



LA MÉTHANISATION DES BOUES D'INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES URBAINES OU INDUSTRIELLES

La méthanisation connaît un développement important ces dernières années. Les boues issues des installations de traitement des eaux urbaines ou industrielles sont ainsi considérées aujourd'hui comme une nouvelle source d'énergie importante.

PRINCIPE

La méthanisation des boues (digestion anaérobie) est la dégradation, en l'absence d'oxygène, de la matière organique contenue dans les boues. Elle a lieu dans un digesteur à une température comprise entre 35 et 55 °C et produit du biogaz. Ce dernier est ensuite stocké dans un gazomètre avant valorisation.

Le schéma (voir page suivante) présente de manière synthétique le fonctionnement d'une installation de traitement des eaux résiduaires urbaines conventionnelle dotée d'un processus de méthanisation des boues. Il présente aussi 4 voies de valorisation possibles du biogaz produit ainsi que trois optimisations majeures envisageables.



BÉNÉFICES

Environnementaux et sanitaires

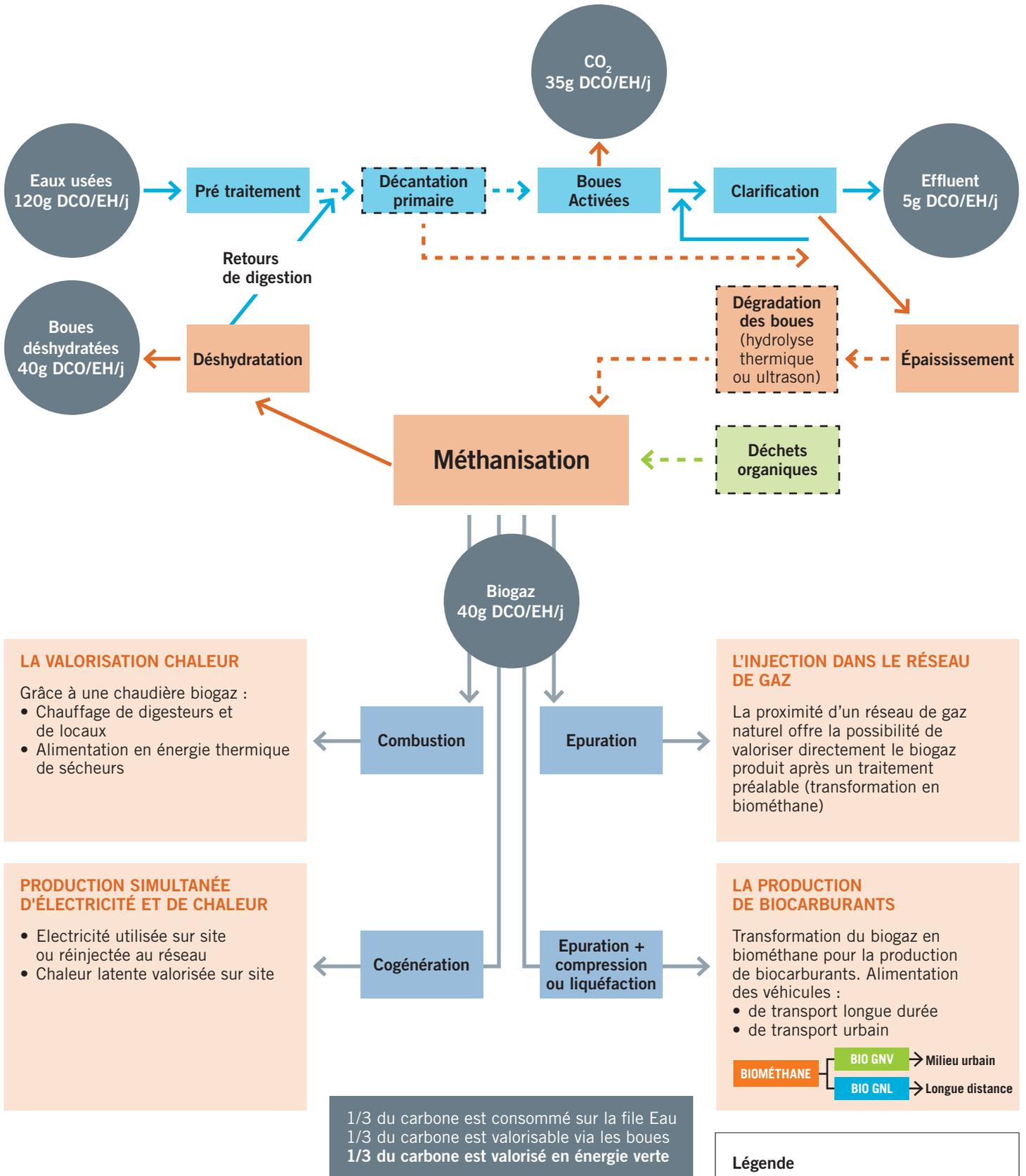
- Production d'énergie renouvelable - contribution à l'autosuffisance énergétique des installations de traitement des eaux usées ;
- Amélioration de l'empreinte environnementale des installations ;
- Réduction du volume des boues issues du traitement des eaux usées et donc réduction des nuisances environnementales liées au transport et au devenir de ces boues ;
- Stabilisation et hygiénisation des boues ;

Économiques

- Réduction des coûts d'exploitation découlant de la filière de traitement des boues ;
- Revente d'énergie renouvelable à un tarif préférentiel ;
- Réduction des besoins thermiques des installations ;
- Création d'emplois locaux non délocalisables en construction - maintenance - exploitation.



LES GRANDES ÉTAPES D'UNE FILIÈRE DE TRAITEMENT ET LES VOIES DE VALORISATION DU BIOGAZ



Légende

- ⋯ Voies d'optimisation
- File eau
- File boues
- Bilan matières carbonées

QUELQUES EXEMPLES...

DES SOLUTIONS DE COGÉNÉRATION ADAPTÉES AUX PETITES ET MOYENNES USINES DE TRAITEMENT



FOLSCHVILLER (FRANCE, 57)

→ L'usine de traitement des eaux usées de Folschviller (20 000 EH) est équipée d'un digesteur de boues. La station bénéficie

d'un équipement spécifique aux petites stations : **le stockage du biogaz produit est directement intégré au digesteur.** Le biogaz est valorisé en électricité et en chaleur par une installation de co-génération.

La mise en place d'une décantation primaire et d'un digesteur sur l'usine existante a permis d'augmenter la capacité de traitement de l'usine tout en conservant l'usine existante.

AJACCIO (FRANCE, 2A)

→ L'usine de traitement des eaux usées de Campo Dell'oro à Ajaccio, d'une capacité de 65 000 EH, est pourvue d'une installation de méthanisation des boues et des graisses.



Afin d'optimiser les performances de la méthanisation, les boues biologiques subissent au préalable une désintégration par ultrasons.

Le biogaz produit est valorisé en électricité et en chaleur.

À noter que **le chauffage du digesteur est réalisé grâce à la récupération de la chaleur provenant des fumées de combustion.**



SAUMUR (FRANCE, 49)

→ D'une capacité de 60 000 EH, cette usine de traitement des eaux usées de moyenne taille est équipée

d'une installation de méthanisation des boues. 1 600 tMS de boues sont digérées annuellement **après hydrolyse thermique.** Le biogaz produit est cogénéré afin de produire de l'électricité et de la chaleur.

DEUX MÉTHANISATIONS EN PARALLÈLE, UNE VALORISATION COMMUNE



MEISTRATZHEIM OBERNAI (FRANCE, 67)

→ L'usine de traitement des eaux usées de Meistratzheim (204 000 EH en incluant les effluents industriels) est un exemple marquant de la prise en compte des problématiques locales ainsi que de la synergie entre le traitement des eaux usées et celui des effluents industriels. Cette usine traite par digestion les boues issues du traitement des eaux usées et par méthanisation spécifique les jus de choucroute issus des industriels locaux. **L'ensemble du biogaz produit est utilisé pour le séchage des boues et pour la production d'électricité via une co-génération.**

LA CO-DIGESTION POUR OPTIMISER LA PRODUCTION DE BIOGAZ



SAMOËNS (FRANCE, 74)

→ D'une capacité de 50 000 EH, l'usine est équipée d'une **digestion mésophile de 2 000 m³, d'une cogénération de 493 kW et d'une chaudière bicombustible fioul/biogaz de 645 kW.** L'usine dispose également d'un poste de réception des bio-déchets et graisses alimentaires collectées par la collectivité. Ces déchets sont hydrolysés à chaud puis co-digérés pour accroître la production de biogaz. L'électricité produite par la cogénération est vendue au gestionnaire du réseau et la chaleur utilisée pour le chauffage de la digestion, de l'hydrolyse à chaud et des locaux. Le digestat est composté sur site avec des déchets verts et sert d'amendement pour la végétalisation des pistes de la station de ski de Samoëns.

DES INSTALLATIONS DE COGÉNÉRATION D'UNE PUISSANCE ALLANT DE 95 KW À PLUSIEURS MW



MARQUETTE LEZ LILLE (FRANCE, 59)

→ D'une capacité de 620 000 EH, cette usine est équipée de 3 digesteurs mésophiles (3x6100 m³) et d'une hydrolyse thermique

en continu des boues digérées. **Le biogaz produit peut alimenter la cogénération (2x625 kW)**, la chaudière de production de vapeur et deux sècheurs de boues digérées.

SANTIAGO DE CHILE (CHILI)

→ L'installation de Mapocho, d'une capacité de 2 700 000 EH, est équipée de 65 000 m³ de digestion et d'une hydrolyse thermique des boues, procédé permettant d'augmenter la production de biogaz, de réduire la taille des digesteurs et de réduire la production de boues. **90 000 Nm³/j de biogaz sont produits et valorisés sur une cogénération** pour la production d'électricité et de chaleur.



CHERBOURG (FRANCE, 50)

→ D'une capacité de 150 000 EH, l'usine est dotée d'une **installation de méthanisation des boues optimisée grâce à une hydrolyse par ultrason**.

La réduction de la quantité de boues améliore les conditions de fonctionnement de l'unité de séchage thermique. Le biogaz est valorisé en électricité et en chaleur via une installation de cogénération.



SAINT NAZAIRE (FRANCE, 44)

→ D'une capacité de 102 000 EH, la station est dotée d'une installation de méthanisation des boues optimisée grâce à une hydrolyse par ultrason. **La production de biogaz est valorisée dans une cogénération de 95 KW électrique**.

L'INJECTION DE BIOMÉTHANE DANS LES RESEAUX DE GAZ NATUREL



ANNECY (FRANCE, 74)

→ Cette usine, d'une capacité de 230 000 EH, est équipée de 2 méthaniseurs thermophiles de 4 250 m³ chacun. Leur volume est 40% plus faible qu'un procédé conventionnel pour une efficacité énergétique identique grâce à ce procédé. La méthanisation des boues et des co-intrants permet de produire plus de **6 000 Nm³/j de biogaz transformés en biométhane et injectés au réseau**. Le chauffage des méthaniseurs est assuré en pompe à chaleur avec récupération de la chaleur résiduelle des eaux usées traitées.

La méthanisation des boues et des co-intrants permet de produire plus de **6 000 Nm³/j de biogaz transformés en biométhane et injectés au réseau**. Le chauffage des méthaniseurs est assuré en pompe à chaleur avec récupération de la chaleur résiduelle des eaux usées traitées.

CAGNES SUR MER (FRANCE, 06)

→ La future installation, station à énergie positive d'une capacité de 160 000 EH sera équipée d'une **digestion mésophile (2x2600 m³)** permettant de traiter la totalité des boues produites par la station ainsi que des bio-déchets (refus alimentaires). Le bio-méthane produit sera intégralement injecté dans le réseau de gaz naturel. Un sécheur "basse température" transformera le digestat déshydraté en un combustible qui sera valorisé en cimenterie ou en usine d'incinération de déchets ménagers.



STRASBOURG (FRANCE, 67)

→ Le biogaz issu de la digestion des boues de cette STEP de 1 million d'EH est traité par technologie membranaire pour produire du biométhane injecté dans le réseau et **fournir du gaz vert pour 5 000 foyers**. L'exportation d'énergie verte hors site a été rendue possible par l'amélioration constante du modèle énergétique de la STEP depuis 2010 (récupération de chaleur fatale, amélioration du pouvoir calorifiques des boues, co-digestion, etc...) pour la rendre indépendante des énergies fossiles.



L'OPTIMISATION DE LA PRODUCTION DE BIOGAZ

Il existe des méthodes, qu'il est possible d'utiliser simultanément, permettant de maximiser la production de biogaz (méthodes indiquées en pointillés dans le schéma de fonctionnement de la méthanisation) :

■ L'intégration d'une décantation primaire

Les boues issues de la décantation primaire, dites "boues primaires" sont plus fortement chargées en matière organique que les boues issues de la clarification, dites "boues biologiques". Ainsi la production de biogaz par digestion des boues mixtes (boues primaires + boues biologiques) est optimisée par rapport à celle obtenue uniquement par digestion des boues biologiques.

■ La dégradation des boues d'épuration avant digestion

Il est possible d'optimiser la production de biogaz en dégradant les boues d'épuration avant digestion par hydrolyse (notamment thermique et par ultrason). Les boues d'épuration ainsi dégradées libèrent une quantité plus importante de matière organique et permettent ainsi une production de biogaz plus importante.

■ La co-digestion

La technique de co-digestion consiste à méthaniser dans le même réacteur les boues issues du traitement des eaux usées et des biodéchets fermentescibles. La production de biogaz est ainsi dopée par ces apports externes. De plus, ces apports permettent de maintenir une production stable et constante. Il est important que ces filières soient bien préparées à l'amont avec les différents acteurs locaux (syndicats, collectivités).

LA RÉGLEMENTATION

■ La réglementation ICPE

Le terme ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, terme défini dans le livre V du code de l'Environnement) désigne toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances. Une nomenclature définit précisément les installations concernées et les dispositions spécifiques qui leur sont applicables. Les installations de méthanisation des boues d'usines de traitement des eaux usées peuvent être concernées, dans certains cas, par cette réglementation ICPE au titre notamment de 3 rubriques distinctes :

- **la rubrique 2781** relative à la méthanisation de déchets non dangereux concerne les installations de méthanisation recevant des boues et/ou des coproduits extérieurs (installations soumises à autorisation),
- **la rubrique 2910 B** relative à la combustion, à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770 et 2771, concerne les installations de méthanisation de puissance thermique maximale supérieure à 0,1MW (installations soumises à autorisation),
- **la rubrique 4310** relative aux gaz inflammables catégorie 1 et 2 concerne les usines stockant entre 1 et 10 t de biogaz

(installations soumises à déclaration) et les installations stockant une quantité supérieure à 10 t (installations soumises à autorisation).

■ Les obligations d'achat d'électricité et de biométhane

Les installations de méthanisation de boues d'épuration produisant de l'électricité dont la puissance installée est inférieure strictement à 500 kW sont éligibles à l'obligation d'achat d'électricité alors que celles dont la puissance installée est comprise entre 500 kW et 12 MW sont éligibles au complément de rémunération (décret 2016-691 du 28 mai 2016). Un arrêté en date du 19 mai 2011, modifié par les arrêtés du 30 juillet 2013 et du 30 octobre 2015 a défini les tarifs de rachat de l'électricité produite.

Concernant la production de biométhane, la loi Grenelle II a introduit en 2010 l'obligation d'achat de biométhane issu de la méthanisation. L'injection de biométhane produit à partir de la méthanisation des boues issues du traitement des eaux usées est autorisée par un arrêté en date du 24 juin 2014 et des tarifs d'achat spécifiques ont été fixés par un deuxième arrêté du même jour.

ESTIMATION DE L'ÉNERGIE PRODUITE À PARTIR DU BIOGAZ

Les chiffres suivants sont des valeurs indicatives et peuvent varier suivant les conditions rencontrées sur les sites.

■ Cogénération

La production estimée de biogaz est d'environ 7 Nm³/an et par équivalent habitant (EH), correspondant après cogénération du biogaz à environ 17 kWh/an/EH d'électricité et 10 kWh/an/EH de chaleur excédentaires après chauffage du digesteur.

■ Injection de biométhane dans le réseau

La production annuelle de biométhane injecté dans le réseau est estimée à environ 3,5 Nm³/an pour 1 EH soit 35 kWh/an/EH PCS.



TEXTES DE RÉFÉRENCE

Production d'électricité ou de biométhane :

- Loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité (et notamment son article 10)
- Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (et notamment son article 92), loi dite "Grenelle II"
- Décret n°2016-691 du 28 mai 2016 définissant les listes et les caractéristiques des installations mentionnées aux articles L. 314-1, L. 314-2, L. 314-18, L. 314-19 et L.314-21 du code de l'énergie
- Arrêté du 19 mai 2011 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz
- Arrêté du 23 novembre 2011, modifié par les arrêtés du 30 juillet 2013 et du 30 octobre 2015, fixant la nature des intrants dans la production de biométhane pour l'injection dans les réseaux de gaz naturel, modifié par arrêté du 24 juin 2014
- Arrêté du 23 novembre 2011 fixant les conditions d'achat de biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel, modifié notamment par arrêté du 24 juin 2014

Réglementation ICPE :

- Code de l'environnement, partie réglementaire, et notamment son livre V, titre I

Rubrique 2910B relative à la combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 2770 et 2771 (cf annexe de l'article R511-9 du code de l'environnement) :

- Arrêté du 24 septembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2910-B de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
- Circulaire du 10 décembre 2003 relative aux Installations classées : installations de combustion utilisant du biogaz.

Rubrique ICPE 2781 relative à la méthanisation de déchets non dangereux (cf annexe de l'article R511-9 du code de l'environnement) :

- Arrêté du 10 novembre 2009 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation en application du titre Ier du livre V du code de l'environnement.

Rubrique ICPE 4310 relative aux gaz inflammables catégorie 1 et 2 (cf annexe de l'article R511-9 du code de l'environnement) :

- Décret n°2014-285 du 3 mars 2014 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

ABRÉVIATIONS

- DCO : Demande Chimique en Oxygène
- ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
- EH : Equivalent Habitant
- tMS : tonnes de Matière Sèche
- MV : Matières Volatiles
- Nm³ : Normo-mètre cube de gaz (équivalent à 1 mètre cube de gaz se trouvant dans des conditions normales de température et de pression (T=0°C, P=1bar))
- PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur

Téléchargez
toutes les fiches
synteau sur
www.synteau.com