



L'entreprise Prodeval réalise l'épuration membranaire du biogaz grâce à sa technologie Valopur, comme, ici, à la station d'épuration du Pays Rochois.

ARTICLE
INTERACTIF



Valorisation des boues par le biogaz: une filière d'opportunités pour les STEU

Éloïse Renou

Abstract

Long confined to agricultural land application, sludge generated by wastewater treatment plants has undergone significant changes. With the adoption of the new European Urban Wastewater Treatment Directive (UWWTD recast), energy recovery from sludge is now becoming a key lever for achieving energy neutrality in the wastewater sector. Faced with regulatory constraints, economic trade-offs and, in some cases, technological choices, wastewater treatment plant (WWTP) operators must fundamentally rethink biogas management.

Longtemps cantonnées à l'épandage agricole, les boues issues des stations d'épuration ont considérablement évolué. Avec l'adoption de la nouvelle directive européenne sur le traitement des eaux résiduaires urbaines (DERU 2), leur valorisation énergétique devient désormais un levier central pour atteindre la neutralité énergétique du secteur de l'assainissement. Entre contraintes réglementaires, arbitrages économiques et, parfois, choix technologiques, les exploitants de stations de traitement des eaux usées (STEU) doivent repenser en profondeur la gestion du biogaz.

Depuis quelques années, sous l'effet des nouvelles exigences européennes, les boues ne sont plus seulement perçues comme des déchets à éliminer mais comme une véritable ressource énergétique. Pour les exploitants, la question n'est plus de savoir s'il faut produire de l'énergie, mais bien

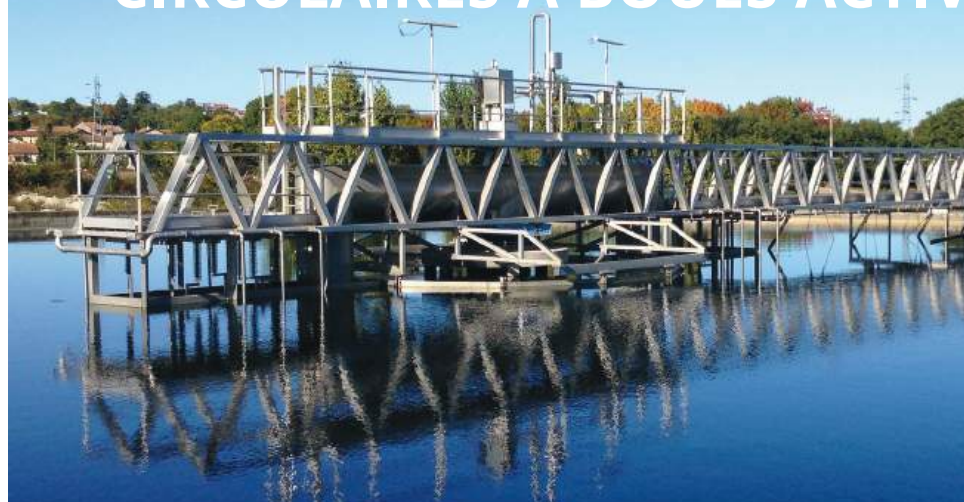
comment le faire, à quel coût et selon quels modèles de valorisation. Toutes les activités humaines nécessitent de l'eau, qu'il s'agisse de production, de nettoyage ou de consommation. Pendant longtemps, les cours d'eau ont accueilli ces rejets, jusqu'à ce que la pollution soit prise en compte, notamment avec l'accroissement démographique et l'augmentation des volumes d'eau

SANS USURE, SANS ÉNERGIE, SANS ENTRETIEN

Speed--clar



POUR CLARIFICATEURS
CIRCULAIRES À BOUES ACTIVÉES



Par



**LE SPÉCIALISTE DE LA
DECANTATION DYNAMIQUE**

www.densiline.com
06 65 65 25 24

TROPHEE COLLECTIVITES
CGLE 2025

Double les
débits
admissibles

Supprime le
voile de
boues

Économise
l'énergie et
les
adjuvants

consommés, et donc des rejets associés. Face à cette situation, les politiques publiques se sont alors engagées pour protéger l'environnement, conduisant à la création des premières stations de traitement des eaux usées (STEU).

C'est dans ce contexte qu'est née la directive du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (DERU)¹, qui oblige, notamment, les communes à se doter de moyens d'assainissement pour la collecte et le traitement des eaux usées. Elle fixe ainsi les obligations minimales que doivent respecter les États membres en matière de collecte, de traitement et de surveillance des rejets. Transposée tardivement en droit français par l'arrêté du 21 juillet 2015², elle est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2016. Un retard qui a conduit la Commission européenne à engager plusieurs contentieux à l'encontre de la France.

UN CADRE RÉGLEMENTAIRE ÉVOLUTIF

La directive impose notamment à toutes les agglomérations d'assainissement de plus de 2 000 équivalents-habitants (EH) de mettre en place un système de collecte et de traitement des eaux usées. Les agglomérations de moins de 2 000 EH sont également concernées lorsqu'elles disposent d'un réseau collectif.

Si cette première directive a permis une amélioration de la qualité des milieux aquatiques, elle s'est toutefois révélée



© Clarke Energy

Pour la valorisation du biogaz (ici, au centre de valorisation énergétique de Labessière-Candeil et Montdragon), il existe la cogénération, avec des groupes électrogènes, et l'épuration du biogaz pour injecter le biométhane dans le réseau.

insuffisante face à l'émergence de nouveaux enjeux dans les années 1990, comme la réduction des micropolluants rejetés dans l'environnement, la limitation des rejets d'eaux usées par temps de pluie, ou encore la prise en compte du dérèglement climatique. La Commission européenne, déjà à l'initiative du texte initial, a ainsi engagé une révision dès 2022, aboutissant à l'adoption de la DERU 2, le 12 décembre 2024. Les États membres ont jusqu'au 31 juillet 2027 pour la transposer afin qu'elle soit pleinement effective.

Parmi les évolutions majeures, le seuil d'application est désormais fixé à 1 000 EH, contre 2 000 auparavant.

La directive renforce également les exigences de traitement des eaux usées, avec des performances accrues sur l'azote et le phosphore, et introduit une obligation de traitement des micropolluants. Ces obligations concernent toutefois principalement les STEU de plus de 150 000 EH, ainsi que les agglomérations d'assainissement de 10 000 EH et plus, dont les rejets s'effectuent dans des zones sensibles (eutrophisation ou micropolluants).

La DERU 2 limite par ailleurs les rejets directs d'eaux usées par temps de pluie à 2% de la pollution produite par temps sec pour les grandes stations. Elle impose aussi la mise en place de plans de gestion visant en priorité à éviter l'entrée des eaux pluviales dans les systèmes de collecte. À cela s'ajoutent une responsabilité élargie des producteurs concernant les micropolluants, un renforcement des obligations de surveillance (performances de traitement, suivi des substances, veille épidémiologique, etc.), ainsi qu'un objectif d'accès universel à l'assainissement à l'horizon 2029, accompagné d'un droit à l'information renforcé pour les citoyens.

OBJECTIF DE NEUTRALITÉ ÉNERGÉTIQUE

Mais l'une des nouveautés majeures de la DERU 2 réside dans l'objectif de neutralité énergétique du secteur de l'assainissement. Les stations d'épuration (STEP) recevant une pollution de 10 000 EH



© Vogelsang

La combinaison d'une pompe à rotor excentré de série CC et d'un RotaCut spécial fait du système CC-Cut de Vogelsang une solution efficace pour pomper des fluides hétérogènes et très visqueux.

1. Directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000521140>).

2. Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5 (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031052756/>).

Mesurer un niveau ? Optez pour nos solutions radar.



Que vos produits soient liquides, solides, chauds, froids, ou corrosifs, notre technologie radar est la référence depuis des décennies dans le domaine des eaux usées. Nous vous fournissons des valeurs de mesure précises et fiables pour assurer stabilité, sécurité et qualité de produit maximale. Avec nos solutions radar, l'innovation ne connaît aucune limite.

Tout devient possible. VEGA.

et plus devront produire, à partir de ressources renouvelables, une quantité d'énergie équivalente à l'ensemble de leurs besoins. « Les nouvelles exigences réglementaires vont toutes dans le même sens : mieux récupérer l'énergie produite sur site, l'optimiser et l'utiliser de la manière la plus décarbonée possible », explique Olivier Garcia, directeur marketing de Prodeval, entreprise spécialisée dans la valorisation du biogaz. Cette orientation place la valorisation des boues au cœur des stratégies des exploitants.

D'après l'agence de la transition énergétique (Ademe), dans les années 2000, plus de 60 % des tonnages de boues étaient encore éliminés par la voie de l'épandage agricole. L'apparition de la crise de la vache folle a toutefois suscité de fortes inquiétudes au sein des industries agro-alimentaires, du monde agricole et chez les consommateurs. En réponse, les pouvoirs publics ont renforcé les réglementations encadrant l'utilisation des boues, en particulier leur valorisation agricole³.

Dans la DERU 2, ce changement se traduit par l'obligation pour les exploitants de réaliser des audits énergétiques par les stations tous les quatre ans. Ces contrôles devront porter « sur l'identification et l'utilisation du potentiel de

production de biogaz, la récupération et l'utilisation de la chaleur résiduelle, sur site ou par l'intermédiaire d'un système énergétique urbain, tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES) », comme le dispose l'alinéa 1 de l'article 11⁴.

La première échéance n'intervient qu'au 31 décembre 2027⁵ et concerne essentiellement les zones sensibles à l'eutrophisation. De quoi laisser un peu de marge aux exploitants mais de nombreux fournisseurs de solutions sont déjà sur les rangs, à l'instar de 2G Energie, Antea Group, Aristot, Arol Energy, Atlantique Industrie, Börger, Clarke Energy, Desotec, Ekopak, Eneria, Exonia, Gaseo Développement, Ginger Burgeap, John Cockerill Proserpol, Naskeo Environnement, Nevezus, OTV, Ovive, Prodeval, Purecontrol, Séché Environnement, Sources, Suez, Tilia, Valgo, Verdemobil Biogaz, Vogelsang, Waterleau, etc. L'alinéa 2 fixe, quant à lui, des objectifs progressifs de production d'énergie renouvelable, exprimés en pourcentage de la consommation annuelle totale des stations concernées. Les STEP devront couvrir 20 % de leurs besoins énergétiques en 2030, 40 % en 2035, 70 % en 2040, et atteindre 100 % à l'horizon 2045.



© Gaseo Développement

À la station d'épuration du Puy-en-Velay, la valorisation du biogaz présente une légère particularité technique. En raison de la proximité de la Loire, un épurateur sur pilotis a été installé par l'entreprise Gaseo Développement afin de permettre l'injection du biométhane dans le réseau GRDF.

Dans ce contexte, la question n'est plus seulement de produire de l'énergie mais de déterminer les modes de valorisation les plus adaptés aux besoins spécifiques de chaque station. « Pour la valorisation du biogaz, deux solutions existent : soit la cogénération, avec des groupes électrogènes, soit l'épuration du biogaz pour injecter le biométhane dans le réseau », explique Christophe Chauvel, responsable de marché à Clarke Energy, fournisseur de solutions techniques pour la valorisation du biogaz.

DES ACTIVITÉS S'INSCRIVANT DANS LA RÉGLEMENTATION DES ICPE

En France, ces activités s'inscrivent dans la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). La méthanisation relève généralement de l'objet de la rubrique 2781 avec des régimes obligatoires de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation, selon la taille de l'installation et le type d'intrants, « à l'exclusion des installations de méthanisation d'eaux usées ou de boues d'épuration urbaines



© Endress+Hauser

Dans cette application, un débitmètre à ultrasons Prosonic Flow B200 d'Endress+Hauser mesure le débit et le taux de méthane sur du biogaz avant épuration.

3. Les filières de valorisation des boues d'épuration en France – État des lieux – État de l'art Juin 2010 – Reverdy Anne-Laure, Pradel Marilys (<https://hal.inrae.fr/hal-02593493/file/pub00029336.pdf>).

4. Directive (UE) 2024/3019 du parlement européen et du conseil du 27 novembre 2024 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32024L3019>).

5. La directive eaux résiduaires urbaines révisée : quels enjeux ? quelles échéances ? – Janvier 2025 – Ministère de l'Écologie (https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/directive-eaux-r%C3%A9siduaires-urbaines-r%C3%A9vis%C3%A9e_janvier2025.pdf).

**Des process d'ingénierie à la distribution : une approche globale
pour vos problématiques de gestion des eaux et méthanisation**

INGÉNIERIE & PROCESS



**Traitement
des eaux**



Méthanisation



Reuse

SERVICES



Location

DISTRIBUTION



Machines Neuves

CHANTIER CLÉ EN MAIN • LOCATION • REVAMPING • DISTRIBUTION



**ATLANTIQUE
INDUSTRIE**



**EC'EAU
GREEN**



lorsqu'elles sont méthanisées sur leur site de production»⁶.

La combustion ou la valorisation énergétique du biogaz relève, quant à elle, de la rubrique 2910 ainsi que d'autres rubriques spécifiques selon les usages (cogénération, bioGNV, etc.)⁷. En pratique, modifier le mode de valorisation du biogaz peut entraîner un changement de régime ICPE, avec des obligations administratives et techniques différentes pour l'exploitant. L'ensemble de ces réglementations est consultable sur le site d'information Aida, portail de référence du droit de l'environnement. Pour rappel, la cogénération permet aux STEP de transformer le biogaz simultanément en électricité et en chaleur. Si elle reste aujourd'hui moins rentable économiquement que l'injection, elle séduit néanmoins de plus en plus d'exploitants dans une logique d'autoconsommation. «La nouvelle directive, DERU 2, pousse clairement les exploitants à être dans une logique d'autoconsommation et c'est là que la cogénération prend tout son sens», souligne Christophe Chauvel. Sauf qu'elle reste, pour l'instant, moins rentable que l'injection qui est souvent privilégiée «en raison d'un tarif d'obligation particulièrement attractif», nuance-t-il. Mais comme le biométhane est injecté dans le réseau GrDF, cette option impose des exigences réglementaires strictes et nécessite des instruments d'épuration et de contrôles très précis.

DES QUALITÉS DIFFÉRENTES SELON LES USAGES

Le biogaz est un gaz combustible issu d'une réaction biologique appelée méthanisation ou fermentation anaérobie, correspondant à la dégradation bactérienne de matières organiques, en absence d'oxygène. Il est majoritairement composé de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2). «La boue en elle-même a un pouvoir méthanogène assez faible, donc les stations ajoutent souvent d'autres intrants pour produire plus», précise Claude Schelcher, chef de marché Énergie chez Endress+Hauser France. Le biométhane, quant à lui, est du biogaz ayant subi une épuration poussée afin d'être injecté dans les réseaux de gaz naturel ou utilisé comme carburant.



Le débitmètre à ultrasons Optisonic 7300 Biogaz de Krohne mesure le débit et le taux de méthane sur du biogaz, ce qui contribue à réaliser des économies d'installation (aucun système d'analyse supplémentaire).

«En fonction de ce qu'on fait du biogaz, on peut avoir des qualités bien différentes», souligne Paul Secordel, ingénieur d'affaires pour la région Île-de-France chez Sewerin. Comme le rappelle Claude Schelcher (Endress+Hauser France), «le biogaz est un mélange de gaz avec seulement 60 % de méthane et, pour l'injecter, il faut atteindre un taux de 98 %». Un niveau de pureté qui impose des étapes d'épuration poussées et un contrôle rigoureux de la qualité du gaz. C'est pour cette raison que la mesure et le suivi deviennent essentiels pour optimiser les performances énergétiques. «On va mesurer effectivement la quantité de boue intégrée dans le méthaniseur et, bien sûr, connaître la quantité de gaz produite», précise-t-il.

On trouve ainsi, entre autres, des débitmètres à ultrasons capables de mesurer le débit et le taux de méthane sur du biogaz, tels que le Prosonic Flow B200 d'Endress+Hauser et l'Optisonic 7300 Biogaz de Krohne. Ce dernier, destiné aux applications à basse pression de biogaz, de gaz de décharges et de gaz de STEP, est très bien adapté aux mesures de biogaz à forte teneur en CO_2 et à faible teneur en autres éléments, tels que le H_2S , l'azote, les hydrocarbures ou les condensats. Comme il peut également mesurer en ligne la teneur en méthane du biogaz et des gaz de STEP à $\pm 2\%$ de la mesure, l'Optisonic 7300 Biogaz contribue à réaliser des économies, du fait qu'il est

inutile d'installer des systèmes d'analyse supplémentaires. Parmi les solutions logicielles, l'application Biogaz-IA développée par Nevezus permet d'intégrer un outil d'aide à la décision (en tant que copilote numérique du méthaniseur) pour l'exploitant, en termes de bon fonctionnement et d'optimisation des performances énergétiques et environnementales du site, grâce au pilotage de certains équipements. La solution permet d'améliorer la production de biogaz/biométhane, de garantir la stabilité biologique du digesteur, de réduire les risques d'incidents (acidose, inhibition, baisse de rendement) et, donc, d'assister les exploitants dans la prise de décision opérationnelle.

Paul Secordel (Sewerin) complète en précisant qu'«optimiser, c'est avoir le moins de sulfure d'hydrogène (H_2S) possible et le plus de CH_4 possible». Pour la purification du biogaz, la filtration au charbon actif est très bien adaptée tant au niveau technique qu'au niveau économique. Les filtres mobiles au charbon actif de fabricants tels que Desotec capturent efficacement les contaminants tels que le H_2S , les siloxanes, les terpènes et autres COV (composés organiques volatils), tout en permettant le recyclage en boucle fermée des charbons actifs usagés après réactivation. Les stations peuvent ainsi, selon leurs contraintes et objectifs, combiner cogénération et injection. Pour Xavier Joly, ancien président de Biogaz Vallée et fondateur

6. Arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022727437/>).

7. Arrêté du 3 août 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration au titre de la rubrique 2910 (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037284510>).

de Gaseo Développement, entreprise qui transforme le biogaz en biométhane, bioGNV, électricité et chaleur et bioCO₂ liquide, « la production de biométhane à partir d'une station d'épuration s'inscrit, dans la très grande majorité des cas, dans le cadre d'une modernisation globale de la station ».

À l'heure de la DERU 2, la valorisation des boues par le biogaz s'impose comme un enjeu incontournable pour les STEP. Il ne s'agit plus seulement d'optimiser des

procédés techniques, mais de prendre des décisions qui conditionnent la performance énergétique et la durabilité de l'ensemble des installations. Le maître-mot est clair : neutralité énergétique. Chaque choix, qu'il s'agisse de cogénération, d'injection ou d'une combinaison des deux solutions, doit viser à maximiser la production de méthane, réduire les émissions de gaz à effet de serre et garantir une exploitation efficace des ressources.

Mais la révision de la directive des eaux résiduaires usées n'est peut-être pas la dernière étape. À mesure que les défis environnementaux et énergétiques se complexifient, on peut légitimement se demander si une DERU 3 verra le jour, imposant des standards encore plus stricts et de nouvelles obligations pour pousser la filière vers toujours plus de performance, d'innovation et de durabilité. ●

VOGELSANG



Le XSplit® révolutionne le traitement des effluents en offrant une solution performante et polyvalente adaptée aux secteurs industriel et agricole.

Spécialement conçu pour séparer les phases liquides des composants solides présents dans le digestat ou le lisier, cet équipement compact et innovant propose un traitement en amont efficace, permettant une **double valorisation** des matières :

Matière solide : facilement transportable, stockable, et réutilisable comme litière ou compost.

Matière liquide : plus fluide dans le digesteur et idéale pour un épandage sans effort dans les champs.

Bénéficiez d'une solution technologique de pointe pour maximiser l'efficacité et la durabilité de vos installations.



www.vogelsang.fr - Tel. 04 75 52 74 50

bio360
Nantes 2026
PARC EXPO / Hall XXL

11-12 février
EUROPE
Nantes 2026
PARC EXPO / Hall XXL

**STAND
D34**

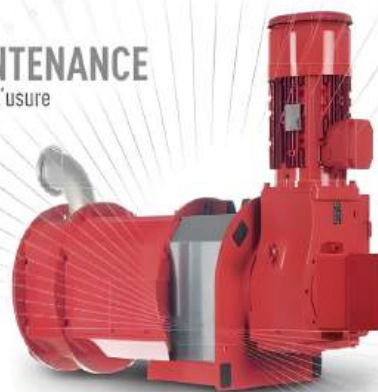
XSplit®

LE SÉPARATEUR RÉINVENTÉ

Teneur en matière sèche jusqu'à **40 %**

MAINTENANCE

facile et peu sensible à l'usure



SEPARATION

fiable pour des intrants variés

Excellent rapport
COÛT-BÉNÉFICE