



Injection de biométhane

Retour d'expérience
des stations d'épuration (STEP)

2017

**CHOISIR LE GAZ
C'EST AUSSI
CHOISIR L'AVENIR**

GRDF
GAZ RÉSEAU
DISTRIBUTION FRANCE

Sommaire

Introduction & chiffres clés 2017	03
Les bénéfices de la digestion des boues de STEP et de la valorisation du biogaz en biométhane	04
Les STEP qui injectent du biométhane dans les réseaux de gaz français	06
Les voies de réchauffage du digesteur et l'optimisation du volume de biométhane injecté	07
L'épuration du biogaz produit	08
L'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel à partir des stations d'épuration	10
Les modèles contractuels en place	13
Les chiffres clés de l'activité biométhane sur les STEP (Station d'Épuration)	14



Poste d'injection de Tours

Introduction

La station d'épuration à énergie positive (STEPOS) ou encore la station d'épuration productrice de ressources durables, n'est plus un concept mais bien une réalité, que le biométhane accompagne dans son développement. Fin 2017, 7 stations d'épuration injectaient sur les réseaux de gaz français. Elles seront plus d'une quarantaine en 2020.

Acceptées par les populations locales, les stations d'épuration (STEP) offrent de belles opportunités aux territoires. Proches des réseaux de gaz, elles sont en capacité de développer de nouveaux moyens de valorisation, dont l'injection de biométhane. Les stations d'épuration peuvent contribuer ainsi à l'atteinte des objectifs de la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (10 % de gaz renouvelable en 2030, 15 % d'EnR dans les transports en 2030 et une baisse de 40 % d'émissions de gaz à effet de serre en 2030 par rapport à 1990).

Les chiffres clés 2017 du biométhane en France

44 sites injectent du biométhane sur l'ensemble des réseaux en décembre 2017.

682 GWh/an*
de biométhane injectable dans le réseau de gaz naturel, soit l'équivalent de la consommation annuelle d'environ **57 000 foyers** ou **2 675 bus**.

7 stations d'épuration
injectent pour **97 GWh/an** de capacité maximale, soit l'équivalent annuel de **8 240 foyers** ou **386 bus**.

90 000 tonnes
d'émissions de GES évitées grâce au biométhane en 2017.

En 2023 ce serait près de
1 740 000 tonnes de GES évitées.

* capacité maximale de production au 6 novembre 2017.



Les bénéfices de la digestion des boues de STEP et de la valorisation du biogaz en biométhane

Les atouts de la digestion des boues de STEP :

- La réduction de 30 à 40 % du volume de boues, qui permet :
 - la réduction et la maîtrise des coûts d'exploitation ;
 - la réduction des nuisances environnementales liées au transport et au traitement de ces boues.
- La stabilisation et l'hygiénisation des boues.
- L'amélioration de la valeur agronomique des boues.
- La production d'énergie renouvelable, outil territorial permettant d'atteindre les objectifs de planification de :
 - gestion des déchets ;
 - production d'EnR ;
 - réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- La création d'emplois locaux non-délocalisables pour la construction, la maintenance et l'exploitation.



Les atouts du biométhane :

- Un rendement énergétique de près de 100 % (très peu de perte dans le réseau de gaz naturel).
- 4 fois moins d'émissions de gaz à effet de serre que le gaz naturel fossile (55 g de CO₂/kWh contre 230 g/kWh soit un gain de -175 g de CO₂/kWh injecté).
- Un usage équivalent à celui du gaz naturel fossile : chauffage, cuisson, eau chaude et usage industriel.
- Un usage carburant BioGNV, qui permet :
 - une réduction de 95 % des particules fines émises et de 50 % de NO_x par rapport au seuil de la norme EURO 6 ;
 - une baisse de 80 % des émissions de CO₂ par rapport au diesel ;
 - aux collectivités d'atteindre l'objectif de 15 % d'EnR dans les transports en 2030.
- Des gains financiers sur les recettes de revente du biométhane (moyenne de 104 €/MWh injecté sur ce bilan STEP (Station d'Épuration) hors prime de garantie d'origine).
- Une énergie vertueuse qui s'intègre dans la logique de développement d'une économie circulaire, produite grâce à la valorisation de nos déchets.

Quelques chiffres clés

Une STEP de 100 000 ÉH (Équivalent Habitant) produit environ **3 à 5 GWh/an** de biométhane, soit l'équivalent des besoins en chauffage d'environ **300 foyers**, ou en carburant de **20 bus** ou **20 BOM** (Benches à Ordures Ménagères) ou **100 véhicules légers**.

Les recettes de la vente de biométhane pour une station d'épuration de **100 000 ÉH sur 15 ans** sont d'environ **12 millions d'euros**.



Station d'épuration biométhane de Tours



Les STEP qui injectent du biométhane dans les réseaux de gaz français

Au 31 décembre 2017, 7 STEP (Station d'Épuration) injectent du biométhane sur le réseau français de distribution gaz dont 6 sur le réseau exploité par GRDF. La station d'épuration de Strasbourg, première à injecter en France, injecte quant à elle sur le réseau de R-GDS (Réseaux Gaz Naturel de Strasbourg).

Producteurs	Commune	Taille nominale	Opérateur réseau	Capacité maximale de production GWh/an ¹	Équivalent en n° ^{bus} de bus roulant au BioGNV	Équivalent des besoins de chauffage en n° ^{ppp} de foyers	Équivalent logement BBC ²
Biogénère	Strasbourg	1 000 000 ÉH	R-GDS	17	90	1828	4235
Aquapole Grenoble	Fontanil-Cornillon	460 000 ÉH	GRDF	22	90	1828	5180
STEP La Riche (Tours)	La Riche	393 3300 ÉH	GRDF	12	50	1024	2820
STEP Annecy-SILA	Cran-Gevrier	234 000 ÉH	GRDF	16	64	1316	3760
Angers Loire Métropole	Angers	285 000 ÉH	GRDF	16	64	1316	3760
STEP Corniguel	Quimper	267 000 ÉH	GRDF	7	29	585	1647
Systepur-Vienne agglo	Reventin-Vaugris	125 000 ÉH	GRDF	10	41	841	2350

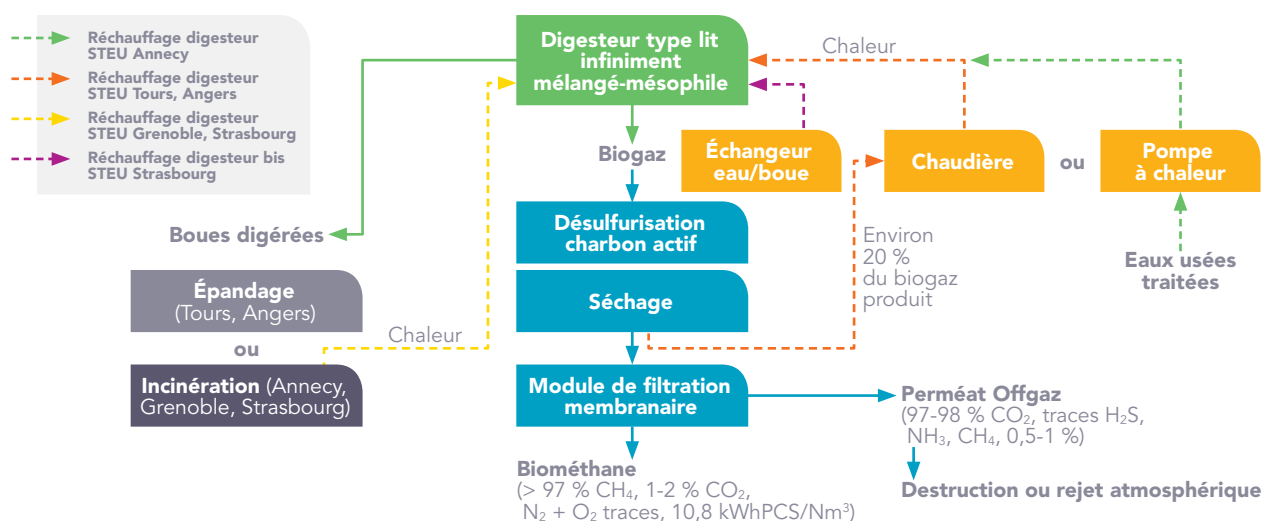
1. Hypothèses : 8 200 heures de fonctionnement en année pleine. Consommation client moyen de GRDF = 12 MWh/an ; d'un bus = 245 MWh/an.
2. Logement BBC pour consommation RT 2012 de 50 kWh/m et 80 m² par logement 1 logt BBC = 4.25 MWh/an (Source : Wikipédia).

Il s'agit de stations d'épuration de grosses agglomérations pour une production de boues moyenne annuelle de 36 563 TMS/an.

(source : <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/> - Données 2015).



Les voies de réchauffage du digesteur et l'optimisation du volume de biométhane injecté



Le schéma ci-dessus illustre les différentes solutions de réchauffage de la digestion choisies par les porteurs de projets.

Pour une valorisation optimale du biogaz en biométhane, des solutions de maîtrise de l'efficacité énergétique à l'étape de digestion sont à privilégier et plus particulièrement lors des différentes étapes de traitement des eaux usées :

- L'isolation des digesteurs.
- La récupération de calories sur les unités de traitement et sur les eaux usées traitées pour couvrir les besoins de réchauffage du digesteur (pompe à chaleur sur eaux usées traitées, récupération des calories sur surpresseurs, mise en place d'échangeurs boues/boues ou eau/boues...).

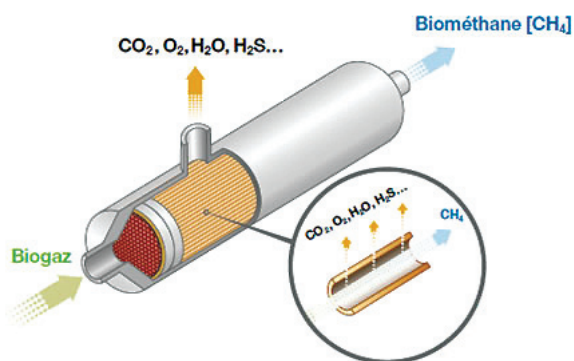
Ces solutions permettent de tendre vers 100 % de biogaz produit valorisé en biométhane et participent ainsi à l'augmentation des volumes de gaz renouvelable dans nos usages quotidiens et de mobilité. Elles contribuent à l'autonomie énergétique des stations d'épuration de demain, voire à leur transformation en STEPOS.



L'épuration du biogaz produit

Dans ce premier retour d'expérience, réalisé sur 5 STEP, les teneurs en biométhane du biogaz avant épuration sont comprises entre 60 et 65 %.

L'épuration de ce biogaz est assurée par séparation membranaire sur les 5 STEP. Cette technologie largement développée en France repose sur le principe de perméation assurant la séparation des molécules composant le biogaz selon leur taille. En conséquence, les molécules les plus grosses (eau, CO_2 , ammoniac) sont séparées du méthane pour former un perméat gazeux autrement appelé « offgaz » ou gaz de purge. Le rétentat gazeux contient alors plus de 97 % de CH_4 en moyenne sur ces 5 STEP.



Module membranaire et principe de fonctionnement

Le choix d'une épuration du biogaz par membrane implique au préalable un prétraitement du biogaz, indispensable pour supprimer l' H_2S et l'humidité du gaz. L'étape de désulfuration la plus courante est la désulfuration par charbon actif.

La désulfuration peut également être couplée ou remplacée par une solution de désulfuration biologique, sur oxyde de fer, ou une désulfuration

chimique (lavage à la soude). Le choix de la filière de prétraitement dépendra de la teneur en H_2S du biogaz. Une bonne efficacité du prétraitement est indispensable pour éviter qu'impuretés et H_2S viennent colmater les membranes où se retrouvent dans l'offgaz. Ce retour d'expérience n'a pas pour objectif d'établir le bilan OPEX des unités, mais pour ce qui est du prétraitement sur charbon actif, ils sont directement proportionnels à la teneur en H_2S . En limiter la production au sein du digesteur est donc un enjeu.

Concernant la durée de vie des membranes, les experts de la filière estiment qu'un renouvellement des membranes est nécessaire tous les 5 à 8 ans, avec un prétraitement bien dimensionné en amont.

Sur les sites produisant déjà du biogaz, la qualification précise de sa composition permettra un choix et une conception optimisée du poste d'épuration, ainsi qu'une évaluation au plus juste des coûts d'exploitation associés.

Il faut noter que l'offgaz produit sur les 5 sites est rejeté directement dans l'atmosphère. Cette pratique est actuellement tolérée en raison des faibles teneurs en méthane résiduel (< 1 %).

Si actuellement aucune législation française ne régit ces émissions de gaz de purge, des réflexions sont cependant engagées pour envisager leur destruction ou leur valorisation, comme dans certains pays européens.

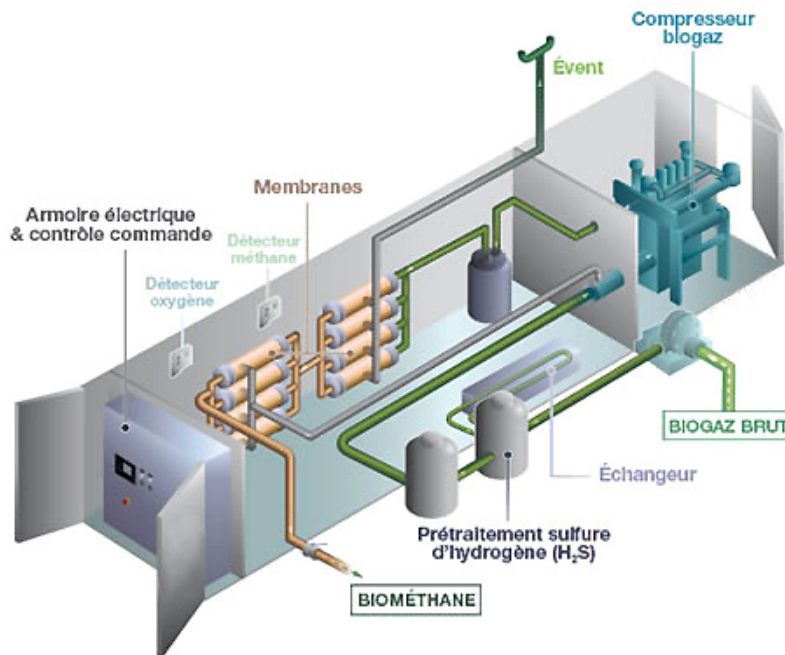
À ce jour, le rendement épuratoire garanti par les constructeurs est en moyenne de 99 %.

L'offre technique d'épuration du biogaz est, sur ce REX, portée par les sociétés :

- **Prodeval** pour Grenoble, Annecy et Angers ;
- **Host** pour Tours ;
- **Einsenman** pour Strasbourg.

D'autres solutions technologiques existent sur le marché comme le lavage à l'eau, le lavage aux amines ou encore la technologie PSA (Pressure Swing Adsorption) et peuvent être comparées à l'épuration membranaire. De nombreux constructeurs d'unités d'épuration de biogaz existent sur le marché français. La plupart d'entre eux sont référencés dans l'annuaire du Club Biogaz :

http://atee.fr/sites/default/files/BIOGAZ/Fichiers/annuaire_biogaz_2017_sur_le_site.pdf

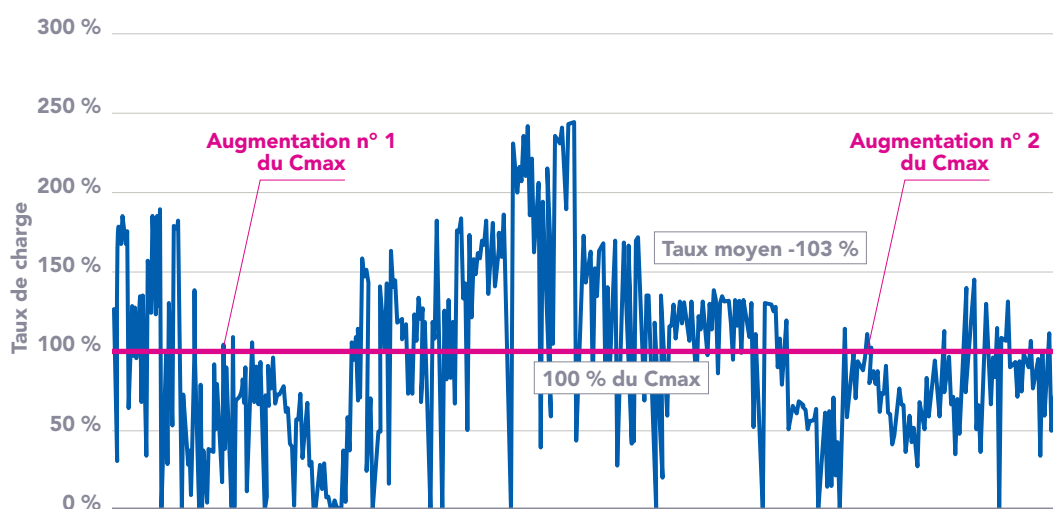


Membrane intégrée dans une unité d'épuration complète



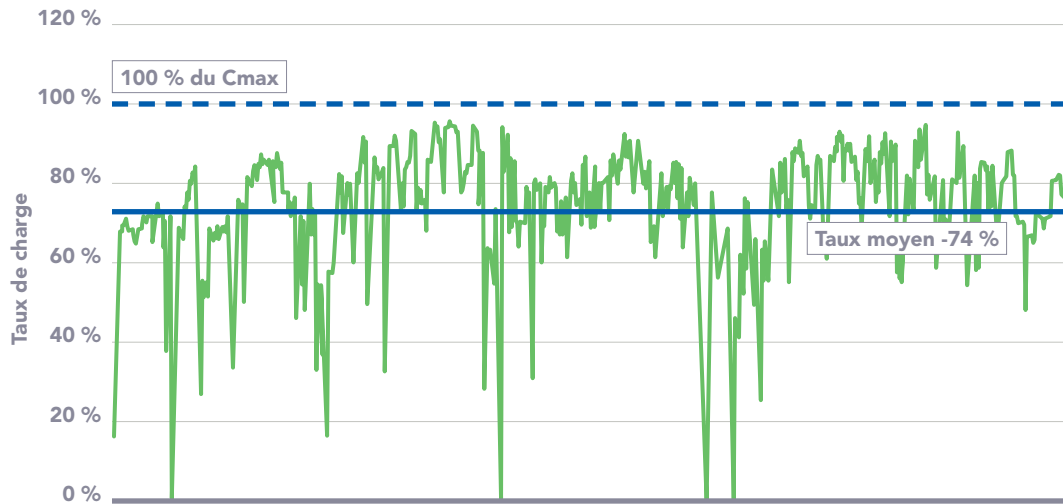
L'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel à partir des stations d'épuration

Les graphiques ci-dessous illustrent le profil d'injection de biométhane (en % Cmax) depuis la mise en service du poste d'injection des 4 STEP injectant sur le réseau GRDF (Angers, Annecy, Grenoble et Tours).



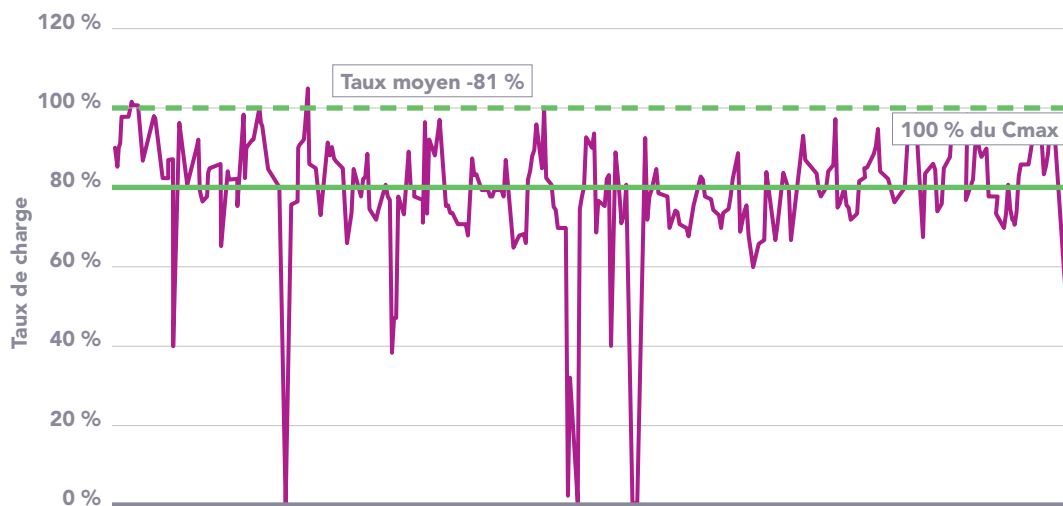
STEU A
Evolution du débit injecté par rapport à la capacité maximale de production.

Un taux de charge moyen des installations de plus de 85 % par rapport au Cmax déclaré – une période de « rodage » jusqu'à 2-3 mois peut être nécessaire. Un probable couplage d'exploitation entre production d'eaux traitées et production d'énergie doit être orchestré pour optimiser la production de gaz, mieux comprendre les contraintes d'exploitation de chaque unité et ainsi accompagner la transformation de la station d'épuration vers celle de demain.



STEU B
Évolution du débit injecté par rapport à la capacité maximale de production.

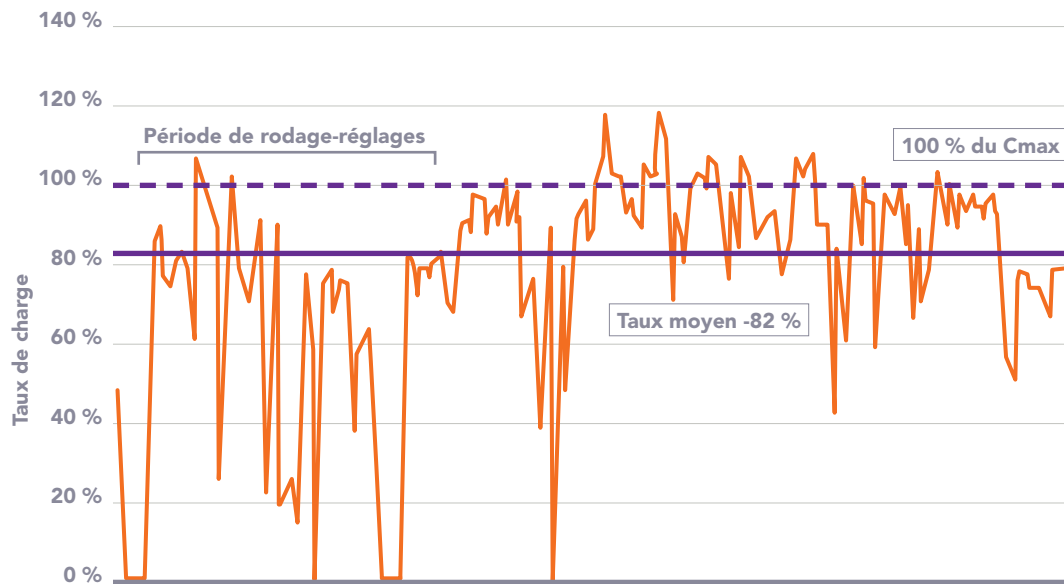
Un ratio moyen de production de biométhane en fonctionnement moyen estimé à environ 6 Nm³/ÉH/an (sur base des données de 3 STEU).



STEU C
Évolution du débit injecté par rapport à la capacité maximale de production.

Une disponibilité moyenne des postes d'injection incluant celle du réseau R-GDS (Réseaux Gaz Naturel de Strasbourg) pour la STEU (Station d'Épuration Urbaine) de Strasbourg supérieure à 99 %.





STEU D
Évolution du débit injecté par rapport à la capacité maximale de production.

Les performances des systèmes d'épuration membranaire sont au-delà des exigences qualité du biométhane attendues sur les réseaux de gaz avec notamment un PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) moyen relevé de $10,81 \text{ Nm}^3\text{CH}_4/\text{kWh}$, un taux de méthane de plus de 98 % et l'absence de non-conformité sur les analyses ponctuelles réalisées.



Les modèles contractuels en place

Les modèles contractuels mis en place actuellement sur les STEP qui injectent sont établis suite à un appel d'offre de type Conception Travaux/Exploitation, ou Construction/Exploitation ou Concession/Travaux.

Dans certains cas, des sociétés dédiées à l'exploitation de l'unité de valorisation sont créées, c'est le cas par exemple d'Aquabiogaz pour l'unité de valorisation du biogaz de la station d'épuration de Grenoble (groupement formé par l'intégration de SUEZ et de GEG EnR).

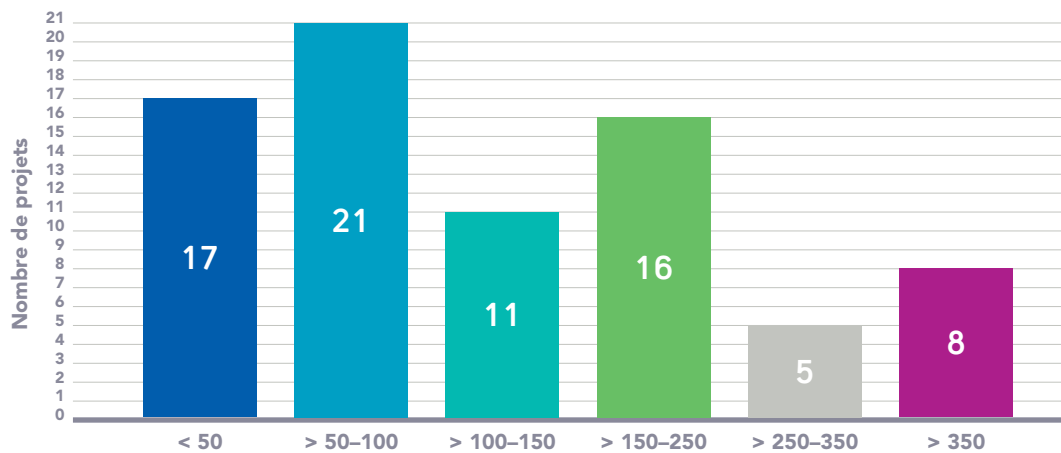
Lorsque l'exploitation de l'unité de valorisation est réalisée par un prestataire privé, celui-ci perçoit les recettes du biométhane et les reverse à la collectivité selon des critères de performances établis contractuellement. Une prime peut être versée par la collectivité à ce prestataire pour une production supérieure à un seuil établi contractuellement.





Les chiffres clés de l'activité biométhane sur les STEP

Plus de **1,7 TWh** de potentiel à l'étude par GRDF, soit plus de **89 projets actifs** au 31 décembre 2017.

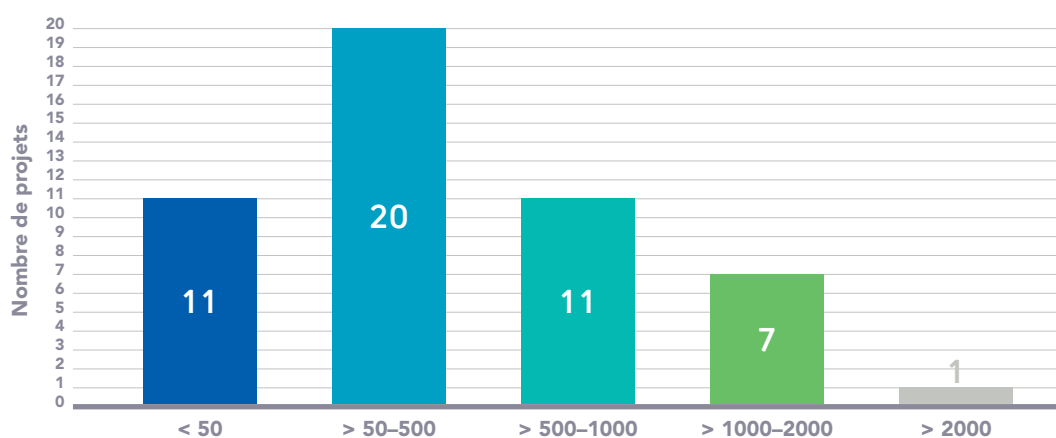


Débit total (Nm³/h)
78 projets pris en compte — Moyenne : 252 Nm³/h.



La longueur moyenne de raccordement des projets STEP est de **539 mètres** pour un coût moyen de **200 €** le mètre linéaire.

Mais un coût moyen inférieur à **50 000 €** pour **50 %** des projets.

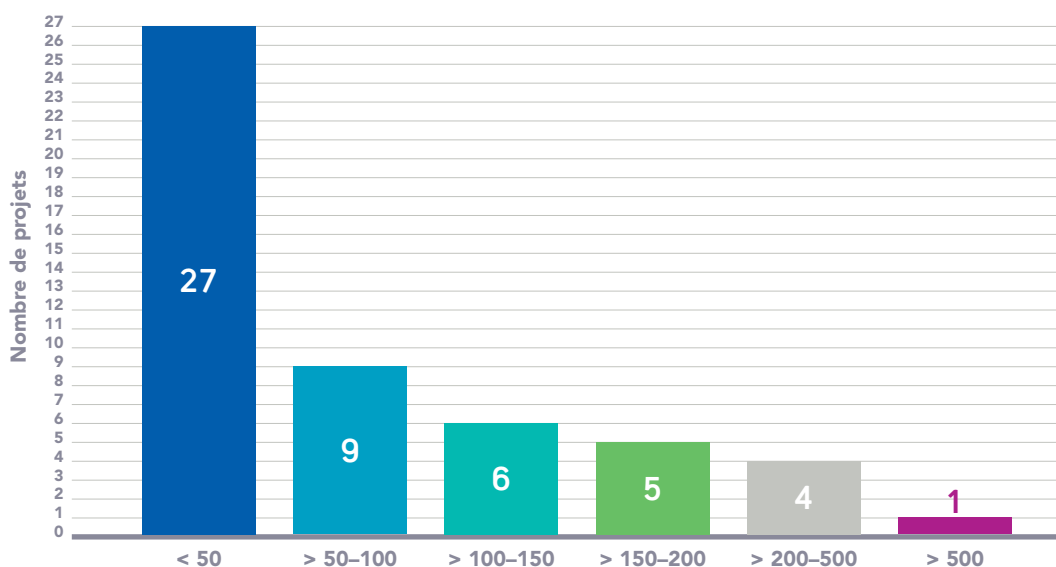


Longueur de raccordement (m)
50 projets pris en compte — Moyenne : 539 m.

Une réduction de la redevance d'injection de l'ordre de 26 à 28 % effective depuis le 1^{er} octobre 2017 :

- Résultat des retours d'expérience positifs observés par GRDF sur les premiers sites d'injection de biométhane.
- Une meilleure connaissance des coûts d'exploitation et de maintenance par site dont les sites d'épuration bénéficient pleinement.

Baisse : **40 % des coûts de raccordement** des installations au réseau de distribution de gaz sont désormais pris en charge par GRDF sous certaines conditions.



Coût de raccordement (k€)
52 projets pris en compte — Moyenne : 111 k€.

Contactez votre référent biométhane GRDF pour en savoir plus.

QUEL QUE SOIT
VOTRE FOURNISSEUR

L'énergie est notre avenir, économisons-la !

GRDF – Société Anonyme au capital de 1 800 745 000 euros – Siège social : 6, rue Condorcet 75009 Paris – RCS Paris 444 786 511

**CHOISIR LE GAZ
C'EST AUSSI
CHOISIR L'AVENIR**

GRDF
GAZ RÉSEAU
DISTRIBUTION FRANCE

