maïs de l'essai QualiAgro (rapport entre les teneurs dans les grains récoltés dans un traitement organique et ces teneurs dans les grains du traitement témoin ne recevant aucun apport)



+N : apport d'azote ; DVB : compost de boues ; BIO : compost de biodéchets ; OMR : compost d'ordures ménagères résiduelles ; FUM : fumier de bovins ; TEM : témoin sans apport organique.

Figure 1. Évolution des stocks de carbone dans l'horizon de labour du site QualiAgro

¹ La Directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles

² Se dit d'une plante qui pousse spontanément dans une culture, synonyme de mauvaise herbe. [Définition Larousse]

Toutefois, des teneurs parfois plus élevées ou des dépassements en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP fluoranthène) et en éléments traces métalliques (ETM) - zinc, cuivre, arsenic, plomb peuvent être notés. Ces derniers peuvent être liés à la qualité des intrants (boues mais aussi déchets verts d'origine urbaine), la qualité du matériel (usure des mélangeuses, des cribles), la présence d'indésirables (plastiques) qui peuvent être dus à des mauvais gestes de tri, ou à des taux élevés de refus de criblage. Ces points sont particulièrement surveillés et les lots concernés écartés (cf. fiche n°7 : départ en filière alternative).

Des suivis de qualité des récoltes dans des essais de longue durée montrent des augmentations de rendements avec les composts de boues, mais aucune dégradation de la qualité des grains n'est observée (cf. exemple des teneurs en zinc dans la figure 2).

Bibliographie

ANNABI M., LE BISSONNAIS Y., LE VILLIO-POITRENAUD M., HOUOT S. (2011): « Improvement of soil aggregate stability by repeated applications of organic amendments to a cultivated silty loam soil. » *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 144, 1 : 382-389.

CAPOWIEZ Y., RAULT M., MAZZIA C., LHOUTELLIER C., HOUOT S. (2009) : « Étude des effets des apports de produits résiduels organiques sur la macrofaune lombricienne en conditions de grandes cultures ». *Étude et Gestion des Sols*; 3, 4: 175-185.

CHALHOUB M., GARNIER P., COQUET Y., MARY B., LAFOLIE F., HOUOT S. (2013): « Increased nitrogen availability in soil after repeated compost applications: Use of the PASTIS model to separate short and long-term effects. » *Soil Biology and Biochemistry*; 65: 144-157. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.soilbio.2013.05.023>

Points à retenir

- **Le compost a des caractéristiques et intérêts agronomiques spécifiques, différents de ceux des boues : en fonction des besoins de ses cultures et de ses parcelles, l'agriculteur peut choisir d'utiliser plutôt l'un que l'autre.**
- **Le compost, produit solide, stabilisé et hygiénisé, issu d'un processus biologique naturel, bénéficie d'une image plus positive auprès du public et présente moins de risque en termes de nuisances olfactives que l'épandage.**
- **Le compost permet aux producteurs de boues de les valoriser plus aisément (facilité de stockage, manutention) et sereinement (limitation des volumes, débouchés plus larges, agricoles ou non, moins de retours négatifs ou de plaintes de la population).**
- **Le compost est un levier essentiel de la valorisation agronomique de la matière organique. Il participe au recyclage des déchets et, donc, au développement de l'économie circulaire.**

EDEN M., GERKE H.H., HOUOT S. (2017): « Organic waste recycling in agriculture and related effects on soil water retention and plant available water: a review ». *Agronomy for Sustainable Development*; 37, 2, article n° 11, 21 p. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s13593-017-0419-9>

NOIROT-COSSON P.E., VAUDOUR E., GILLIOT J.M., GABRIELLE B., HOUOT S. (2016): « Modelling the long-term effect of urban waste compost applications on carbon and nitrogen dynamics in temperate cropland ». *Soil Biology and Biochemistry*; 94: 138-153. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.soilbio.2015.11.014>

PELTRE C., CHRISTENSEN B.T., DRAGON S., ICARD C., KÄTTERER T., HOUOT S. (2012): « RothC simulation of carbon accumulation in soil after repeated application of widely different organic amendments. » *Soil Biology and Biochemistry*; 52: 49-60. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.soilbio.2012.03.023>

(...)

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1. ORIGINE ET CARACTERISTIQUES DES BOUES D'EPURATION	6
1.1. 1. STATIONS D'EPURATION (STEU)	6
1.2. COMPOSITION DES BOUES	8
1.3. TRAITEMENT DES BOUES EN STEU	10
1.4. UN DOUBLE STATUT JURIDIQUE DES BOUES D'EPURATION : DES DECHETS ET DES MATIERES FERTILISANTES	12
2. VALORISATION ORGANIQUE DES BOUES D'EPURATION	13
2.1. INTERET AGRONOMIQUE ET INNOCUITE DES BOUES D'EPURATION	13
2.2. LE RETOUR AU SOL DIRECT DES BOUES D'EPURATION	14
2.2.1 <i>Cadre juridique général</i>	15
2.3. RETOUR AU SOL DES BOUES APRES COMPOSTAGE	17
2.3.1 <i>Descriptif du procédé</i>	17
.....	17
2.3.2 <i>Cadre juridique</i>	18
2.3.3 <i>Coûts d'installation</i>	21
2.3.4 <i>Avenir de la filière</i>	21
3. VALORISATION ENERGETIQUE DES BOUES D'EPURATION	22
3.1. DIGESTION ANAEROBIE : LA METHANISATION	22
3.1.1 <i>Procédé</i>	22
3.1.2 <i>Valorisation du biométhane</i>	26
3.1.3 <i>Valorisation du digestat</i>	27
3.1.4 <i>Coûts et tarifs d'achat</i>	28
3.1.5 <i>Cadre juridique de la méthanisation</i>	30
3.2. INCINERATION DES BOUES	30
3.2.1 <i>Traitement thermique dédié : mono-incinération</i>	30
3.2.2 <i>Co-incinération avec des ordures ménagères</i>	30
3.2.3 <i>Co-incinération dans les fours de cimenterie</i>	31
3.2.4 <i>Cadre juridique</i>	31
3.3. OXYDATION PAR VOIE HUMIDE	32
3.4. ISDND	33
3.5. LES GARANTIES D'ORIGINES	34
4. SOLUTIONS ALTERNATIVES	35
4.1. LA PYROLYSE OU THERMOLYSE	35
4.2. LA TECHNIQUE MYCELIENNE	35
4.3. LA GAZEIFICATION	35
4.4. FABRICATION DE PLASTIQUE BIODEGRADABLE	35
4.5. EXTRACTION DE MINERAUX VALORISABLES	36
4.6. RETOUR AU SOL SPECIFIQUE	36
4.6.1 <i>Revégétalisation</i>	36
4.6.2 <i>Cultures énergétiques</i>	36
5. VALORISATION DES BOUES D'EPURATION : LES ETAPES CLES POUR REUSSIR SON PROJET	37
5.1.1 <i>Adapter la filière à son territoire</i>	37
5.1.2 <i>Réflexion sur le bilan carbone des STEU</i>	38
5.1.3 <i>Rentabilité des projets</i>	39
5.1.4 <i>Acteurs partenaires</i>	39
CONCLUSION	40
GLOSSAIRE	42
ANNEXES	43

INTRODUCTION

En France, une famille de 4 personnes consomme en moyenne 120 m³ d'eau par an. La très grande majorité des foyers français est reliée au réseau d'assainissement des eaux usées. Celui-ci peut aussi recueillir les eaux de pluie, on parle dans ce cas de réseau unitaire. 21% des stations d'épuration traitent en entrée un mélange d'eaux usées et d'eaux de pluie¹. Par temps de pluie, la charge polluante des eaux usées en entrée de station d'épuration se retrouve donc diluée. **L'arrêté du 21 Juillet 2015** a réaffirmé l'obligation pour les collectivités de gérer le temps de pluie, c'est-à-dire de limiter les déversements du réseau d'eaux usées dans les fleuves et rivières en cas de forte pluie. Cette obligation contraint certaines collectivités à revoir la capacité nominale de leur système de traitement des eaux usées, pour pouvoir traiter des volumes d'eau plus élevés. En pratique la capacité nominale de traitement (qui correspond à la capacité maximale de traitement) est supérieure à la charge réelle de la STEU.

Les eaux usées domestiques sont traitées en station d'épuration des eaux urbaines, qui peut aussi recevoir des eaux usées non domestiques provenant de l'industrie, néanmoins la majeure partie des eaux usées rejetées par l'industrie sont traitées dans des stations d'épuration des eaux industrielles. Nous traiterons uniquement des stations d'épuration des eaux urbaines dans ce document.

L'assainissement des eaux usées génère d'une part de l'eau traitée qui est rejetée dans les milieux naturels et d'autre part des déchets : les Matières d'Intérêts Agronomique (dont font partie les boues d'épuration), les graisses et huiles issues du déshuilage ou encore les déchets issus des étapes de dégrillage. Il existe différentes façons de traiter les eaux usées en STEU, qui produisent des boues en quantité plus ou moins grande et avec des caractéristiques variées. D'autre part ces caractéristiques dépendent également de celles des eaux usées rejetées dans le réseau de collecte et de leur contrôle. La gestion des boues relève de la responsabilité des communes compétentes en matière d'assainissement des eaux usées conformément à l'article L 2224-8 du CGCT. Quelques soient les quantités ou la qualité des boues produites, leur producteur est tenu de leur trouver une destination conforme à la réglementation en vigueur et respectant la hiérarchie des modes de traitements des déchets, qui privilégie la valorisation à l'élimination.

La filière française se distingue au niveau européen en matière de valorisation des boues d'épuration par l'importance de la filière épandage (70% des boues retournent au sol, en ayant parfois subi un traitement complémentaire : compostage, méthanisation...). Mais les débats que suscitent à l'heure actuelle le retour au sol des boues nécessitent d'élargir le panel des solutions disponibles. Ce document vise à présenter l'état de la filière à l'heure actuelle et les voies de valorisation émergentes : la méthanisation qui devient accessible même pour de plus petites stations, l'incinération qui permet de valoriser l'énergie dans les unités de valorisation énergétique, voire même la production de matériaux (plastiques, matériau de construction...).

¹ Base de Données des Eaux Résiduaires Urbaines, 2017

1. Origine et caractéristiques des boues d'épuration

La **loi NOTRe** et la **loi du 03 Août 2018** prévoient le transfert de la compétence assainissement des communes aux intercommunalités qui sera rendu obligatoire au 1^{er} Janvier 2026. Ainsi les compétences assainissement seront détenues par les intercommunalités qui ont l'obligation de contrôler les raccordements au réseau public de collecte, collecter et transporter les eaux usées, épurer les eaux usées et enfin éliminer ou valoriser les boues d'épuration.

1.1.1. Stations d'épuration (STEU)

En 2018, La base de Données Eaux Résiduaire Urbaines (BDERU) a recensé en France 21 245 stations de traitement des eaux usées qui possèdent une capacité nominale de traitement de 104 millions d'Équivalents Habitants (EH) provenant de 20 770 agglomérations d'assainissement. Depuis 2011, la capacité nominale des STEU françaises a augmenté de 37%.

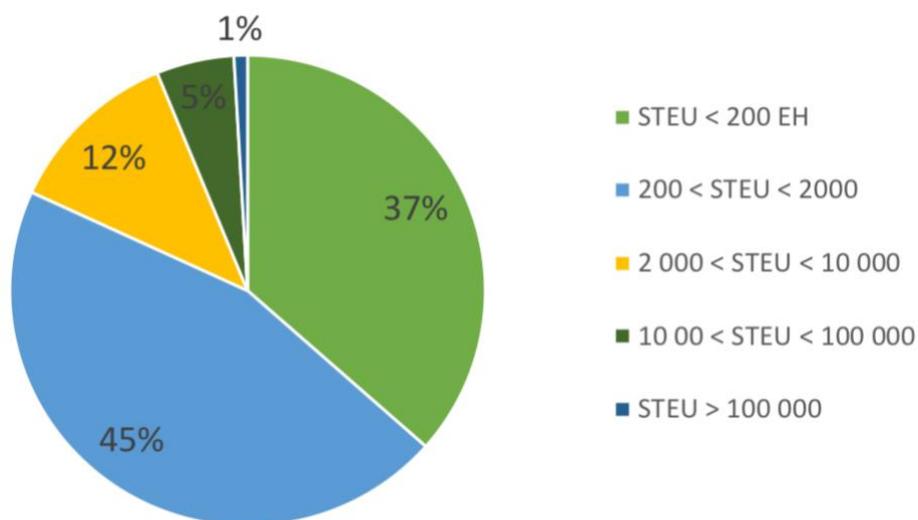


Figure 1 : Répartition des STEU selon leur taille
(source : Portail d'information sur l'assainissement communal, 2017)

Les quelques 6% avec une capacité égale ou supérieure à 10 000 EH traitent plus de 80% de la charge polluante (un tiers des stations a une capacité inférieure à 200 EH).

D'autres matières plus ou moins chargées que les eaux usées sont également traitées en station : eaux de pluie (en cas de réseau de collecte des eaux usées unitaire), matières de vidange de fosses septiques (lorsque la station y est autorisée), etc.

Les eaux usées au sein d'une station d'épuration peuvent être traitées par procédés physico-chimiques (par filtration membranaire et ajout de réactifs) ou bien biologiques (par boues activées, lagunage ou filtres plantés). La figure 2 détaille les critères orientant le choix du traitement des eaux usées en STEU.

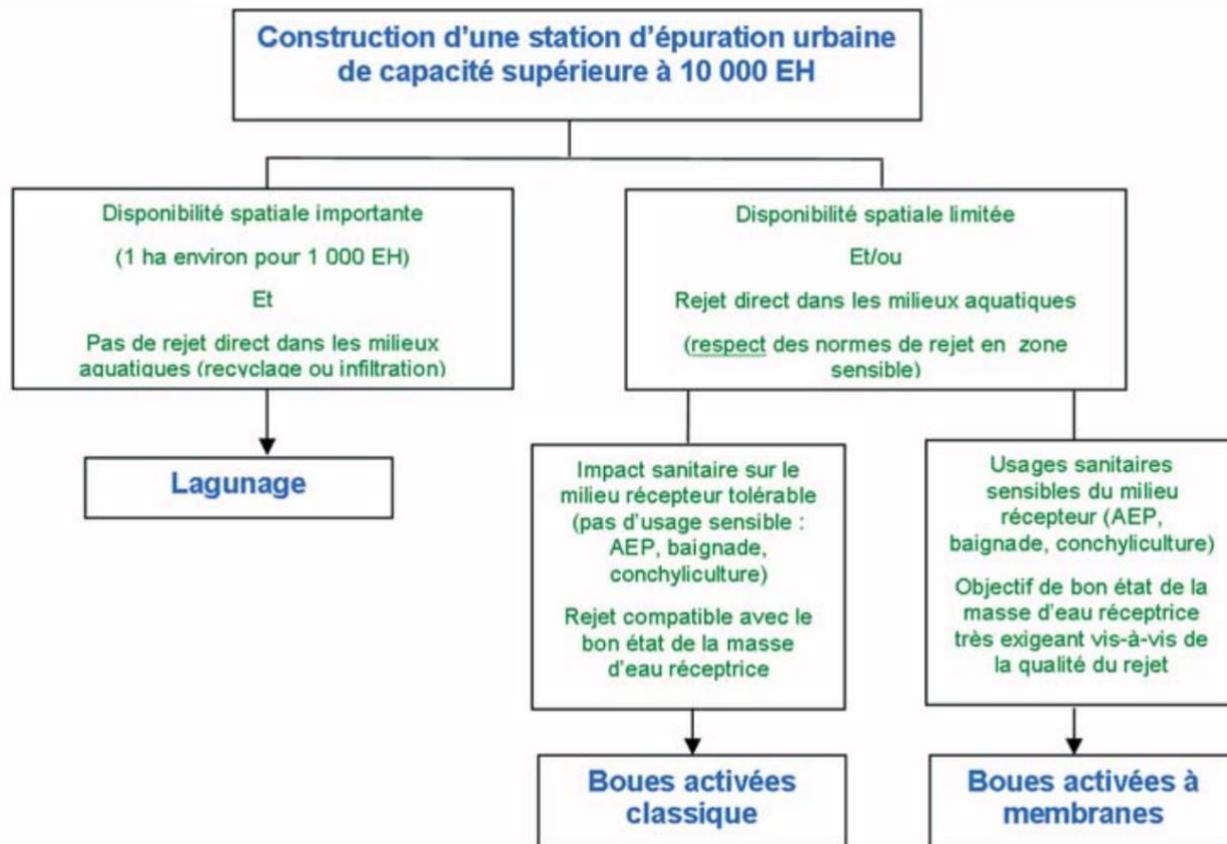


Figure 2 Choix de la filière de traitement des eaux usées en STEU
(source : DREAL Bretagne)

La méthode biologique est la plus largement répandue et comporte généralement quatre étapes successives (Figure 2).

- Les **prétraitements** : ils consistent à éliminer les éléments grossiers (dégrillage), à enlever le sable (dessablage) ainsi que les graisses (désuilage) ;
- La **décantation primaire** : elle permet la capture des éléments en suspension. Cette étape est facultative et connaît un regain d'attractivité dans les STEU
- La **digestion aérobie ou traitement biologique** : réduction de la charge en matière organique de l'eau usée par des micro-organismes regroupés en « floccs » et production de boues dites « activées ». Cette phase nécessite une aération conséquente ;
- La **clarification** : elle permet la séparation du « flocc » bactérien de la phase aqueuse.

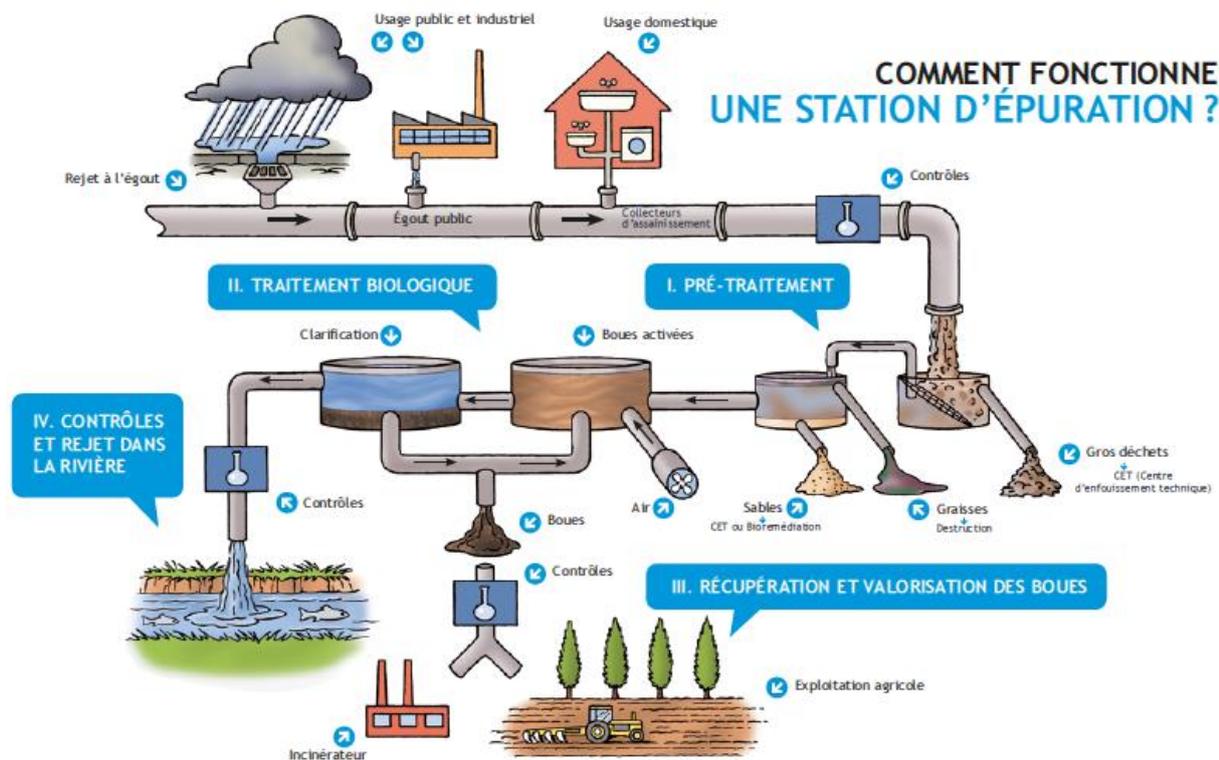


Figure 3 : Schéma du fonctionnement d'une station d'épuration
(source : Intercommunale de Développement Économique et d'Aménagement du cœur du Hainaut)

L'eau traitée est alors rejetée dans le milieu naturel, tandis que les boues résiduelles sont collectées puis traitées en vue de leur valorisation ou de leur élimination. Les boues produites par les stations d'épuration sont essentiellement des particules solides non retenues par les prétraitements et les procédés de traitement de l'eau (dégradation et séparation des polluants de l'eau). Ces boues se composent de matières organiques non dégradées, de matières minérales, de micro-organismes et d'eau (environ 99%).

1.2. Composition des boues

Les collectivités peuvent être amenées à traiter différents types de boues suivant le traitement des eaux mis en place sur la STEU (Tableau 1) :

- Les **boues primaires** qui proviennent du traitement primaire des eaux usées par décantation,
- Les **boues biologiques**, biomasse en excès provenant du traitement biologique secondaires. Elles sont aussi appelées boues secondaires ou boues activées.
- Les **boues mixtes**, mélange de boues primaires et de boues biologiques. Elles proviennent de la totalité de la station.
- Les **boues physico-chimiques**, provenant de la décantation après traitement avec un réactif.

Tableau 1 : Différents types de boues de STEU

Type de boue	Boues primaires	Boues Biologiques (boue secondaires ou boues activées)	Boues mixtes	Boues physico- chimiques
Origine	Traitement primaire par décantation	Traitement biologique secondaire	Traitement primaire et secondaire	Décantation après traitement avec un réactif
Composition et siccité	Matière inorganique	Composés organiques avec un petit pourcentage de composés inorganiques	Mélange de boues primaires et de boues biologiques	Issues d'un traitement physico- chimique
	Couleur grise Siccité 5%	Boue granulaire, de couleur brun-jaunâtre, pulvérulente et de décantation difficile Siccité 1-2%	Siccité 5%	Siccité 4-5%

Les boues d'épuration sont riches en **éléments nutritifs** et en **matière organique** ce qui leur confère une utilité pour l'amendement des sols agricoles. Plus particulièrement, les boues possèdent des teneurs importantes en azote, phosphore et potassium ainsi qu'en oligo-éléments (Cuivre, Magnésium, Zinc) qui ont intérêt et un rôle dans le développement des cultures. C'est à ce titre que les boues peuvent d'ailleurs être épandues.

Des éléments indésirables se trouvent également dans les boues de STEU :

- Des **ETM** (éléments traces métalliques). Les 8 métaux les plus souvent retrouvés sont : Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Sélénium (Se) et Zinc (Zn). Certains de ces éléments occupent une place essentielle à faible concentration dans l'organisme (oligo-éléments), mais deviennent généralement toxiques au-delà d'une certaine concentration.

Tableau 2 : Évolution des teneurs moyennes en ETM des boues d'épuration urbaines en mg/kg de matière sèche (source : SYPREA)

Élément	Seuils du 08 Janvier 1998	Mesures 1975	Mesures 1990	Mesures 1996	Mesures 1999	Mesures 2017	
						Moyenne	Pct 90
Zn	3000	2100	921	745	626	711	1330
Cu	1000	380	334	309	303	271	535
Hg	10	3,7	2,7	3	2,4	0,7	1,3
Cd	10	8	5,3	2,9	2,1	1	1,8
Cr	1000	75	80	59	50	40	65
Ni	200	46	39	32	24	30	41
Pb	800	310	133	107	77	38	78

Depuis 1975, les concentrations moyennes en ETM ont diminué pour tous les paramètres soumis à réglementation et sont donc désormais en moyenne comme en percentile 90 bien inférieures aux seuils fixés par l'**arrêté du 08 Janvier 1998** (voir Tableau 2). En cas de seuils trop élevés, le maire peut s'assurer grâce à son pouvoir de police en assainissement contre le rejet sur son territoire d'eaux usées trop chargées en éléments indésirables.

- Des **micropolluants organiques** : les substances les plus fréquemment considérées sont les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) et les CTO (Composés Traces Organiques). Parmi les CTO présents dans les boues, PCB (Polychlorobiphényles) (somme des 7 PCB), Fluoranthène, Benzo(b)fluoranthène et Benzo(a)pyrène figurent dans l'arrêté du 8 janvier 1998 qui impose leur

analyse avant l'épandage. Les boues peuvent également contenir des pesticides, des phtalates, des nitrates, ...

- Des **micro-organismes pathogènes** : virus, bactéries, protozoaires, vers parasites et champignons. Ils sont présents dans les matières fécales rejetées dans les réseaux d'eaux usées et se trouvent dans les boues brutes.
- Des **substances à visée thérapeutique**, y compris les hormones et en particulier les substances contraceptives, les résidus de traitement cancéreux...

Les substances pharmaceutiques, malgré leur faible concentration dans les boues, restent bioaccumulables et entrent dans la chaîne alimentaire. Elles peuvent donc présenter un risque pour les hommes si les concentrations sont trop importantes. Dans un avis datant de 2016 ², l'ANSES recommande de mettre en place des seuils concernant ces substances. Une étude scientifique récente publiée par Goldstein *et al.* en 2018 montre la possibilité d'absorption par les plantes irriguées par leurs racines de produits pharmaceutiques ³.

1.3. Traitement des boues en STEU

À la sortie des filières de traitement des eaux, les boues contiennent environ 95-99% d'eau. Cette dernière se présente normalement sous deux formes :

- **Eau libre** : faiblement absorbée, peut être éliminée par déshydratation mécanique,
- **Eau liée** : attachée avec des bactéries ou d'autres particules, peut être éliminée par séchage thermique (>105°C).

Le traitement des boues consiste donc tout d'abord à diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur pouvoir fermentescible. Il s'agit de les préparer à une étape ultime de valorisation ou d'élimination. Il existe quatre principales techniques qui peuvent être complémentaires : l'épaississement pour réduire le volume des boues brutes, la stabilisation (souvent associée à une hygiénisation), la déshydratation et le séchage. Plusieurs de ces procédés peuvent être alimentés grâce aux produits de la valorisation des boues d'épuration, notamment grâce à du biométhane issu de la méthanisation, c'est le cas des filtres à presses.

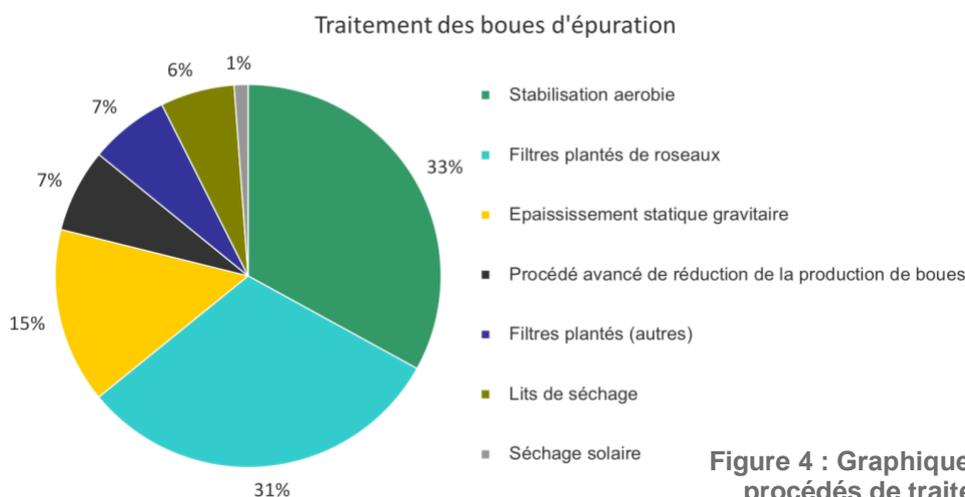


Figure 4 : Graphique de l'utilisation des procédés de traitement des boues d'épurations en France (source : Portail d'Information sur l'Assainissement Communal, 2017).

² ANSES, *Note d'appui scientifique et technique de l'agence nationale de sécurité alimentaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*, Octobre 2018

³ ADEME, *Évaluation du potentiel de production de biométhane à partir des boues issues des stations d'épuration des eaux usées urbaines*, Septembre 2014

Procédé	Consommation énergétique	Siccité atteinte	Performances	Taille de station
Épaississement				
Gravitaire	5-10 kWh/tMS	3 à 3,5 %	Boues primaires : 75-120kg de MES/m ² /jour ³ Boues biologiques : 25-35kg de MES/m ² /jour ³	Moyennes à grandes stations
Flottation	100-130 kWh/tMS	3,5 à 5 %	100 kg MES.m ⁻² .j ⁻¹	Moyennes à grandes stations
Égouttage	25-60 kWh/tMS	5 à 8 %	-	Petites et moyennes stations
Centrifugation	150-200 kWh/tMS	4,5 à 6%	55 à 65 m ³ par heure	Tout type de STEU
Déshydratation				
Filtre à bande	10- 40 kWh/tMS	25 %	-	Petites et moyennes stations
Filtre à plateaux	• kWh/tMS	Supérieur à 30 %	-	Grandes stations
Centrifugation	60-80 kWh/tMS	20 à 25 %	-	Tout type de STEU
Chaulage				
	5 kWh/tMS	30 %	2 à 24 m ³ par heure	Grandes stations
Séchage				
				Moyennes à grandes stations
Séchage solaire serre ouverte	Serre ouverte : 30-70 kWh/tMS Serre fermée ventilée : 70-100 kWh/tMS	60 à 80 %	En été : 5,5 kg.m ⁻² .j ⁻¹ En hiver : 2 kg.m ⁻² .j ⁻¹	-
Séchage thermique	850-1100 kWh/tMS	60 à 90 %	-	-
Lit de séchage		Maximum 60 %, varie selon les conditions climatiques	-	-

Tableau 3 : Récapitulatif des traitements des boues sur STEU ^{4,5,6,7}

Petites stations : Inférieures à 2000 EH, Moyennes : entre 2000 EH et 10 000 EH, Grandes : Supérieures à 10 000 EH

⁴ Anne Emmanuelle STRICKER, Alain HUSSON, Jean Pierre CANLER, *Consommations énergétique des eaux usées en France : état des lieux et facteurs de variations*, 2017

⁵ Educagri, *Traitement des boues de station d'épuration de petites collectivités*, 2014

⁶ Mohammed BOUAISSA, *Traitement des boues de la station d'épuration d'Alhoceima*, 2015

⁷ Rayan SLIM, *Étude et conception d'un procédé de séchage combiné de boues de stations d'épuration par énergie solaire et pompe à chaleur*, 2007



Figure 5 : Bassins de traitement
(source : Rackam)

L'**épaississement** est la première étape de traitement des boues qui consiste à réduire leur volume. Il peut être gravitaire, en fonctionnant par simple décantation des boues, l'étape dure alors entre 24 et 48h, ou bien dynamique, en fonctionnant par égouttage, flottation ou centrifugation. Vient ensuite l'étape de **stabilisation**, qui permet de réduire l'activité biologique fermentescible des boues (et induit une réduction des mauvaises odeurs des boues). La stabilisation est soit biologique (par compostage ou méthanisation qui sont aussi deux filières de valorisation) soit chimique, par chaulage ou utilisation de sels de nitrite. L'**hygiénisation** est définie par l'**arrêté du 8 Janvier 1998** comme le « traitement par des procédés physiques ou chimiques, qui réduit à un niveau non détectable la présence de tous les micro-organismes pathogènes dans un milieu », et va au-delà de la simple stabilisation.

Les étapes de **déshydratation** et de **séchage** ont la même finalité de réduire les volumes des boues mais n'atteignent pas la même siccité : entre 20 et 30% pour la déshydratation et au-delà de 50% pour le séchage. Ces deux procédés sont souvent couplés avec un **conditionnement** dont le but est d'améliorer les rendements des étapes de déshydratation et de séchage. Ce conditionnement peut être organique (avec des polymères), minéral (utilisation d'un coagulant de type chlore ou sulfate ferrique) ou encore thermique. La déshydratation est uniquement réalisée à l'aide de procédés mécaniques (centrifugation, filtres...) alors que le séchage est possible en utilisant simplement l'énergie solaire (les boues sont alors épandues à l'air libre ou dans une serre), néanmoins le séchage solaire est fortement dépendant des conditions climatiques. Ce principe d'épandage pour augmenter la siccité des boues est appelé lit de séchage. Il est aussi possible de sécher les boues par séchage thermique, technique plus efficace mais bien plus énergivore.

1.4. Un double statut juridique des boues d'épuration : des déchets et des matières fertilisantes

Les boues des stations d'épuration sont définies par les articles **R211-26** du Code de l'environnement comme des « sédiments résiduels des installations de traitement ou de prétraitement biologique, physique ou physico-chimique des eaux usées ». Leur épandage est encadré par les articles **R211-25 à R211-47** du code de l'environnement. Leur rejet dans le milieu aquatique est strictement interdit, conformément à l'article **R 2224-16** du Code Général des collectivités Territoriales (CGCT). Les boues sont qualifiées de déchets, aussi bien en droit européen ⁸ qu'en droit français ⁹. Les collectivités, en tant que productrices de ces déchets, sont ainsi responsables de leur production, leur valorisation et leur transport jusqu'au retour au sol. Elles doivent également respecter la hiérarchie des modes de traitements. Lorsqu'elles sont destinées à « assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ou les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols », les boues sont également considérées comme des matières fertilisantes¹⁰.

Contrairement aux autres matières fertilisantes, et suite à la **loi Egalim**, les boues d'épuration ne peuvent pas passer du statut de déchet à celui de produit dans le cadre d'une norme rendue d'application obligatoire ou de la conformité à un règlement européen, ce qui est en revanche le cas des boues issues des méthaniseurs agricoles (donc des boues issues de la digestion du fumier, lisier ou de fientes d'animaux). Conformément à l'article **L. 255-12** du Code rural et de la pêche maritime, elles peuvent uniquement sortir du statut de « déchets » si elles obtiennent une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivré par l'ANSES, voie jusqu'ici très peu utilisée. Cette mise à l'écart du statut de déchet interdit la sortie simplifiée du statut de déchet et est préjudiciable à la filière mais ne la remet néanmoins pas en cause, et implique de revoir les conditions de traçabilité des boues d'épuration et de renforcer la responsabilité de leur producteur.

⁸ Directive européenne n°86-278 du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols de lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture

⁹ Article R.211-27 du Code de l'environnement

¹⁰ Articles L255-1 à L255-11 du Code rural et de la pêche maritime

2. Valorisation organique des boues d'épuration

La filière traditionnelle de recyclage des boues d'épuration est celle de l'épandage agricole. En 2004, cette filière représentait 62% des boues d'épuration en tonne de masse sèche, dont 16% d'épandage de compost. L'épandage de tout déchet doit présenter un intérêt pour les sols pour être autorisé mais des procédures strictes doivent cependant être respectées pour garantir :

- Leur **innocuité** vis-à-vis de l'Homme, de la faune, de la flore et de l'environnement
- Leur intérêt agronomique
- Leur traçabilité

Avant cette valorisation organique, les boues peuvent passer par un processus de méthanisation ou de compostage. Cette partie n'aborde que l'épandage et le compostage, la méthanisation est volontairement traitée dans la partie valorisation énergétique par la production de biométhane qu'elle engendre. Il ne faut en revanche pas oublier que cette filière produit aussi un digestat, assimilable aux boues d'épuration, qui peut être épandu dans le un cadre juridique particulier.

2.1. Intérêt agronomique et innocuité des boues d'épuration

Les boues d'épuration présentent un intérêt agronomique important comme amendement (matière organique avec des minéraux intéressants : azote, potassium ou phosphore) et peuvent se substituer aux engrais chimiques qui ont un fort impact environnemental et sociétal (l'extraction des minéraux dans des zones en conflits est très émettrice de GES). Le retour au sol des boues permet d'agir sur plusieurs points :

- La **valeur fertilisante chimique** des sols, par un apport en éléments fertilisants, comme l'azote et le phosphore.
En moyenne, les boues d'épuration contiennent 5% de MS d'azote et 4,7% de MS de phosphore¹¹.
Les boues permettent de plus de stabiliser le pH des sols.
- La **valeur fertilisante physique**¹² des sols, en amendant les sols (améliore la porosité et la stabilité des agrégats) ;
- L'activité biologique des sols en la stimulant ;
- La capacité de **rétenion en eau et en éléments fertilisants** des sols (variable selon la siccité des boues épandues). Les boues d'épuration fournissent un apport hydrique aux sols et limitent donc le besoin d'irrigation des agriculteurs.

Au-delà de l'intérêt agronomique, l'épandage des boues d'épuration présente aussi un réel intérêt environnemental en stockant du carbone dans les sols. On estime que l'amélioration du taux de matière organique dans les sols permet de stocker durablement dans les sols l'équivalent de 250 kg de CO₂ par tonne de MS dans les boues d'épuration.

Les principales craintes dans le retour au sol des boues d'épuration résident dans la présence de traces d'éléments indésirables (ETM, CTO, micro-organismes pathogènes). Les concentrations moyennes en ETM ont beaucoup diminué depuis 1975 pour tous les éléments soumis à réglementation (voir Tableau 2) et sont désormais en moyenne bien inférieures aux seuils fixés par **l'arrêté du 08 Janvier 1998** (voir Annexe 2).

Les éléments indésirables des boues proviennent des rejets dans le réseau d'assainissement par les branchements domestiques et non domestiques. Le maire ou le président de l'EPCI peut réglementer les rejets d'eaux usées non domestiques au titre de son pouvoir de police spéciale de l'assainissement.

QualiAgro, une étude menée par l'INRA sur l'épandage de différents types de composts dont les composts de boues montre que les ETM restent accumulés à la surface du sol où on les retrouve en très faible concentration

¹¹ L. Grimaud, *La valorisation des boues d'épuration en agriculture*, 1996

¹² Sabine HOUOT, *Environnement et grandes cultures*, 2012

(quelques centièmes de la teneur des boues en ETM) mais ne s'accumulent pas dans les graines des plantes. La concentration en ETM reste du même ordre grandeur que pour les sols identiques de la région. Cette étude montre également que les germes pathogènes n'ont pas d'effet sur les sols ni sur les cultures. Concernant les CTO, malgré leur détection dans les composts, aucune accumulation dans les sols n'a été mise en évidence.

Une veille sanitaire a pour objectif de prévenir les menaces d'épidémies en surveillant l'état de santé d'une population. Une cellule de veille sanitaire vétérinaire des épandages a été créée au sein du Centre National d'Informations Toxicologiques Vétérinaire (**CNITV**) à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon (le rapport annuel publié par le comité de pilotage de cette cellule est disponible sur le site de l'ADEME). La grande majorité des cas de suspicions d'accidents sanitaires liés à l'épandage des boues dans le cadre de l'élevage se sont révélées être liées à d'autres causes (nutritionnelles ou liées à une mauvaise hygiène des élevages)¹³.

Une étude menée par l'**INERIS** et le **CNRS** pour le compte de l'ADEME a mesuré et évalué le risque sanitaire lié aux substances émergentes dans les composts et les boues d'épuration¹⁴. L'étude n'a pas observé d'effets sur les organismes lors des essais d'écotoxicité, pour des doses correspondant à celles épandues et a mesuré des concentrations médianes des substances pharmaceutiques de quelques ng/g MS à 500 ng/g MS dans les boues d'épuration. Néanmoins pour des doses supérieures, des effets peuvent être observés.



Un **fond de garantie** créé en 2006 a pour but d'assurer les agriculteurs contre le risque sanitaire potentiel de l'épandage des boues. Chaque producteur de boue cotisait alors à hauteur de 0,5€ / t de boues produites. Cette contribution a pris fin en 2017 mais des discussions sont en cours pour le réactiver.

2.2. Le retour au sol direct des boues d'épuration

60 et 70% des boues d'épuration qui retournent sur les sols agricoles font l'objet d'un épandage. Il s'agit de la solution la moins onéreuse même si elle nécessite parfois la mise en œuvre de traitements complémentaires visant à réduire le pouvoir fermentescible des boues comme la digestion ou le chaulage. C'est également une solution relativement fragile en raison des difficultés liées à l'acceptation de ces déchets par le monde agricole et les riverains des zones d'épandage. Enfin se pose la question de la destination des boues pendant les périodes où l'épandage est impossible ou interdit. En effet de par leur nature et leur comportement physique les boues posent inévitablement des problèmes de stockage. Dans ce cas le coût d'épandage (hors traitement préalable) varie entre 15 et 25 €/t. Pour les agriculteurs, le bénéfice est d'autant plus important que l'épandage des boues d'épuration est pris en charge par le producteur de boues, selon le principe du 'rendu racine', et se substitue à l'apport d'engrais. Ils peuvent même parfois bénéficier d'un revenu complémentaire pour service rendu.



Figure 6 - Schéma de l'épandage (source : ADEME)

¹³ Institut de l'élevage, *Préconisations pratiques pour l'épandage des boues d'épuration sur prairies en élevage laitier*, 2010

¹⁴ INERIS, CNRS, *Substances « émergentes » dans les boues et composts de stations d'épurations d'eaux usées collectives – caractérisation et évaluation des risques sanitaires*, 2014

2.2.1 Cadre juridique général

Boues de station d'épuration : quelle procédure pour leur retour au sol ?

Plan d'épandage	Autorisation de mise sur le marché	Normalisation
<p>Prescriptions, organisation, recommandations : art. R. 211-25 à R 211-47 du CE, arrêté du 8 janvier 1998</p> <p>Autorisations administratives : régimes de déclaration/autorisation au titre de la loi sur l'eau : nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration (articles L. 211 et suivants CE et R. 241-1 du CE) ; procédures (R. 214-6 à -31 du CE)</p>	<p>Procédure d'homologation ou d'autorisation provisoire : article L. 255-2 du Code rural et pêche maritime</p> <p>Démarche individuelle par producteur</p> <p>Examen de la demande par l'ANSES dans les conditions prévues par le décret n°80-477 du 16 juin 1980 et l'arrêté du 21 décembre 1998 modifié relatif à l'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture</p>	<p>Norme NFU 44-095 : amendements organiques obtenus par compostage et contenant des matières issues du traitement des eaux, d'intérêt agronomique et d'application obligatoire depuis mars 2004</p>

L'épandage des boues d'épuration doit respecter des procédures et des normes strictement définies par les textes, destinées à garantir son innocuité.

2.2.1.1 Encadrement réglementaire

L'épandage des boues ne peut être pratiqué que s'il présente **un intérêt pour le sol ou pour la culture** et s'il est adapté à l'ensemble des caractéristiques du sol et de sa flore. En tout état de cause, il ne doit en aucune façon porter atteinte à la santé de l'homme et des animaux, à l'état phytosanitaire des cultures, à la qualité des sols et des milieux aquatiques.

Il est **interdit d'épandre des boues brutes**. Il est obligatoire de leur faire subir un traitement préalable visant à réduire, de façon significative, leur pouvoir fermentescible et les risques sanitaires liés à leur utilisation. L'épandage est également interdit ¹⁵ :

- Sur les sols gelés ou enneigés ;
- Pendant les périodes de forte pluviosité ;
- En dehors des terres régulièrement travaillées et des prairies normalement exploitées ;
- Sur les terrains en forte pente, dans des conditions qui entraîneraient leur ruissellement hors du champ d'épandage ;
- À l'aide de dispositifs d'aérodispersion qui produisent des brouillards fins ;
- Sur le site d'anciennes carrières ;
- Sur des sols dont le pH, avant épandage, est inférieur à 6 (il existe néanmoins une exception pour les boues chaulées avec des conditions supplémentaires)¹⁶.

Il peut être réalisé sur les sols agricoles, les sols en voie de reconstitution ou de revégétalisation, qu'ils soient publics ou privés ¹⁷. L'épandage en zone boisée n'est autorisé qu'à titre expérimental.

Des **distances minimales** (entre 5 et 500 mètres) par rapport au milieu aquatique environnant et aux zones habitées en fonction des traitements préalables qu'ont subi les boues doivent être observées ¹⁸.

Conformément à l'article R211-40 du CE : « les **périodes d'épandage** et les **quantités épandues** doivent être adaptées de manière à :

¹⁵ Articles R. 211-41 et R. 211-44 (carrières) du Code de l'environnement

¹⁶ Article 11 de l'arrêté du 8 Janvier 1998

¹⁷ Article R. 211-26 Code de l'environnement

¹⁸ Voir l'annexe II de l'arrêté du 8 janvier 1998

- Respecter la capacité maximale d'absorption des sols ;
- Éviter la stagnation prolongée sur les sols, le ruissellement en-dehors de parcelles d'épandage et une percolation rapide.

La quantité d'application des boues sur ou dans le sol ne peut dépasser 3 kg de matière sèche de boues par mètre carré de sol sur 10 ans ».

Les conditions générales fixées par le code de l'environnement sont précisées par l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles. Il définit précisément les modalités techniques d'épandage que doivent respecter les producteurs de boues pour prévenir tout risque sanitaire et écologique de contamination du sol et des cultures.

Les principales démarches administratives associées à l'établissement et à la gestion du plan d'épandage sont repris dans le tableau ci-après.

Élément	Contenu	Commentaire
Étude préalable	<p>Définit l'aptitude du sol à recevoir les boues, le périmètre, les modalités de réalisation y compris les matériels et dispositifs d'entreposage nécessaires.</p> <p>Cette étude justifie du respect des conditions édictées par la loi qui impose également que les capacités d'entreposage doivent tenir compte des périodes où l'épandage est interdit (par exemple en hiver) ou impossible (période de sécheresse).</p> <p>L'étude doit également prévoir une autre filière d'élimination en cas d'incident.</p>	Financée par le producteur de boues
Registre d'épandage	Synthèse des activités d'épandage contenant les parcelles épandues, caractéristiques des boues, des sols, etc.	<p>Une copie de ce registre doit être transmise au préfet tous les ans.</p> <p>Le producteur de boues doit garder ce document pendant dix ans.</p>
Programme prévisionnel annuel	Précise les parcelles réceptrices pour la campagne suivante, leurs caractéristiques ainsi que les cultures pratiquées, les préconisations d'emploi des boues, notamment les quantités à épandre, le calendrier de l'épandage et les parcelles réceptrices.	<p>Obligatoire seulement pour les stations d'épuration de plus de 2000 EH (flux de polluant journalier >120kg DBO₅).</p> <p>Réalisé avant chaque campagne et remis au plus tard un mois avant le début de la campagne d'épandage.</p>
Bilan annuel de programme d'épandage	<p>Il permet le suivi continu de la qualité des épandages et des boues en précisant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leurs caractéristiques : surtout leur teneur en métaux lourds, en micropolluants et en micro-organismes pathogènes ainsi que leur intérêt agronomique) ; - Leur provenance ; - Leur origine. <p>Ce registre doit aussi contenir l'accord signé avec l'utilisateur, les quantités de boues concernées et leurs préconisations d'emploi. Il doit également définir les dates d'utilisation, les parcelles réceptrices, etc.</p>	<p>Obligatoire seulement pour les stations d'épuration de plus de 2000 EH (flux de polluant journalier >120kg DBO₅), transmis au préfet au plus tard e, même temps que le programme prévisionnel d'épandage de la campagne suivante.</p>

De même que le compost de boues d'épuration (norme **NFU 44-095**, voir ci-après), l'arrêté du **8 Janvier 1998** rend obligatoire la surveillance des boues. Les fréquences d'analyse sont fonction des quantités de matière

sèche produites et sont réduites de moitié après une année dite de caractérisation ¹⁹. Par ailleurs, si un mélange de boues est autorisé (ce qui est assez rare car la réglementation l'interdit mais une autorisation par dérogation préfectorale est possible), ces analyses sont à effectuer sur les différentes composantes et doivent faire mention de la proportion du mélange.

L'épandage des boues conformes à l'arrêté du 08 Janvier 1998 est soumis à autorisation ou déclaration au titre de la nomenclature IOTA.

2.3.Retour au sol des boues après compostage

2.3.1 Descriptif du procédé

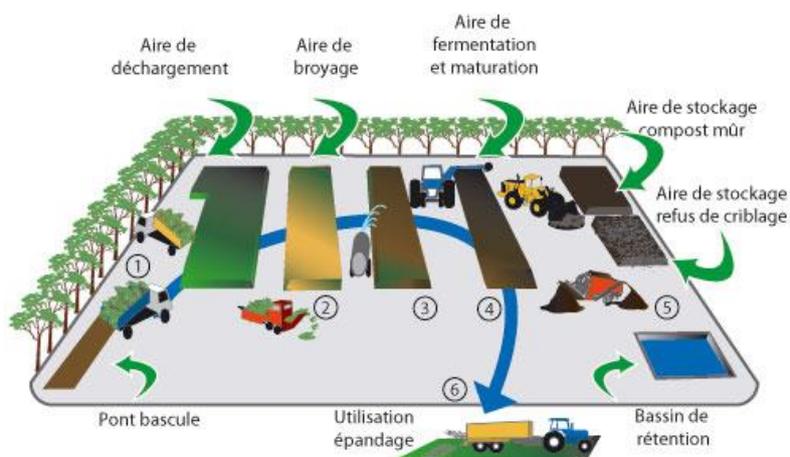


Figure 7: Schéma d'une usine de compostage (source : agricompost.eu)

Le compostage est une dégradation par voie aérobie (donc en présence de dioxygène) des éléments organiques fermentescibles des boues. Ce procédé conduit à la formation d'un matériau, appelé compost, riche en matières humiques, mais également à des dégagements de gaz carbonique, d'ammoniaque, d'eau, d'azote et de chaleur. Il nécessite un apport en Oxygène, en eau et en matières organiques, sources de carbone et d'azote, pour assurer une croissance suffisante des bactéries aérobies. Les matières organiques sont dégradées en phases successives, ce qui permet de déterminer le degré de maturation du produit.

2.3.1.1 Nécessité d'un apport de structurant

Les boues ne sont pas « auto-compostables » à cause de leur humidité trop élevée (malgré l'épaississement et la déshydratation préalables), de leur comportement physique incompatible avec la libre circulation de l'air et d'un rapport carbone / azote (C/N) trop faible, le rapport adapté étant de l'ordre de 30 ²⁰, mais cela dépend du type de structurant apporté. Il faut donc mélanger les boues avec un support structurant carboné. L'apport structurant le plus utilisé est composé de déchets verts, mais il est aussi possible d'utiliser des écorces de pins, des rafles de maïs, des copeaux et sciures ou encore des palettes de bois déchiquetées. L'utilisation de ces différents substrats peut cependant faire concurrence à d'autres filières de valorisation et apporte relativement peu de carbone (voir en Annexe 3 le tableau des apports de chaque structurant). Des tests en laboratoire ont été menés en utilisant un structurant synthétique de bois mais cette technique n'a pas été expérimentée à grande échelle à ce jour.

A la fin du cycle de compostage, le support structurant est généralement criblé afin de le recycler, ce qui permet une diminution des approvisionnements. Par exemple, lors de l'utilisation d'écorces, le criblage peut être effectué après la phase de fermentation du compost et avant la phase de maturation. Cela permet le recyclage du substrat grossier et un meilleur contrôle de la granulométrie du compost. La nature du support carboné ainsi

¹⁹ Arrêté du 8 Janvier 1998

²⁰ ADEME, Fiche Technique : Le compostage, Septembre 2015

que la proportion du mélange boue/support varient de manière significative selon les plates-formes pour tenir compte de différents critères comme la teneur en eau des boues, les conditions climatiques ou la technique de compostage utilisée (retournement d'andains, aération forcée, réacteur fermé). Le compostage fait donc appel à un savoir-faire propre à chaque exploitant.

2.3.1.2 Processus de fermentation aérobie

L'efficacité de la réaction de fermentation dépend de l'aération du substrat. Celui-ci doit être travaillé en andains, bien aéré et humidifié de manière optimale (60% d'humidité conseillé en phase initiale). Les techniques d'aérations forcées (aspiration ou insufflation) se sont développées pour accélérer encore le processus de dégradation et augmenter la productivité. Par ailleurs, une aération efficace permet de limiter les émissions de CH₄ et les odeurs. La température des boues compostées en phase thermophile peut atteindre 70°C²¹, c'est à cette température que se produit la phase d'hygiénisation des boues, à laquelle la concentration des micro-organismes pathogènes d'un milieu est réduite à un niveau non détectable (définition de l'arrêté du **08 Janvier 1998** sur les boues d'épuration).



Les systèmes d'aération forcée sont préférables par rapport à l'aération par retournements. En effet, la demande des boues en oxygène est très importante du fait de leur nature hautement fermentescible. De plus, le système d'aération par retournements semble souvent confronté à des problèmes d'odeurs et il nécessite un programme précis d'aération. Cependant, cette technique permet d'assurer une meilleure homogénéisation des boues et d'une hygiénisation totale du produit par effets thermiques.

MATURATION

La maturation consiste à stocker le compost dans un hangar aéré ou à l'extérieur. La durée de cette étape varie entre 50 et 180 jours. La fin de la maturation se décide en fonction de l'aspect et de l'odeur du compost, de la baisse de la température ou à l'aide d'un respiromètre.

CRIBLAGE

En fonction des exigences du client et de la granulométrie du support carboné, un criblage final peut être opéré. Cela consiste en un tamisage du matériau pour affiner le compost final, et récupérer le refus qui sera réintégré en début de procédé de compostage (mais qui est toutefois moins bon qu'un co-produit frais).

QUALITE DU COMPOST

Quelle que soit la technique utilisée, la plupart des composts obtenus sont relativement de bonne qualité : taux de matière sèche compris entre 50 et 70%, charge polluante organique très réduite, pH neutre, produit stable et qualité agronomique intéressante. Il est également plus facile à transporter et à stocker que des boues brutes ou stabilisées chimiquement. Le compostage permet de stabiliser et d'hygiéniser efficacement les boues en vue de leur valorisation agronomique. Les composts de boues de STEU ont un ratio C/N plus élevé que les amendements d'origine animale et présentent un meilleur taux d'azote N²².

2.3.2 Cadre juridique

2.3.2.1 Sur les Installations de compostage

Les plateformes de compostages sont soumises au-delà d'une certaine taille à la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ICPE (**Livre V titre 1^{er} du code de l'environnement**). Le compostage des boues de station d'épuration est réglementé par la **rubrique 2780-2**. Le **décret 2012-384 du 20/03/12** a instauré un régime d'enregistrement qui n'existait pas auparavant pour les établissements de taille intermédiaire (entre le régime de déclaration et le régime d'autorisation).

²¹ Enseeiht, Bureau d'Étude Industrielle Énergies Renouvelables et Environnement, *Du compostage au compost : Processus et procédés*, 2010

²² Olivier Laroche, *Revégétalisation de sites miniers et valorisation de boues de stations d'épuration : cas de la Nouvelle-Calédonie*, 2011

Ainsi les installations de compostage des boues d'épuration :

- Sont soumises à autorisation si la quantité de déchets traitée dépasse 75 t/jour ;
- Sont soumises à enregistrement si la quantité de déchets traités est comprise entre 20 t/jour et 75 t/jour ;
- Sont uniquement soumises à déclaration si la quantité de déchets traitée dépasse 2t/j mais reste inférieure à 20 t/jour ;

La réglementation ICPE fixe des critères techniques pour les installations soumises à autorisation :

Tableau 4 : Critères techniques concernant les installations soumises à autorisation²³

Procédé de compostage	Procédé imposé
Par retournement	3 semaines de fermentation 3 retournements minimum 3 jours entre chaque retournement 55 °C au moins pendant 72h
Par aération forcée	2 semaines de fermentation 1 retournement au minimum 3 jours entre chaque retournement 55°C minimum pendant 72h.

Les arrêtés s'appliquant aux installations de compostage sont :

- L'arrêté du **22 avril 2008** fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobie soumises à autorisation en application du titre Ier du livre V du code de l'environnement ;
- L'arrêté du **12 juillet 2011** relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de compostage soumises à déclaration sous la **rubrique 2780**.

La TGAP a été supprimée dans le cadre des activités de compostage par l'article 18 de la **loi n°207-1837** du 30 décembre 2017. Cette Taxe Générale sur les Activités Polluantes et due par les entreprises dont l'activité ou les produits sont considérés comme polluants.

2.3.2.2 Sur le compost

Les composts issus de boues d'épuration urbaines peuvent être mis sur le marché en dehors d'un plan d'épandage lorsqu'ils sont conformes à la norme rendue d'application obligatoire **NF U44-095** ou **NF U44-295** relatives aux composts contenant des matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux résiduaires (MIATE). Ils peuvent également être commercialisés. Un **arrêté du 18 mars 2004** précise les modalités d'application de cette norme. Par ailleurs les Produits Résiduaires Organiques (PRO) sont aussi concernés par la **NFU44-051** datant de 2006 qui concerne les produits fabriqués à partir de déchets végétaux et animaux et les composts urbains fabriqués à partir des ordures ménagères.

Les composts de boues d'épuration peuvent prétendre à une sortie du statut de déchet mais celle-ci n'est en aucun cas simplifiée par la norme rendue d'application obligatoire **NFU44-095**, les conditions sont précisées dans l'article **L 541-4-3** du Code de l'Environnement.



Les composts issus de boues de STEU ne peuvent pas être utilisés en agriculture biologique car ils ne figurent pas dans la liste de l'annexe II A du règlement n° 2092/91, cahier des charges de l'agriculture biologique. En outre, certaines industries agroalimentaires et organismes collecteurs excluent les amendements organiques fait à partir de boues.

²³ INERIS, *La réglementation de la prévention des risques de la protection de l'environnement*, article 2780
https://aida.ineris.fr/consultation_document/10755

Tableau 5 : Comparaison des différentes normes et arrêtés concernant les boues d'épuration et les composts (teneurs limites)

Élément	Paramètre	Arrêté 08/01/98 (épandage)	NFU44-095 (compostage)		NFU44-051 (compostage)		Règlement Européen du 27 mars 2019 sur les amendements organiques
			Toutes sauf cultures maraîchères	Cultures maraîchères	Toutes sauf cultures maraîchères	Cultures maraîchères	
MS et MO	Teneur en MS en %	-	>50%		>30%		>20%
	Teneur en MO en % de produit brut	-	>20%		>20%		-
ETM (valeur limite en mg/kg MS)	As	-	18		18		Arsenic inorganique : 40
	Hg	10	2		2		1
	Cd	10	3		3		1,5
	Se	-	12		12		-
	Cr	1000	120		120		Cr VI : 2
	Ni	200	60		60		50
	Pb	800	180		180		120
	Cu	1000	300		300 (sauf pour dénominations 1 à 3 et 10 : 500)*		300
	Zn	3000	600		600 (sauf pour dénominations 1 à 3 et 10 : 1000)*		800
Cr + Cu + Ni + Zn		4000	-		-		-
Inertes et impuretés	Films +PSE > 5mm	-	< 0.3% de MS		< 0.3% de MS		Impuretés macroscopiques de taille >2mm: -
	Autres plastiques > 5mm	-	<0.8 % de MS		<0.8 % de MS		3 g/kg pour chaque matière (verre, métal, matières plastiques) -
	Verres + métaux > 2 mm	-	< 2.0 % de MS		< 2.0 % de MS		somme des 3 matières : 5 g/kg
CTO (valeur limite en mg/kg MS)	Total des 7 PCB	0,8	0,8		-		HAP ₁₆ : 6
	H.A.P Fluoranthène	5	4		4		
	Benzo(b)fluoranthène	2,5	2,5		2,5		
	Benzo(a)pyrène	2	1,5		1,5		
Paramètres micro biologiques	Coliformes	absence	-	-	-	-	-
	Escherichia coli	-	10 ⁴ /g MB	10 ³ /g MB	-	-	1000 dans 1g ou 1mL de MB
	Clostridium perfringens	-	10 ³ /g MB	10 ² /g MB	-	-	-
	Entérocoques	-	10 ⁵ /g MB	10 ⁵ /g MB	-	-	-
	Œufs d'Helminthes	< 3 NPPUC/10g MS	Absence dans 1 g de MB	Absence dans 25 g de MB	Absence dans 1,5 g de MB	Absence dans 1,5 g de MB	-
	Listeria monocytogènes	-	Absence dans 1 g de MB	Absence dans 25 g de MB	-	-	-
	Salmonelles	< 8 NPPUC/10g MS	Absence dans 1 g de MB	Absence dans 25 g de MB	Absence dans 1 g de MB	Absence dans 25 g de MB	Absence dans 25g ou 25 mL de MB
	Entérovirus	< 3 NPPUC/10g MS	-	-	-	-	-

*Dénominations concernées : composts de fumiers, déjections animales sans litière, fumiers et/ou lisiers et/ou fientes compostés, compost de matières végétales et animales

2.3.3 Coûts d'installation

Les boues d'épuration sont les déchets les plus chers à traiter en compostage, cela est dû aux conditions particulièrement difficiles qui demandent des installations performantes et coûteuses (problème d'odeurs nécessitant une aération automatisée et un traitement sous bâtiment, lixiviats). Lorsqu'il est vendu, le prix de vente des composts peut varier entre 12 et 25 euros/t de produit selon la quantité achetée ²⁴.

Tableau 6 : Coûts d'investissement d'une usine de compostage en 2005 ²⁵

Procédé	Coût d'investissement	Coût d'investissement (ramené à la tonne de déchet entrant).
Compostage lent	850 000 euros	124 euros/t/an
Compostage accéléré à l'air libre	1,7 million d'euros	189 euros/t/an
Compostage sous bâtiment	3,4 millions d'euros	465 euros/t/an

2.3.4 Avenir de la filière

Néanmoins, la filière du compostage des boues d'épuration est remise en question par les derniers projets de loi. Les modifications de l'article **R.211-29** du code de l'environnement à venir (textes en attente de validation) autorisent le mélange des boues de différentes installations, ce qui était jusqu'à présent interdit de crainte de perdre la traçabilité des sous-produits, mais interdit le mélange des boues avec d'autres biodéchets, or le compost de boues d'épuration ne peut se faire sans un apport de 30 à 50% de biodéchets comme des déchets verts. L'avenir du compost de boues d'épuration est donc pour l'instant en suspens.

La **directive déchet de 2008** a été modifiée récemment en 2018 et fixe des nouveaux objectifs aux états européens en termes de collecte des déchets. Ils doivent veiller à mettre en place au plus tard le 31 décembre 2023 soit une collecte séparée et non mélangée des biodéchets, soit un tri et un recyclage à la source. Une dérogation est possible si la collecte et donc le traitement conjoint de différents types de déchets n'a pas d'incidence sur la capacité de recycler ou valoriser ces déchets.

²⁴ Sidomsa, *Prix de vente de compost en vrac*, disponible sur <https://www.sidomsa.net/compostage/vente-de-compost/vente-de-compost.php>

²⁵ ADEME, *Fiche Technique : Le compostage*, Septembre 2015

3. Valorisation énergétique des boues d'épuration

3.1. Digestion anaérobie : la méthanisation

La méthanisation représente une étape intermédiaire entre la production des boues en station et les autres filières de valorisation des boues et digestats. C'est d'une part une étape de stabilisation c'est-à-dire de dégradation des matières volatiles susceptibles de relancer la fermentation, mais aussi d'hygiénisation seulement partielle car les principaux micro-organismes pathogènes des boues sont des germes fécaux et les températures atteintes n'ont qu'un effet limité sur eux.

3.1.1 Procédé

Contrairement au compostage, la méthanisation est une fermentation de la matière organique des boues en l'absence d'oxygène (anaérobie). Les déchets organiques sont stockés dans une cuve hermétique, le digesteur, et sont soumis à l'action de bactéries en conditions anaérobiques pendant une durée de 30 à 50 jours.

Il existe trois types de fermentations liées à la température ambiante :

- La **fermentation psychrophile** (entre 15 et 20°C) : digestion froide et lente (plusieurs semaines) mais ne nécessitant pas de chauffage.
- La **fermentation mésophile** (entre 30 et 35°C) : procédé reposant sur l'activité des entérobactéries (bactéries de l'intestin).
- La **fermentation thermophile** (entre 50 et 60°C) : seules les bactéries thermophiles et les actinomycètes subsistent. Le temps de séjour est court, mais l'exploitation s'avère délicate.

C'est la digestion mésophile qui est la plus répandue. Cette technique permet une réduction supplémentaire (jusqu'à la moitié) du volume des boues, ce qui rend le stockage et le transport plus aisés et moins onéreux.

La digestion anaérobie produit d'une part un digestat pouvant être valorisé en agriculture car il est riche en matière organique et, d'autre part, du biométhane principalement constitué de méthane CH_4 (environ 50 à 70%) et de dioxyde de carbone CO_2 (entre 20 et 50%), la valorisation du déchet est donc double. La méthanisation permet de produire une énergie renouvelable au plus près des consommateurs et réduit la consommation d'engrais des agriculteurs.

La méthanisation peut être réalisée à partir de nombreux intrants différents : effluents agricoles (lisiers, CIVE, déchets d'entretien), effluents de l'industrie agroalimentaire, déchets de restauration et de collectivités. Ces différents intrants possèdent des pouvoirs méthanogènes variés (voir Annexe 4).

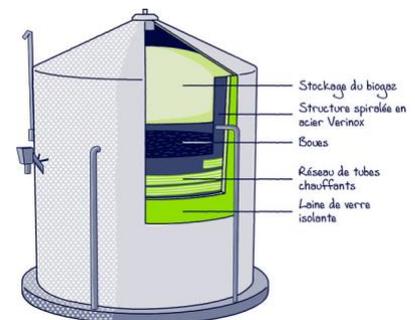


Figure 8 : Schéma d'un méthaniseur (source : Suez)



Il faut tenir compte du fait que l'intrant de la méthanisation a un impact sur la productivité du processus. Ainsi, les boues primaires riches en matière organique produisent deux fois plus de biométhane que les boues aérées. La méthanisation possède de plus l'avantage de réduire le besoin de traitement biologique ultérieur.

3.1.1.1 Co-méthanisation

La co-méthanisation consiste à mélanger les intrants du méthaniseur afin d'optimiser la production de biométhane. D'après le graphique en Annexe 4, les intrants du procédé ont des potentiels méthanogènes très variés : les boues représentent un potentiel de 51 Nm₃/tMB face à 317 Nm₃/tMB pour les matériaux issus de séparateurs de graisses en station d'épuration. Mélanger les différents MIATE permettrait alors d'améliorer la production de biométhane des boues en leur ajoutant des huiles, très grasses et donc très avantageuses pour la digestion.

Jusqu'à présent le code de l'environnement interdit par principe le mélange des boues provenant de stations d'épuration différentes. Le mélange des boues entre elles ou avec des biodéchets (déchets de l'industrie agro-alimentaire, fumiers...) est néanmoins possible par dérogation préfectorale, comme d'autres mélanges d'intrants. Les projets de mélange en entrée de digesteur sont néanmoins bloqués depuis 2018 en raison de **l'arrêté dit « 5 flux »** datant de mars 2016 (**décret n°2016-288**) qui dit qu'il est « interdit de mélanger les biodéchets triés par leur producteur ou détenteur avec d'autres déchets n'ayant pas fait l'objet d'un même tri ». Les conclusions d'un groupe de travail datant du 11 Juin 2018 laissaient entrevoir la possibilité de mélange de certains intrants : boues avec d'autres déchets organiques (hors biodéchets) et boues avec la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM) seulement en l'absence de retour au sol. Néanmoins les conclusions de ce groupe de travail n'ont pour l'instant pas été retranscrites dans des projets de loi. Le principal frein au mélange des intrants de la méthanisation est l'acceptabilité des agriculteurs qui restent attachés à la logique du plan d'épandage qui est un gage de la traçabilité des boues.

GATINAIS Biométhane est une SAS créée en 2009 qui regroupe 16 exploitants agricoles et entrepreneurs de travaux agricoles. L'installation pratique la co-méthanisation grâce à une autorisation ICPE antérieure à l'interdiction du mélange des intrants. Elle traite chaque année 21 000 t de déchets dont 3 000 t de boues de STEU. La société a conclu un partenariat avec Air Liquide qui épure le biométhane et reverse 75% de la vente à GATINAIS biométhane et une partie des garanties d'origines.

Co-Méthanisation de Boues d'épuration et de cultures à bas niveau d'impact pour favoriser la protection de la ressource en eau

Le SDEA, Syndicat des eaux et de l'assainissement Alsace-Moselle, conduit actuellement un projet de méthanisation avec mélange de boues d'épuration issues de la STEU de Benfeld et de silphie. Cette culture dite à bas niveau d'impact serait cultivée sur l'aire d'alimentation du captage eau potable voisin à des fins de préservation de la qualité de la ressource en eau.

Les cultures à bas niveau d'impact n'ont pas de statut juridique à ce jour (il s'agit ici de la 1^{ère} implantation de silphie en France) et le SDEA a choisi de limiter son apport de silphie dans le méthanisateur à 15% conformément à la réglementation sur les CIVE (décret n° 2016-929 du 7 juillet 2016).

Le digestat de la méthanisation est épandu sur des terrains agricoles hors aire d'alimentation de captage.

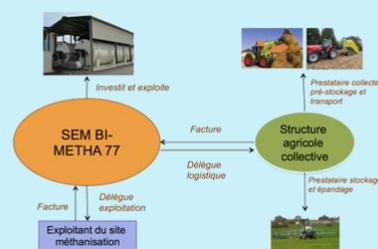
3.1.1.2 Bi-méthanisation

La bi-méthanisation consiste à méthaniser sur le même site plusieurs types d'intrants en ayant recours à deux files complètement distinctes. Mais cette solution reste tout de même un choix par dépit face à l'impossibilité de pratiquer le mélange d'intrants car les coûts d'investissements sont plus élevés.

SEM Bi-Métha développe son projet de bi-métha à l'aide de nombreux partenaires

Le SDESM, Service public de distribution électrique mène depuis 3 ans un projet de bi-méthanisation sur le territoire de la Communauté d'Agglomération de Melun Val de Seine. Les études préliminaires au projet ont mis en évidence l'intérêt de développer deux filières en parallèle :

- Une file en voie sèche pour les gisements d'origine agricole, les digestats produits par cette ligne retournent à la terre par épandage
- Une file en voie liquide pour les boues d'épuration, les digestats produits par cette file sont valorisés par traitement thermique (mono-incinération sur le site de la station d'épuration voisine)



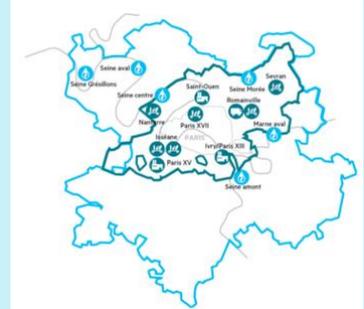
Le projet s'est monté grâce à un partenariat avec six partenaires très différents : la commune, la communauté d'agglomération (CAMVS), un syndicat d'énergie, Engie et un partenaire agricole.

L'installation injecte 250 Nm³/h sur le réseau à partir des intrants suivants :

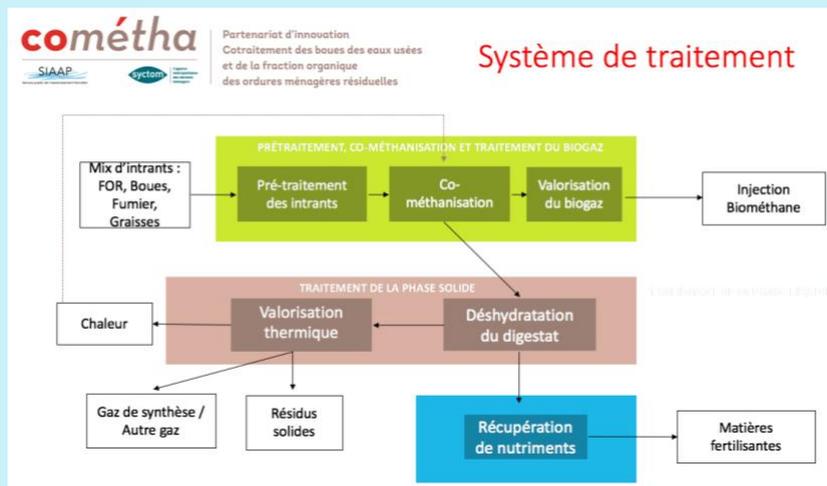
Boues	Agricole	Fumier équin	Graisse	Biodéchets	Tontes
110 000 m ³ /an 3700 t MS/an	10 200 t/an	5 600 t/an	500 t/an	2 000 t/an	2 000 t/an

Partenariat d'innovation entre le SIAAP et le SYCTOM³⁵

Le SYCTOM (2,3 millions de tonnes de déchets ménagers en 2017) et le SIAAP (2,3 millions de m³ d'eaux usées quotidiennement dépolluées) ont monté ensemble un partenariat d'innovation d'un coût total prévisionnel de 90 millions d'euros pour créer une usine de co-méthanisation de boues d'épuration, de la fraction organique résiduelle des ordures ménagères (For), des graisses d'épuration et de fumier équin. Le but est d'aboutir à un bilan énergétique positif, de développer de nouvelles solutions et prouver l'intérêt de la technique. A la fin de la phase d'appel à projet, 4 ont été retenus. Ces 4 groupements ont déjà commencé les recherches et la phase d'avant-projet, mais seuls un ou deux pourront développer une unité pilote. A terme, l'objectif est de construire dès 2023 une unité industrielle si les résultats des expérimentations sont probants.



Les 4 projets sélectionnés développent toutes les solutions innovantes afin de valoriser au maximum les déchets :



Le choix du ou des lauréats pour la phase 2 devrait intervenir entre fin 2019 et début 2020.

Plus d'informations dans le dossier de la [journée technique du 14 novembre 2019](#).

3.1.2 Valorisation du biométhane

L'avantage principal de la méthanisation est la valorisation du biométhane produit, qui a un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) de 5 à 7 kWh/Nm³ (le PCI correspond à la quantité théorique d'énergie contenue dans un combustible). Cette valorisation peut être effectuée de quatre manières :

- **Valorisation thermique** : valable si un débouché pérenne et régulier est disponible sur l'année, pour la chaleur, à proximité du lieu de production (industrie, réseau de chaleur) ou en interne (digesteur de boues).
- **Valorisation électrique**, cogénération ou production alternée : Elle est très répandue à l'étranger et s'est développé en France depuis une quinzaine d'années.
- Utilisation sous forme de **biocarburant** (GNV)
- **Raccordement au réseau de gaz naturel** : l'injection de biométhane (biométhane épuré) issu de la méthanisation des boues d'épuration a reçu l'approbation de l'ANSES en 2014. En 2019 10 installations injectent déjà sur le réseau et 7 sont en cours de construction.^{26,27,28}

Autoconsommation du biométhane à Achères

28

La station de traitement des eaux usées de Seine Aval à Achères, la plus grande STEU de France (capacité de 7,5 millions d'EH) utilise le biométhane produit par son unité de méthanisation des boues d'épuration pour alimenter aussi bien le chauffage des locaux et digesteurs que le conditionnement thermique des boues. Avant la refonte de la station, 60% des besoins énergétiques thermiques de l'usine étaient couverts. Seine Aval est le premier producteur de biométhane au niveau Français.

Les digestats de la méthanisation sont hygiénisés par conditionnement thermique puis valorisé en agriculture (épandage direct et compost).



Source : EGIS

Unité d'injection de biométhane à Marseille

La station d'épuration Géolide à Marseille d'une capacité de 1,8 millions d'EH s'est dotée récemment d'une unité de production et d'injection de biométhane, nécessitant un investissement de 9,2 millions d'euros. Financée par la Métropole Aix-Marseille-Provence, Suez, l'Agence de l'eau RMC, l'ADEME et la Région PACA, cette unité devrait produire à terme l'équivalent de la consommation de 2 500 foyers en biométhane (soit 3,5 millions de Nm³/an).

La vente de biométhane aux opérateurs gaziers contribue au financement du projet avec un retour sur investissement de 11 ans. Le chiffre d'affaire annuel liée à la vente de biométhane est estimé à 1,7 millions d'euros.



Source : SUEZ



A lire : Injection de biométhane - Retour d'expérience des stations d'épuration (STEP) urbaines 2018, GRDF, novembre 2019

²⁶ GRDF, unités d'injection de gaz vert dans le réseau GRDF, Janvier 2019 disponible sur <https://www.grdf.fr/dossiers/biomethane-biomethane/unites-injection-gaz-vert-biomethane-reseau>

²⁷ Dossier de presse : SUEZ réalise à Marseille une unité de production et d'injection de biométhane à partir du traitement des eaux usées, 8 mars 2018

²⁸ ATEE Club Biométhane, Station d'épuration du SIAAP, Site de Seine Aval,



Production de GNV à Grenoble

La station d'épuration Aquapole dispose d'une capacité nominale de 430 000 EH. Elle est équipée de deux méthaniseurs pour les boues primaires et les boues biologiques. Le biométhane produit par la digestion anaérobie est réutilisé dans la station mais l'excédent (environ 85 % de la production de biométhane) est injecté dans le réseau de gaz et transformé en GNV.

Semitag, la société en charge de l'exploitation des transports en commun de l'agglomération s'approvisionne en GNV produit sur Aquapole par l'achat de garanties d'origine.

Avant d'être injecté sur le réseau, le biométhane produit par la digestion doit être épuré pour ne conserver que le biométhane. Cette étape de traitement rejette un évent contenant les autres sous-produits du biométhane (dioxyde de carbone, vapeur d'eau, sulfure d'hydrogène, ammoniac...)

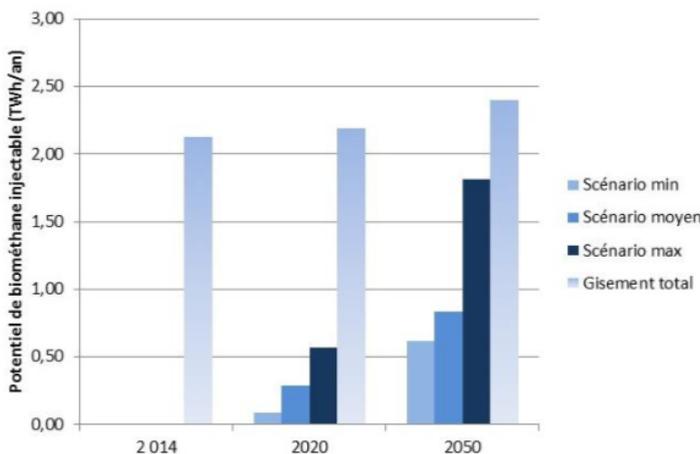


Figure 9 : Potentiel de biométhane issue de boues de STEU injectable sur le réseau de gaz (source : ADEME)

En Suisse, 100% des STEU d'une capacité supérieure à 30 000 EH sont équipées d'un système de méthanisation contre 15 % en France. Le potentiel de production d'énergie renouvelable issue du biométhane produit par la méthanisation des boues est donc très important en France. La méthanisation est un procédé qui tend à se développer dans les collectivités.

Une étude de l'ADEME sur l'évaluation du potentiel de production de biométhane à partir des boues issues des stations d'épurations datant de 2015 estime à 2,13 TWh/an le potentiel méthanogène théorique maximal de la méthanisation des boues d'épuration. Par comparaison, le parc nucléaire français à produit en 2017 379,1 TWh d'électricité. 13% des méthaniseurs sont aujourd'hui installés dans des STEU.

3.1.3 Valorisation du digestat

Le digestat produit par la méthanisation peut ensuite passer par les autres voies de valorisation : retour à la terre par épandage ou par compost, valorisation énergétique (souvent en cogénération sur site) etc.

Le digestat contient de la matière organique non dégradée (lignine), des matières minérales (N, P et K) et de l'eau. Une fois le processus de méthanisation terminé, le digestat produit subit un traitement complémentaire afin d'améliorer ses caractéristiques en vue d'un retour à la terre : évapo-concentration, séparation de phase, stripping avec lavage acide, séchage ou encore compostage.

La méthanisation permet déjà en soit d'améliorer les caractéristiques organiques des boues :

- Diminution voire atténuation l'odeur des boues liée à leur stabilisation.
- Amélioration de la valeur fertilisante des boues, avec obtention d'un digestat souvent riche en phosphore avec une meilleure valeur fertilisante azotée (minéralisation de NH₄) et avec un meilleur rapport C/N de l'ordre de 2 en général, mais avec des pertes plus élevées en NH₃ par évaporation et

un pourcentage de MO plus faible.²⁹

- **Réduction du volume** des boues de 5 à 15%.

L'épandage des digestats de boues est soit soumis à l'**arrêté du 8 janvier 1998** si le méthaniseur n'est pas soumis à la législation des installations classées. Sinon, l'AMPG sectoriel de la rubrique méthanisation définit les prescriptions générales à respecter pour l'épandage de digestats de boues.

3.1.4 Coûts et tarifs d'achat

Le REX STEP urbaines 2018 de GRDF précise que « Les montants d'investissement recensés sont très variables car fortement dépendants de la nature des projets (selon refonte de la STEP ou pas). On retiendra sur les 12 stations d'épuration concernées ici que la valorisation coûte à elle seule entre 1,5 et 6,5 millions d'euros (subvention entre 10 et 50% selon les projets), selon la capacité de traitement installée et les modifications éventuelles qu'elles peuvent impliquer dans le process amont de méthanisation. ».

A titre indicatif, le site « [Projet méthanisation](#) » de GRDF propose des business plan type pour des projets de méthanisation agricoles et territoriaux qui donnent quelques ordres de grandeurs des coûts d'investissements, comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Ordre de grandeur des coûts d'un projet de méthanisation agricole – source GRDF

TYPE DE PROJET	Agricole autonome	Territorial agricole (base effluents d'élevage)	Territorial agricole (base CIVE)
INTRANTS (PAR AN)	16 000 tonnes d'effluents d'élevage 2 500 tonnes de déchets de cultures et d'industries agro-alimentaires	26 000 tonnes d'effluents d'élevage 7 000 tonnes de déchets de cultures et d'industries agro-alimentaires 5 500 tonnes de déchets de collectivités	14 000 tonnes de CIVE 4 000 tonnes d'effluents d'élevage
PRODUCTION	80 Nm ³ CH ₄ /h injectés 16 800 tonnes de digestat	200 Nm ³ CH ₄ /h injectés 35 000 tonnes de digestat	113 Nm ³ CH ₄ /h injectés 16 400 tonnes de digestat
DÉBIT	6,6 GWh/an soit 1 100 logements ou 26 bus	16,5 GWh/an soit 2 750 logements ou 64 bus	9,3 GWh/an soit 1 550 logements ou 36 bus
STATUT ICPE	Déclaration	Enregistrement	Déclaration
INVESTISSEMENT (CAPEX)	2 – 5 M €	5 - 10 M €	2 – 5 M €
CHIFFRE D'AFFAIRES	Environ 25-40% du CAPEX /an	Environ 25-40% du CAPEX /an	Environ 25 – 40% du CAPEX /an
CHARGES (OPEX)	Environ 45-55% du chiffre d'affaires	Environ 45-55% du chiffre d'affaires	Environ 45 – 55% du chiffre d'affaires

A titre de comparaison, les 12 projets recensés par le REX STEP 2018 de GRDF se répartissent sur une fourchette comprise entre 35 et 290 Nm³/h injectés, avec une moyenne à 135 Nm³/h.

²⁹ La méthanisation en Provence Alpes Côtes d'Azur, *Valorisation agricole des digestats : Quels impacts sur les cultures, le sol et l'environnement ?*, 2018

²⁸ Economiecirculaire.org, *Valorisation des boues d'épuration de la station d'épuration aquapole en biométhane*

En raison de ces coûts d'investissement et d'exploitation élevés, l'énergie produite par la méthanisation reste chère, le prix du biométhane étant environ 4 fois plus élevé que le prix du gaz naturel (GN). Depuis 2006 un tarif d'achat spécifique a été créé pour le biométhane avec un prix différent selon le type d'intrant de l'installation et qui dépend de la capacité maximale de production du méthaniseur (en m³/h).

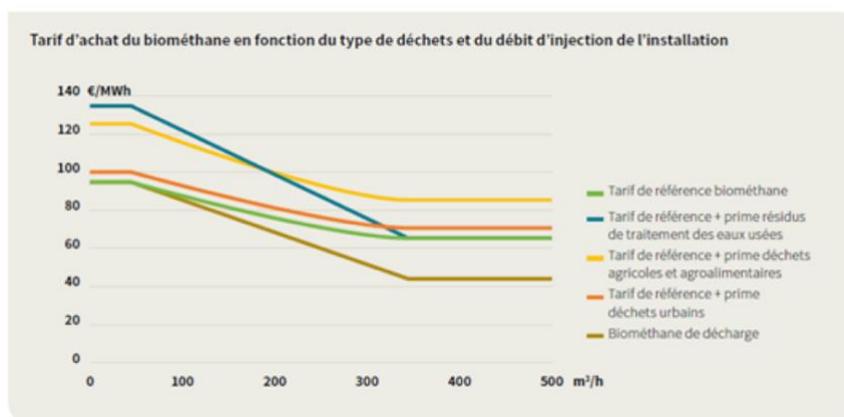


Figure 10 : Tarif d'achat du biométhane en 2018

Nota : actuellement, pour bénéficier de ce tarif, il faut que l'outil produisant le biométhane ne soit pas alimenté par des énergies fossiles.

Dans le cadre de la prochaine PPE prévue début 2020, le système d'aide apportée aux filières de production de biométhane doit être revue à la baisse ; A l'été 2019, il était évoqué de faire passer le tarif de référence de 95 €/MWh en 2018 à 67 €/KWh en 2023 puis 60 €/MWh en 2027 et une potentielle remise ne cause des primes pour les STEU et les ISDND

Concernant la production d'électricité à partir du biométhane, de la même manière un tarif d'achat spécifique a été créé en 2006 avec une indexation annuelle et une obligation d'achat qui est passé de 15 à 20 ans suite à l'arrêté du 30 octobre 2015 (qui concerne uniquement les installations de méthanisation et STEU mais pas les ISDND). L'article du 9 mai 2017 fixe les conditions d'achat et du complément de rémunération pour l'électricité produite par méthanisation de boues d'épurations. Les installations utilisant en intrant plus de 50% de matière issues du traitement des eaux usées relèvent de cet arrêté STEU.

Tableau 8 : Prix d'achat du biométhane issu de la méthanisation de boues d'épuration pour des installations de puissance inférieure à 500 kWh³⁰

Tarif dégressif à partir du 1^{er} juillet 2017 à raison de 0,5% par trimestre.

P _{max} de l'installation	<0,2 MW	= 0,5 MW	>1 MW
Tarif d'achat	175,4 euros par MWh	141,8 euros par MWh	70,9 euros par MWh



Concernant l'injection de biométhane dans le réseau, une étude GRDF pour l'ADEME en 2014 donne des TRI (taux de rentabilité interne) atteignant 10% à partir de STEU > 60 000 EH pour une installation récente et 45 000 EH pour une STEU disposant déjà d'un digesteur. On considère que ce TRI > 10% est atteint pour une production de l'ordre de 60 Nm³/h, mais l'injection est possible dès 10 Nm³/h.

(...)

³⁰ ATEE, Conférence du Club Biométhane, le 7 Juin 2018
disponible sur http://atee.fr/sites/default/files/1-session_1_-_actualite_de_la_filiere_denoyer_verney.pdf

5. Valorisation des boues d'épuration : les étapes clés pour réussir son projet

Un projet de valorisation des boues d'épuration est avant tout tributaire du territoire dans lequel il s'insère. Il est dépendant avant tout des boues à valoriser (quantité, qualité) mais aussi des filières possibles de valorisation à proximité de la STEU.

5.1.1 Adapter la filière à son territoire

5.1.1.1 Qualité des boues en sortie de STEU

Au préalable d'un projet de valorisation des boues d'épuration, il faut connaître la qualité des boues que l'on veut valoriser. Cette qualité agronomique, que l'on peut évaluer selon les teneurs en matière organique et en éléments fertilisants et selon la conformité des boues aux seuils fixés par **l'arrêté du 08 Janvier 1998** conditionne la valorisation des boues par épandage. Elle dépend tout d'abord des rejets domestiques et non domestiques dans le réseau d'eaux usées mais aussi du type de traitement des eaux usées dans la STEU : présence d'un traitement primaire, filière biologique ou physico-chimique.

Par ailleurs la valorisation des boues n'a pas toujours la même rentabilité selon le type de boues injectées, c'est notamment le cas pour la méthanisation. Les boues issues de la décantation primaire sont beaucoup plus chargées en matière organique que les boues biologiques et donc produisent plus de biométhane.

5.1.1.2 Volume à valoriser

La connaissance des volumes de boues à valoriser est primordiale pour décider de la voie de valorisation. En effet chaque filière possède des seuils de rentabilité différents et qui vont orienter le choix de la collectivité. Mettre en place une installation de méthanisation dans une STEU n'est économiquement viable que pour de grosses stations. L'ADEME³⁶ a évalué dans une étude les capacités à partir desquelles la filière méthanisation devient économiquement viable (pour un taux de rentabilité interne de 10%), en distinguant la filière méthanisation et co-génération et la filière méthanisation et injection de biométhane dans les réseaux de gaz :

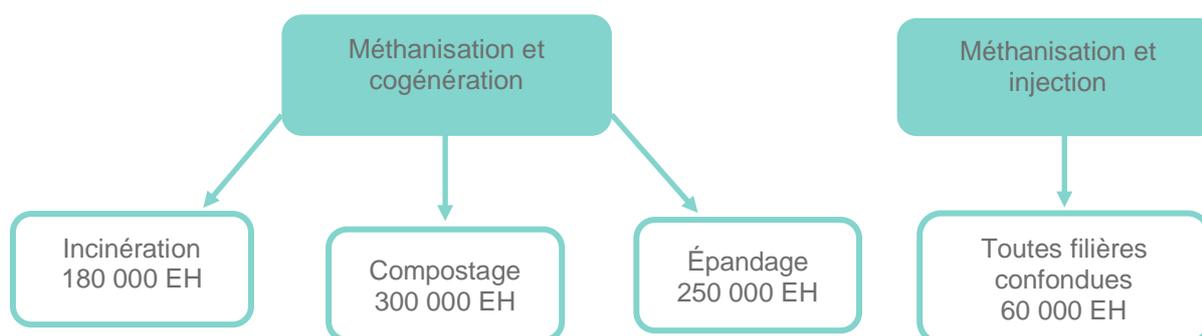


Figure 13 : Capacité minimale des STEU pour atteindre un taux de rentabilité interne de 10% en méthanisation selon le type de valorisation (source : ADEME)

³⁶ ADEME, prise en charge du traitement des boues des stations d'épuration, 2010

Ce graphique met l'accent sur les coûts d'installation et d'exploitation élevés dans le cas de la mise en place par la STEU de tous les moyens de valorisation sur site (dans le cas de la cogénération, cela correspond à l'investissement dans le méthaniseur mais aussi dans le four pour la cogénération).

Néanmoins toutes les STEU peuvent tout de même valoriser leurs boues en méthanisation territoriale, dans ce cas-là le méthaniseur n'est pas sur site. Si la STEU une quantité de boues d'épuration inférieure au seuil de rentabilité de la filière de valorisation, il peut être avantageux de mélanger les intrants de la valorisation, ce qui est possible pour la méthanisation et la co-incinération, mais parfois soumis à dérogation. Le mélange des intrants en entrée de méthaniseur empêche toute possibilité d'épandage direct du digestat (car c'est contraire au principe de traçabilité du plan d'épandage).

5.1.1.3 Débouchés du territoire

Le choix d'une filière de valorisation dépend fortement des opportunités et de la demande du territoire.

L'épandage des boues permet d'apporter de la matière organique aux sols dans les zones où les sols sont appauvris. Les effluents d'élevage subviennent en général bien à cette demande et l'épandage des boues d'épuration peut être une alternative dans les zones où l'élevage est moins développé. Il faut donc envisager la gestion des PRO en fonction du contexte territorial et de la demande des agriculteurs.

La filière de valorisation doit être choisie selon les installations déjà présentes sur le territoire (UVE, usine de compostage, méthaniseur territorial), car le coût de transport des boues reste conséquent en raison des volumes concernés.

Pour l'injection dans le réseau de gaz, le raccordement au réseau est à la charge du maître d'ouvrage ; le coût est globalement proportionnel à la distance, modulo le taux de réfaction (en 2019, 40% pris en charge par le gestionnaire du réseau) et les règles du droit à l'injection (cf décret du 28 juin 2019 relatif aux renforcements des réseaux de transport et de distribution de gaz naturel nécessaires pour permettre l'injection du biogaz produit).



Chiffre Clé : d'après des études préalables au REX STEP urbaines 2018 réalisé par GRDF, la distance moyenne de raccordement pour les projets existants est de :

- Pour les STEU : 660 m, avec un coût moyen de 135€/ml hors singularités et contribution opérateurs
- Pour les ISDND : 6,7 km

Enfin, une réflexion sur les acteurs partenaires ou bien sur les filières concurrentes du territoire doit être menée afin de ne pas lancer un projet qui n'arrivera pas à s'insérer dans le territoire.

5.1.2 Réflexion sur le bilan carbone des STEU

La mise en place d'une filière de valorisation des boues d'épuration peut permettre de produire de l'électricité ou du biométhane et donc de réduire les dépenses énergétiques de la station dans une logique d'autosuffisance énergétique. La méthanisation ou le compostage entraîne une réduction du volume des boues et donc une diminution des coûts de transport des boues.

Néanmoins la production d'énergie pour la réduction des dépenses énergétiques de la STEU ne peut se faire sans une réflexion sur des économies d'énergie sur l'installation de traitement des eaux usées. Ainsi certaines étapes du processus sont très énergivores, comme la centrifugation ou le séchage thermique. Il peut être intéressant alors de connaître précisément la consommation énergétique de la STEU, poste par poste. L'agence de l'eau Rhin-Meuse demande ainsi aux STEU de son territoire un diagnostic énergétique, et subventionne les projets d'optimisation énergétique des STEU.

5.1.3 Rentabilité des projets

Investir dans la valorisation des boues d'épuration peut être coûteux pour de petites collectivités, et avec un retour sur investissement relativement long (on parle souvent d'une dizaine d'années). Plusieurs organismes proposent des aides au financement de projets de valorisation. Les **agences de l'eau** possèdent des moyens conséquents pour aider ce type de projets, par un système de subvention ou d'avance selon la politique de l'agence de l'eau (avec des taux variables et des conditions propres à chacune). Les agences de l'eau favorisent néanmoins les projets qui vont non seulement dans le sens d'une valorisation mais aussi d'une économie d'énergie et d'une autoconsommation. En dehors du cadre des subventions très encadrées, il est aussi possible de passer par des appels à projets, qui permettent d'obtenir des financements dans le cas de projets plus novateurs. L'**ADEME** subventionne aussi des projets de ce type, l'organisme a par exemple subventionné à hauteur de 40% d'investissement le projet de méthanisation du Syndicat Départemental d'Élimination des Déchets ménagers et assimilés (SYDED). Dans une moindre mesure, les **régions** et **départements** peuvent aussi être une source de financement.

Au-delà de ces financements qui permettent le lancement des projets, il faut s'intéresser à la pérennité du projet qui est assurée par la vente de l'énergie ou des matières produites. Ces revenus peuvent amortir les coûts d'investissement. Il n'existe pas de prix fixé pour le compost normé. En revanche pour la méthanisation et la co-génération, il existe des tarifs d'achat du biométhane et de l'électricité qui permettaient jusqu'à présent de soutenir la filière mais qui seront amenés à baisser dans les prochaines années.

5.1.4 Acteurs partenaires

Les parties prenantes d'un projet de valorisation sont nombreuses et dépendent de la filière de valorisation choisie :

- L'exploitant du réseau et de la STEU
- La chambre d'agriculture et les agriculteurs locaux pour l'épandage des boues. L'origine des boues pose souvent un problème d'acceptation au public et aux agriculteurs. Il y a donc tout un travail de sensibilisation et d'information à fournir pour convaincre des qualités et de l'innocuité des boues pour l'épandage.
- L'exploitant du réseau de gaz du territoire pour un projet d'injection de biométhane.
- Les agences de l'eau, l'ADEME, la région et le département pour la recherche de financements.

CONCLUSION

Le traitement des eaux usées conduit à la production de boues, dont on ne peut à l'heure actuelle pas réduire les volumes. En effet plus le traitement de l'eau est efficace et plus les STEU produisent des boues. D'autant plus que l'arrêté du 21 Juillet 2015 concernant la gestion des temps de pluie a entraîné une augmentation des volumes d'eau traités et donc les volumes de boues produits. Les boues contiennent des composés inertes et organiques, des polluants et des pathogènes. Un traitement adapté et performant de ces boues est donc indispensable pour maîtriser l'ensemble du procédé de l'assainissement des eaux usées.

Le choix de filières de valorisation ou d'élimination des boues produites doit prendre en compte l'existence et la pérennité des débouchés potentiels, notamment pour l'épandage, et essayer de mutualiser les équipements de traitement des déchets existants sur le territoire (plateforme de compostage, unité de valorisation énergétique à proximité, ...). Dans le cadre de la hiérarchie des déchets, la valorisation doit avant tout primer sur l'élimination des boues d'épuration.

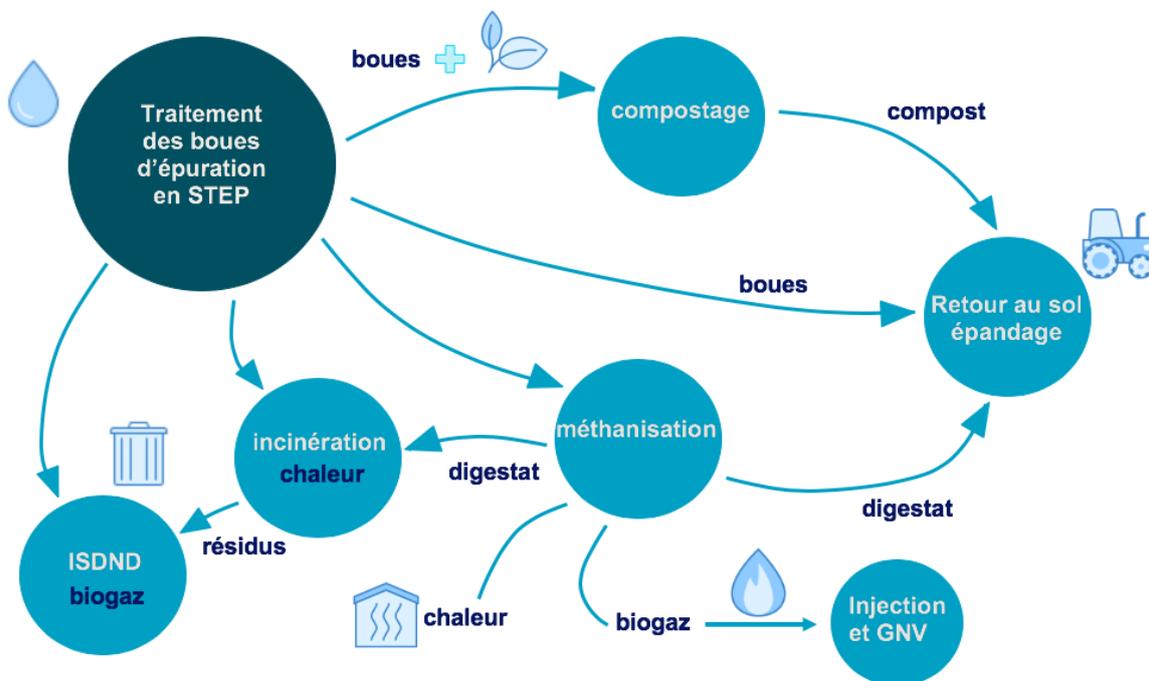


Figure 13 : Schéma des principales filières de valorisation

L'épandage, la méthanisation, le compostage et l'incinération restent les principales voies de valorisation des boues d'épuration, avec des coûts qui varient d'une technique à une autre (voir Tableau 9, synthèse de l'enquête AMORCE présenté dans le rapport EAT 05b et de valeurs usuellement admises par la profession).

Tableau 9 : Coût d'élimination/valorisation des boues d'épuration selon la filière

Filière	Coût (ramené à la tonne MB)
Épandage (enquête AMORCE)	23 € (7 - 45 €)
Compostage (enquête AMORCE)	53 € (40-81 €)
Incinération (valeurs usuelles)	90-150 €
Co-incinération avec ordures ménagères (valeurs usuelles)	70 -120 €

Malgré les différents avantages et inconvénients de chaque filière qui ont pu être mis en avant dans ce travail (voir Tableau 10), le choix d'une filière de valorisation des boues d'épuration doit avant tout être orienté par des considérations territoriales. L'implantation d'une filière doit tenir compte du gisement de boues d'épuration concernant les volumes et la qualité des boues produites, et des opportunités du territoire et notamment de la présence des acteurs partenaires qui doivent être impliqués dans le projet (agriculteurs, unité de compostage ou d'incinération, méthaniseur territorial).

Tableau 10 : Comparatif des différentes filières de valorisation

Filière de valorisation	Avantages	Inconvénients
Épandage	Bonne qualité agronomique, substitut aux engrais chimiques polluants, gratuit pour l'agriculteur	Périodes d'épandage courtes, nécessité de pouvoir stocker de gros volumes, à la charge du producteur de boues
Compostage	Hygiénisation des boues (plus de nuisance olfactive), possibilité de commercialisation générant des recettes	Compostage en usine obligatoire avec des systèmes plus coûteux que pour du compost de DV, problèmes d'odeurs à proximité
Méthanisation	Réduction du volume des boues, production de biométhane (et donc vente) et possibilité de récupération de chaleur	Rentable pour de grosses stations d'épuration. Le digestat doit encore faire l'objet de valorisation. Impossibilité de mélanger les intrants si retour à la terre.
Incinération	Valorisation de la chaleur. Combustion autoentretenu pour des siccités suffisantes.	Coût relativement élevé. Nécessité de traitement des fumées.
Co-incinération en cimenterie	Des boues suffisamment séchées peuvent servir de combustible	Teneur en phosphore limitante. Possible uniquement en présence d'une cimenterie à proximité.
Co-incinération avec ordures ménagères	Concentration des résidus dans des mâchefers. Possibilité de valorisation énergétique.	Nécessité d'une zone de stockage importante et d'une UVE à proximité.
Oxydation par voie humide	Pas besoin de déshydrater ou sécher les boues avant. Adapté pour des stations de taille moyenne. Traitement de l'air plus simple que pour l'incinération. Procédé moins coûteux que l'incinération.	La valorisation des mâchefers est très dépendante de la bonne volonté des industriels du secteur.
Pyrolyse	Production de biochar pour l'amendement des sols et d'un gaz valorisable.	Les boues doivent être séchées au préalable.

La valorisation des boues qui n'est pas récente est actuellement en plein essor grâce à l'arrivée de nouvelles techniques de valorisation énergétiques. Cet attrait des stations pour la valorisation s'explique par la volonté des syndicats d'utiliser l'énergie produite pour leur autoconsommation et pour la vente des énergies afin de limiter les coûts du traitement de l'eau. De nouveau procédés innovants visent à valoriser non seulement les boues mais aussi les déchets de la valorisation des boues : mâchefers, technosables et biochar notamment. Cette valorisation implique une réelle démarche de coopération entre les différents acteurs du territoire, avec les entreprises implantées près de la STEU.

Des projets de valorisation se montent à toutes les échelles, preuve que même si certaines techniques sont réservées à de grandes stations d'épuration, il est possible de trouver des solutions pour des stations plus petites. La valorisation hors-STEU en est une, en traitant les boues dans des UVE en co-incinération avec des ordures ménagères ou dans un méthaniseur territorial. Néanmoins une fois de plus ce type de projet est dépendant du territoire dans lequel il s'insère.

Pour aller plus loin, consultez notre rapport d'enquête EAT05 b : « Enquête sur la valorisation des boues d'épuration »

(...)

Usines de méthanisation : une « fausse énergie verte », selon les opposants

Publié le 22/04/2021 à 17h04 - Écrit par Maylen Villaverde



Méthanisation dans une ferme du Morbihan • © Aurélie Janssens/France Télévisions

A Trémoriel la justice vient de retoquer le projet d'unité de méthanisation autorisé par la préfecture des Côtes d'Armor. L'occasion pour les opposants de faire un point sur ces projets qu'ils considèrent dangereux pour l'environnement et l'agriculture de demain.

C'est une victoire que les opposants au projet souhaitent partager avec tous les collectifs mobilisés contre des projets similaires. Une victoire qui met du baume au cœur à des milliers d'opposants aux usines de méthanisation.

Le 12 avril dernier, le juge des référés, saisi par les porteurs du projet, a confirmé la suspension des travaux de construction de l'unité de méthanisation de Trémoriel. Dans sa décision, le tribunal a estimé que le dossier tel que présenté, n'apportait pas les garanties suffisantes du point de vue du risque de pollution.

L'association pour la sauvegarde de la vallée du Meu à Milon en Trémoriel se réjouit de cette décision mais elle sait que le combat est loin d'être terminé. « *Le dossier continue d'avancer et on sait que le projet pourrait finir par être autorisé malgré tout* » explique leur avocate Maître Emmanuelle Bon-Julien.



Les travaux de construction de l'usine de méthanisation de Trémorol ont été suspendus par la justice • © DR

Les inquiétudes des riverains

Dominique Minard est le propriétaire de la ferme bio installée à proximité du site. Il est vent debout contre le projet.

En 2018 ce producteur de lait a perdu plusieurs de ses bovins contaminés par la bactérie de la fièvre Q, une bactérie fortement volatile qui s'est échappée de l'abattoir SVA situé à proximité. Chez l'animal, la fièvre Q est avortive, chez l'homme elle peut engendrer de la toux, des pneumopathies, des méningites, des encéphalites ou provoquer le syndrome de Guillain-Barré. « A Trémorol, ils vont incorporer 1700 tonnes des déchets de l'abattoir SVA. Cette matière est porteuse de bactéries et la méthanisation ne permet pas d'éliminer toutes ces bactéries » se désole-t-il.

D'autres riverains présents à la réunion se sont émus des nuisances que l'usine engendrera et notamment des centaines de camions nécessaires au transport des intrants et des déchets qui y seront produits. "Depuis des années le monde agricole nous met devant le fait accompli. Nous ne voulons pas de ce projet qui va causer d'importantes nuisances environnementales" dit une habitante. Elle dénonce aussi les intimidations et menaces dont les opposants seraient victimes.

L'eau potable du bassin rennais directement impactée en cas d'accident

Le projet porté par la société Breizh Collectif Energies prévoit d'installer une unité de méthanisation de 52 tonnes de déchets par jour sur le lieu-dit Milon à Trémorol.

Le terrain choisi pour l'implantation n'est pas à proximité immédiate d'habitations mais se trouve en bordure d'une zone humide, d'une exploitation bio et à 40 mètres du Meu, rivière qui alimente une zone de captage d'eau potable pour le bassin rennais.

Si un accident survenait c'est donc toute la métropole rennaise qui pourrait être privée d'eau potable, comme ce fût le cas à Châteaulin en août 2020 quand 400 m³ de digestat de la centrale de production de biométhane de Kastellin s'écoulèrent près de l'Aulne, privant 180 000 personnes d'eau potable pendant plusieurs jours.

Une conférence de presse pour alerter sur les dangers de la méthanisation

Ce mardi 20 avril les opposants aux projets de Trémorel (22) ont convié les journalistes et d'autres associations militantes à participer à une visioconférence. Ils savent que la médiatisation est essentielle pour se faire entendre des décideurs politiques, les seuls capables de pouvoir stopper la multiplication de ces usines.

Quatre-vingts personnes de toute la France (Drôme, Mayenne, Lot, Pyrénées Atlantiques, Lorraine, ...) ont participé ce 20 avril à la visioconférence. C'est dire si le sujet suscite curiosité et surtout inquiétudes. Parmi elles quelques journalistes mais aussi et surtout des riverains de projets similaires, des militants écologistes, des membres d'associations environnementales et des scientifiques. Tous s'inquiètent des dérives de ce procédé présenté comme une révolution énergétique verte.

« On nous vend une production de gaz vertueuse. Pourtant, les projets de construction d'unités de méthanisation sont à l'origine de nombreuses nuisances » dit en préambule de son intervention Daniel Chateigner, professeur des universités à Caen, membre du Collectif Scientifique National Méthanisation raisonnée (CSNM) qui regroupe 25 scientifiques indépendants. « Les odeurs, le bruit, le transport de matières, l'impact sur les sols, sur la biodiversité, sur l'air et sur l'immobilier sont de réelles nuisances [...] Aujourd'hui en France nous avons recensé 260 000 signatures de pétitions contre des projets de méthaniseurs. »

Multiplication par cinq du nombre d'accidents

L'année dernière à Châteaulin 400 m² de digestat se déverse dans l'Aulne suite au débordement d'une cuve. L'ammoniac qui s'écoule fait des dégâts considérables sur la faune et la flore. Cinquante communes sont impactées et 180 000 personnes privées d'eau potables pendant plusieurs jours.

En 2018 une fuite de 18m² de digestat ont suffi à détruire faune et flore sur 1,3 km à Beuzec Cap Sizun. En 2012 à la suite d'une panne sur un capteur de niveau, un bac de stockage d'effluents organiques déborde dans une usine de méthanisation de Saint Gilles du Mené. Le produit ruisselle sur le bitume et se déverse dans le bassin dont les vannes sont restées ouvertes. 50m³ de matières organiques liquides polluent le Fromene et la Lie. En juillet 2019 la même usine de Géotexia connaît un important incendie.

Depuis 2015, le nombre d'accidents a été multiplié par 5. « Cela correspond avec la libération des subventions et la facilitation des permis de construire » selon le professeur normand.

Fausse énergie verte

Pour Dominique Oudin, opposant au projet de méthaniseur de Néant sur Yvel (56) « c'est tout sauf un procédé écologique ». Ce spécialiste des risques industriels explique que « les accidents sont souvent le résultat de la non maîtrise des réactions chimiques qui se produisent dans les cuves. ». Selon lui « on confie cela à des gens qui ne sont pas capables de gérer. C'est comme confier la restauration de la Joconde à des peintres en bâtiment »...

Sur l'intérêt écologique du biométhane, pas de place pour la langue de bois. « La neutralité carbone annoncée est totalement fausse » explique le coordonnateur du CSNM. « La méthanisation est une énergie carbonée. Elle crée 60% de méthane et 40% de CO₂ ». Elle participe donc activement à l'effet de serre. En outre « ces unités ne produisent que très peu d'énergie primaire. En moyenne il faudrait 1500 méthaniseurs pour remplacer un seul réacteur nucléaire. »

En 2019, la consommation de gaz naturel s'élevait à 440 Twh en France dont 2 à 3 Twh de biogaz. En 2020, la consommation globale de gaz est passée à 479 Twh et le biogaz représentait 5 à 6 Twh. "La production des unités de méthaniseurs ne comble pas 20% de l'augmentation de la consommation de gaz en France. L'énergie produite représente en fait 0,18 % de l'énergie primaire" commente Daniel Chateigner.

Des terres agricoles dédiées à alimenter les méthaniseurs

Autre information peu connue du grand public : la quantité de matière nécessaire pour alimenter ces méthaniseurs est phénoménale. Dans la majorité des cas, les vrais déchets de l'agriculture et de l'industrie alimentaire ne suffisent pas. On y ajoute donc des matières végétales spécialement produites à cette fin.

En France « pour les 1167 méthaniseurs existants on produit 113 000 tonnes de maïs et 1 328 000 tonnes de cultures intermédiaires à vocation énergétique » (ciboules, trèfle, maïs, colza...) détaille Daniel Chateigner.

La loi de transition énergétique de 2015 prévoit que 10 % du gaz distribué en 2030 dans le réseau français soit issu de la méthanisation agricole. Les objectifs gouvernementaux de développement de la filière biométhane conduiraient donc à consacrer la superficie de trois départements aux cultures énergétiques. Autant d'aliments qui n'iront ni aux hommes, ni aux bêtes.

Selon les scientifiques du CNVM, la biomasse que la France est capable de produire ne suffira pas à alimenter toutes les unités de méthanisation. Il faudra donc importer massivement du maïs ou du soja notamment en provenance du Brésil ou d'ailleurs.

Une opération lucrative pour les producteurs de biométhane

Pour un méthaniseur de moins de 250 kW, le gaz est racheté environ 18 centimes €/kWh, et 16,5 centimes €/kWh pour un digesteur d'une puissance supérieure à 250 kW. À cela s'ajoute la prime effluents qui augmente le prix de 4 centimes du kilowattheure si les effluents d'élevage représentent 60 % des ingrédients injectés.

« Le prix de rachat du biométhane est tellement intéressant que les agriculteurs ont plus intérêt à produire de l'énergie qu'à produire des aliments ! En plus ils sont doublement gagnants puisqu'ils sont subventionnés pour faire cela » s'insurge René Louail. L'ancien président du groupe écologiste au Conseil régional rappelle que jusqu'en 2019 la Bretagne a subventionné ces projets.

Selon le professeur Chateigner, ce sont 640 000 euros de subventions qui sont versées pour chaque emploi direct créé à la construction d'un méthaniseur.

Remettre la question du biométhane au centre du débat public

« D'ici quelques années, 50% des agriculteurs bretons vont partir à la retraite et les fermes vont changer de main. Il est urgent d'avoir un débat sur la transformation du modèle agricole breton qui est en train de se produire. On connaît les conséquences de l'utilisation des pesticides dans les cultures intensives sur la qualité de l'eau et de l'air » insiste l'ancien militant de la confédération paysanne.

« On est en train de faire des agriculteurs des producteurs d'énergie. »

René Louail

La Bretagne, championne nationale

En Bretagne, 1% des terres agricoles utiles sont occupées par des unités de méthanisation, ce qui la place en tête des régions françaises. La région compte 216 unités de méthanisation en fonctionnement, 170 sont en construction. Des dizaines d'autres sont déjà dans les tuyaux.

ANNEXE A : PRESENTATION DE LA COMMUNAUTE URBAINE TERRES DURABLES

Histoire de la communauté urbaine Terres durables

Fusion de cinq structures intercommunales, la communauté urbaine Terres durables est née le 1^{er} janvier 2017. Ainsi elle s'est constituée par une fusion - extension englobant les EPCI suivants : ancienne communauté d'agglomération de la ville-centre et 4 communautés de communes plus rurales.

Collecte et traitement des déchets ménagers

Le service « déchets » est rattaché au DGST de la communauté urbaine.

La compétence « collecte » est assurée en régie par la communauté urbaine.

Les installations de traitement de déchets du territoire sont les suivantes :

- Un réseau de 15 déchèteries exploité en régie
- Une plateforme de compostage des biodéchets (exploitation en régie)
- Un centre de tri des collectes sélectives multimatériaux (exploitation confiée à un prestataire privé dans le cadre d'un marché public de service)
- Une unité de valorisation énergétique des ordures ménagères résiduelles (exploitation confiée à un prestataire privé dans le cadre d'un marché public de service).

Par ailleurs, la communauté urbaine assure la distribution de composteurs individuels et déploie sur son territoire « urbain » la collecte séparative des biodéchets après une phase d'expérimentation à l'échelle de quelques quartiers qui s'est avérée positive.

Assainissement

Le service « assainissement » est également rattaché au DGST de la communauté urbaine.

La gestion du service public d'assainissement est assurée en régie par la communauté urbaine.

La communauté urbaine Terres durables a élaboré deux zonages d'assainissement : « assainissement collectif » et « non collectif ».

Le traitement des eaux usées est réalisé dans une station d'épuration modernisée en 2010 (station située sur le territoire de l'ancienne communauté d'agglomération de la ville centre d'une capacité de 200 000 équivalents habitants) ou sur une installation autonome.

Dans la station d'épuration principale, le traitement des eaux usées se déroule en plusieurs étapes :

- Le pré-traitement qui comporte des étapes de dégrillage, dessablage et dégraissage.
- Le traitement biologique : bassin biologique puis clarificateurs.

Les eaux en sortie des clarificateurs repartent ensuite vers le milieu récepteur.

Les boues de STEP font aujourd'hui l'objet d'un épandage en agriculture après chaulage.

S'il n'y a actuellement aucun problème de débouchés pour les boues, des solutions de valorisation alternatives et durables doivent être envisagées pour le territoire en raison de difficultés émergentes liées à l'acceptation de ces déchets par le monde agricole et par les riverains des zones d'épandage.