

Injection de biométhane

Retour d'expérience sur ISDND - 2019



Crédit Photo –SUEZ

Avec ses 232 Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux ou « ISDND » que compte le territoire français, 18 millions de tonnes¹ de déchets ménagers ultimes et industriels non dangereux et non recyclables sont stockés dans ces installations. Ce stockage permet de piéger le carbone fossile des déchets non recyclables dans un lieu étanche et permet la récupération et la valorisation du biogaz issu de la fermentation de la matière organique contenue dans les déchets. Les ISDND exploitées dans les règles de l'art ont donc un double intérêt pour la collectivité (Stockage de matière et production d'énergie renouvelable).

Au 1^{er} juillet 2020, bénéficiant d'une rupture technologique, 10 de ces installations purifient ce gaz complexe et injectent du biométhane dans les réseaux de distribution de gaz.

Ces installations de stockage et d'élimination de nos déchets sont ainsi capables de fournir les besoins de chauffage de près de 30 000 nouveaux logements² ou de faire rouler au bioGNV près de 700 bus³, poids lourds ou bennes à ordures ménagères pour les besoins du territoire. Avec près de 180 GWh/an de capacité de production installée, ces 10 ISDND en injection représentent à elles seules près de 10 % de la capacité globale des 150 sites producteurs de biométhane en France.

Elles constituent donc un outil précieux d'aide au développement durable de nos territoires par la production d'une énergie renouvelable consommée localement.

¹ Chiffres de 2014 – source : Rapport ADEME Déchets Chiffres-Clés Edition 2017

² Logement neuf RT 2012 sur ratio de consommation gaz de 6 MWh/an par logement

³ Ratio considéré de 254 MWh/an pour faire rouler un bus ou BOM au GNV pendant 1 an

Compte-tenu des objectifs établis par la LTEPCV d'août 2015 et la dernière loi Economie Circulaire et Anti-gaspillage de février 2020 visant une réduction du stockage des quantités de déchets non dangereux non inertes de 30 % en 2020 et de 50 % en 2025 (par rapport aux quantités massiques de 2010), les ISDND situées au cœur des territoires dans des localisations souvent reculées accompagnent les politiques publiques et adaptent leurs activités pour se conformer aux principes d'économie circulaire. Mise en place de bioréacteurs, développement du biométhane aujourd'hui, de nombreux projets de méthanisation devraient se développer dans le futur en complément du mode de stockage actuel, faisant de ces sites des outils de traitement de déchets multi-filières et de production d'énergies renouvelables (biométhane ISDND et méthanisation, Solaire, CSR⁴, Hydrogène, etc.)

L'ADEME estime le potentiel énergétique des installations de stockage de déchets à 2,4 TWh en 2025.

CHIFFRES CLES

10 ISDND valorisent le biogaz capté en biométhane pour une capacité globale installée de **180 GWh/an** soit l'équivalent des besoins en chauffage de **30 000** nouveaux foyers ou la capacité de faire rouler près de **700 bus ou bennes à ordures ménagères (BOM) ou poids lourds.**

Près de **30 000 t de CO₂/an** en moins par substitution de l'usage gaz naturel fossile en biométhane.

⁴ CSR : Composés Solide de Récupération

SOMMAIRE

1) Les enjeux et perspectives de valorisation en biométhane du biogaz d'ISDND en France.....	4
2) Qu'est-ce qu'une ISDND ?	6
3) Le mécanisme de soutien à l'injection de biométhane à partir du biogaz d'ISDND	8
4) Les sites ISDND qui produisent du gaz vert – Caractéristiques	8
5) L'épuration de biométhane à partir du biogaz capté sur ISDND	9
a) Le potentiel de production de biogaz sur ISDND – Profil biogaz.....	10
b) La qualité du biogaz à épurer :	10
c) L'épuration du biogaz d'ISDND en biométhane	11
d) Les modèles contractuels investissement/exploitation.....	14
6) L'injection de biométhane produit après épuration du biogaz capté sur ISDND	15
e) Les modalités d'injection – Préalable à connaître.....	15
f) L'offre de GRDF	16
g) Les dispositifs réglementaires en vigueur pour favoriser l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz français	17
h) L'injection de biométhane produit à partir d'ISDND qui se sont déjà lancées	19
7) Les bénéfices de la production et de l'injection de biométhane pour une ISDND au cœur des enjeux Economie Circulaire	25
i) la production de gaz vert au bénéfice d'une meilleure empreinte carbone au service du territoire	25
j) Le biométhane à partir d'ISDND constitue un accélérateur au verdissement des réseaux de gaz français – Chiffres clés.....	26
k) Les atouts du biométhane.....	27
8) Les ISDND, quel futur ?.....	28

1) Les enjeux et perspectives de valorisation en biométhane du biogaz d'ISDND en France

Ces dernières années ont été marquées par une prise de conscience progressive et collective de la rareté des ressources en eau, des matières premières, de l'énergie... et de la nécessaire adaptation du système économique en particulier dans les pays développés à cette nouvelle contrainte.

C'est dans ce cadre que les nouvelles politiques déchets française et européenne se sont orientées vers une « société de recyclage » privilégiant la prévention de la production de déchets à la source, leur réemploi-recyclage et leur valorisation matière ou énergétique, puis leur élimination (hiérarchie définie dans le cadre de la directive européenne déchets 2008/98/CE modifiée en mai 2018⁵).

Bien que le stockage soit le dernier maillon de la chaîne de traitement, il a considérablement évolué pour passer du modèle historique de la décharge à une installation industrielle multifilières intégrant le tri, la valorisation matière, organique et énergétique pour s'orienter progressivement vers des sites ne contenant définitivement plus que des déchets non valorisables avec une forte exigence de traçabilité.

Le stockage reste vital pour la protection de l'environnement et constitue une filière dont il faudra gérer la rareté dans les années à venir.

La France a été l'un des premiers pays industrialisés à pratiquer un stockage contrôlé, dont les principes fondateurs ont été la maîtrise des interactions entre le déchet et son environnement, et la création de trois types d'installations classées pour la protection de l'environnement en fonction de chaque nature de déchets :

- Les déchets industriels dangereux provenant de processus industriels ou d'installations de dépollution sont stockés dans des Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) de classe 1, après, s'il y a lieu, d'une stabilisation.
- Les déchets ménagers et industriels banals sont stockés dans les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux ou (ISDND) de classe 2
- Les déchets inertes (déblais et gravats) sont stockés dans des Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) de classe 3

Les installations de stockage n'ont cessé d'évoluer au cours de ces 30 dernières années en termes de construction, exploitation et de contrôle. Les zones de stockage dédiées aux sites de classe 1 et de classe 2 sont constituées d'alvéoles étanches. Une double barrière de sécurité (active et passive), située dans le fond et sur les flancs des zones en exploitation permet de maîtriser en permanence les interactions entre le déchet et l'environnement.

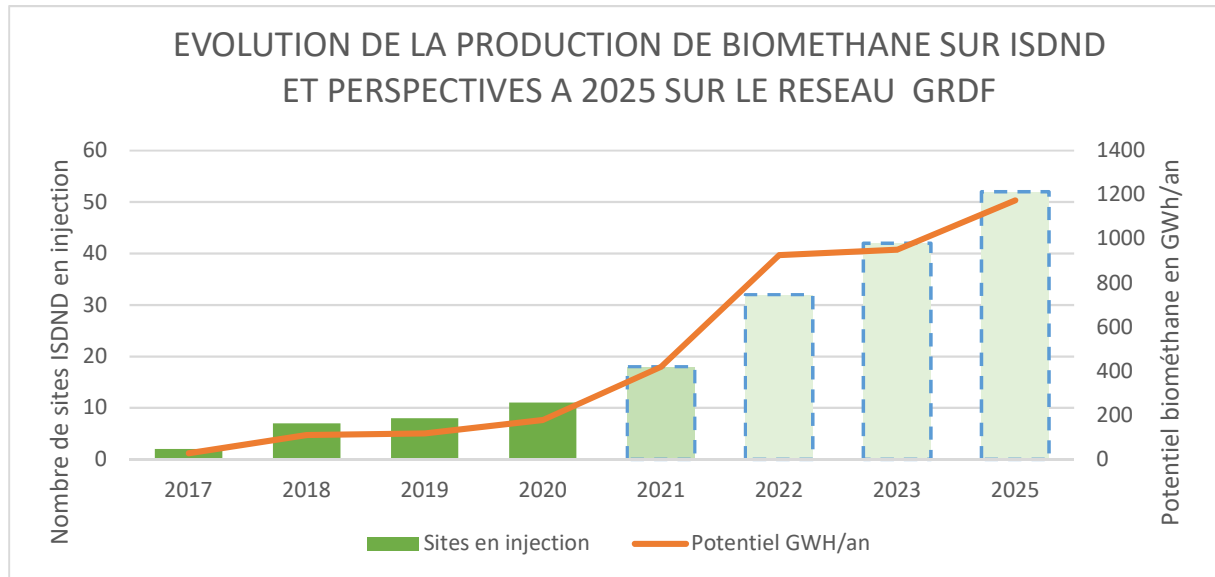
Le biogaz, généré par la digestion anaérobie des déchets organiques, produit des énergies d'origine renouvelable. Le mode d'exploitation en bioréacteur permet une dégradation accélérée de la matière organique, la maîtrise des émissions diffuses et, par conséquent, une stabilisation plus rapide du massif de déchets.

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851>

Fort de leur capacité de contrôle de l'impact de leur activité sur l'environnement et de leurs obligations de suivi à long-terme, les installations de stockage ont pu intégrer des activités complémentaires en amont (centre de tri, TMB⁶,...) ou en aval (panneaux solaires, réservoirs de biodiversité.....).

L'ISDND ne cesse donc de s'adapter à l'évolution de notre société et la valorisation du biogaz capté en biométhane en atteste.

Aujourd'hui la plupart des ISDND valorisent le biogaz produit à partir des déchets ainsi stockés. Parmi elles, 10 se sont déjà lancées dans la valorisation de ce biogaz en biométhane et les perspectives de développement tendent vers une cinquantaine de sites d'ici à 2025 tel que le présente le graphique ci-dessous.



La production de biométhane en France à partir des déchets stockés en ISDND – Etat des lieux et Perspectives

PERSPECTIVES A 2025 :

Sur les perspectives de développement GRDF et des acteurs de la filière, **50** ISDND devraient injecter en 2025 pour **plus de 1 TWh/an** de capacité maximale installée soit l'équivalent du besoin annuel en chauffage de **165 000** nouveaux foyers ou près de **4000 bus** ou **BOM**

En 2025 ce serait près de **190 000 t de CO₂ évitées/an** grâce aux ISDND qui produiront du biométhane.

⁶ TMB : Traitement-Mécano-Biologique

2) Qu'est-ce qu'une ISDND ?

Les ISDND sont des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation sous la rubrique 2760-2b.

L'ISDND est habilitée, par la réglementation et son arrêté préfectoral, à ne recevoir que des déchets ultimes non dangereux (déchets ménagers et assimilés, refus de déchets industriels banals).

Une « Fiche d'identification déchet » (complétée au minimum une fois par an), permet de valider l'acceptabilité des déchets en ISDND.

Chaque véhicule apporteur fait l'objet d'un contrôle systématique :

- à son arrivée sur le site : passage devant un portique de contrôle de radioactivité, pesée (entrée et sortie), identification et qualification du chargement.

L'ensemble de ces informations donnent lieu à un accusé réception (bon de pesée). Enregistrées et archivées, les données recueillies restent à la disposition de l'administration de tutelle qui peut, à tout moment, les consulter ;

- après acceptation : les déchets sont dirigés vers les zones de stockage, où ils sont à nouveau examinés à leur déchargement pour en vérifier la conformité.

Tout déchet non conforme est systématiquement refusé, réorienté vers la filière de traitement adéquate et mentionné dans un registre prévu à cet effet.

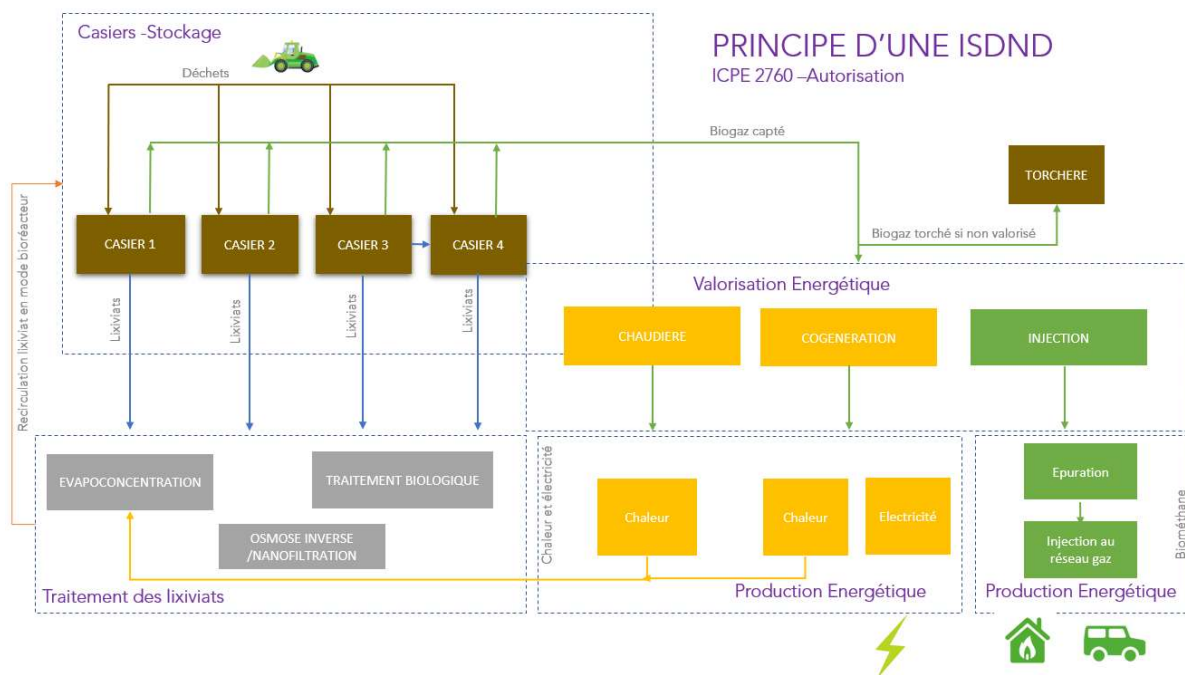


Schéma de principe d'une ISDND- source GRDF

L'ISDND peut être assimilée à une unité de traitement biologique et physico-chimique. La dégradation biologique naturelle qui s'y opère au sein des casiers produit du biogaz et des lixiviats. La maîtrise des impacts sur l'environnement de tels sites suppose la mise en œuvre de technologies éprouvées et un savoir-faire tout particulier dans la conception des casiers de stockage.

Casiers : Les zones de stockage sont constituées de casiers distincts, comportant chacun des alvéoles de petite taille de manière à réduire au maximum l'exposition des déchets aux intempéries. Leur conception a pour double objectif d'isoler le déchet vis-à-vis du milieu naturel (eau, air, sol) et de gérer les effluents générés (lixiviats et biogaz), au moyen d'une double barrière de sécurité :

- une « sécurité passive » permettant d'isoler la zone d'exploitation avec le sous-sol, composée de matériaux imperméables et d'argile.
- une « sécurité active » permettant d'assurer l'étanchéité de la zone et le drainage des eaux de pluie qui sont entrées en contact avec les déchets (ces eaux sont appelées « lixiviats »), composée d'une géomembrane, d'un géotextile, d'un massif et d'un réseau drainant

Une fois le casier rempli celui-ci est « fermé » par une couverture finale étanche et fait l'objet d'aménagements paysagers spécifiques pour une intégration du site dans son environnement local. Le casier rentre dans une phase de suivi de minimum 25 ans dont 20 ans de post-exploitation où le biogaz doit être capté jusqu'à « épuisement » du massif. Une ISDND peut se composer de casiers en exploitation et de casiers en post-exploitation.

Lixiviats : Ils résultent des eaux de pluie qui s'infiltrent au sein du casier, percolent le long du massif de déchets et se chargent en éléments polluants. Une partie du savoir-faire de la technique du stockage consiste à récupérer ces lixiviats via les couches drainantes reposant sur les étanchéités du casier. Collectés par pompage ou par écoulement gravitaire ils sont ensuite traités spécifiquement par traitement biologique (lagunes, bio-réacteurs à membranes, boues activées), physique par filtration membranaire (osmose inverse, ultrafiltration, nanofiltration) ou thermique par évapo-concentration. Les contraintes environnementales imposées au titre de l'autorisation d'exploiter pour permettre ou non le rejet au milieu naturel de ces lixiviats traités conditionnent le choix de la solution de traitement la plus appropriée. Ce choix pouvant imposer lui-même la solution de valorisation du biogaz à privilégier pour répondre aux besoins énergétiques de leur traitement (exemple pour la cogénération dont la chaleur est valorisée pour l'évapoconcentration des lixiviats). Les eaux de ruissellement du site qui n'ont pas été en contact direct avec le massif de déchets sont dirigées vers un bassin tampon dédié à des fins de contrôle de leur qualité avant d'être rejetés au milieu naturel.

Biogaz : Ce gaz ainsi produit depuis les casiers de stockage, est un gaz saturé en eau, composé de méthane (CH₄), de gaz carbonique (CO₂) pour l'essentiel mais également composé de nombreux autres gaz à l'état de traces (mercaptans, hydrogène sulfuré -H₂S, composés organo-volatils...). Le biogaz d'ISDND est un gaz complexe à épurer pour produire notamment du biométhane aux spécificités équivalentes au gaz naturel. Depuis 2017, cette épuration est rendue possible pour la grande majorité des ISDND en injection grâce à une rupture technologique fruit de 10 années de recherches de l'industrie française.

ISDND en bioréacteur :

Le stockage en bioréacteur consiste à maîtriser et à accélérer les processus de dégradation biologique par contrôle de l'humidité du massif de déchets, réalisé par recirculation des lixiviats collectés en fond de casiers. Cette technique de stockage assure une minéralisation des déchets stockés plus rapide pour une stabilisation du massif de déchets attendue au bout de 10-15 ans. Elle permet une augmentation accélérée de la production de biogaz 5 à 7 fois plus importante que sur un fonctionnement en casiers « simples ». La production et le captage de biogaz valorisable sont ainsi maximisés une fois le casier bioréacteur couvert. Le bioréacteur constitue une évolution majeure des techniques actuelles de traitement des déchets Le fonctionnement vertueux de ce mode d'exploitation s'est d'ailleurs traduit par un avantage fiscal (TGAP minimale).

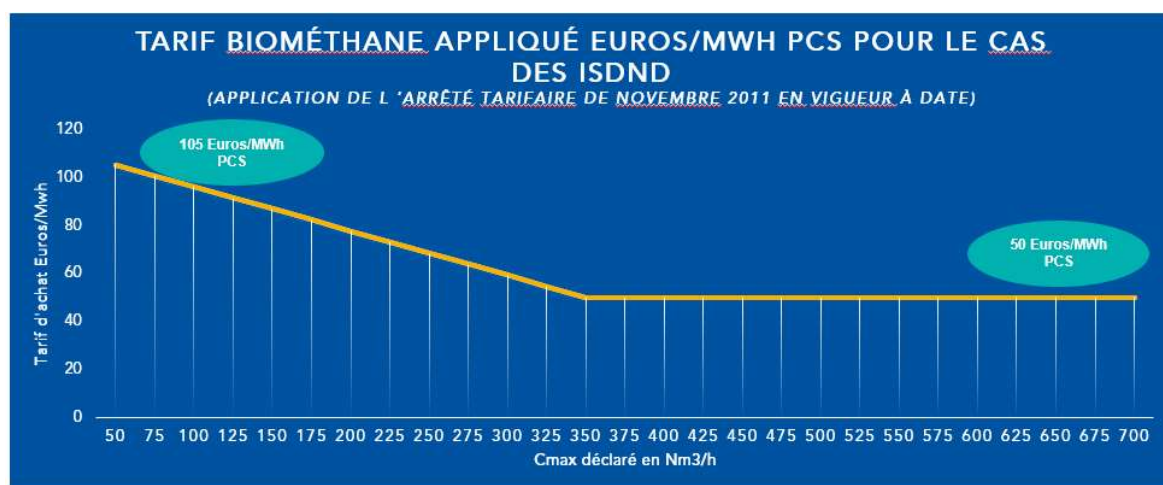
3) Le mécanisme de soutien à l'injection de biométhane à partir du biogaz d'ISDND

La production de biométhane à partir du biogaz capté d'ISDND est émergente. Les premières unités d'épuration du biogaz en biométhane ont en effet vu le jour en 2017.

L'injection de biométhane produit à partir du biogaz d'ISDND est rendue possible par les pouvoirs publics via l'arrêté du 23 novembre 2011⁷. Le maintien d'un mécanisme d'achat est nécessaire pour capter et valoriser ce gisement de 1.2 TWh à horizon 2023 contribuant ainsi à près de 20 % de l'objectif de 6 TWh fixé par la PPE (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie).

Les ISDND bénéficient du tarif de rachat de biométhane le plus faible parmi les différentes typologies de sites autorisés. Ce tarif est compris entre 45 et 95 euros/MWh⁸ injecté selon le débit visé et souscrit pour une durée de 15 ans.

Un arrêté modificatif en date du 27 avril 2017 permet aux seules ISDND de bénéficier de la double valorisation cogénération/injection sans décote du tarif d'achat de l'un ou de l'autre des contrats d'achat d'énergie. Certaines ISDND sont déjà dotés de contrats de valorisation électricité de 15 à 20 ans ayant été souscrits entre 2006 et 2016. Ils sont encore en vigueur à l'apparition du mécanisme de soutien dédié au biométhane.



Tarif d'achat du biométhane sur ISDND en fonction du débit d'injection maximal déclaré en préfecture en application de l'arrêté tarifaire biométhane en vigueur de novembre 2011

4) Les sites ISDND qui produisent du gaz vert – Caractéristiques

Au 1^{er} juillet 2020, 10 ISDND injectent du biométhane sur le réseau de gaz de distribution exploité par GRDF, pour une capacité installée totale de 180 GWh/an.

La capacité de production installée sur ces 10 ISDND d'épuration est comprise entre 6 et 23 GWh/an.

Le tableau ci-après détaille la liste des sites concernés.

⁷ Lien LEGIFRANCE Arrêté du 23 novembre 2011 <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024833895>

⁸ Selon les tarifs en vigueur en date du 1^{er} mars 2020

Maître d'ouvrage	Commune	Capacité autorisée T déchets	Exploitant ISDND	Exploitant /producteur biométhane	Constructeur Epurateur	Année de mise en service
PAPREC	SAINT-FLORENTIN (89)	70 000	PAPREC	WAGA ENERGY	WAGA ENERGY	Fevr.2017
SUEZ	SAINT-MAXIMIN (60)	200 000	SUEZ RV	WAGA ENERGY/SUEZ	WAGA ENERGY	Juin.2017
TRIGONE	PAVIE (32)	40000	TRIGONE	WAGA ENERGY	WAGA ENERGY	Mai 2018
SEMARDEL	VERT-LE-GRAND (77)	330000	SEMAVERT	SEMAVERT	SYSADVANCE	Août 2018
VEOLIA-SETRAD	SAINT-PALAIS (18)	90000	VEOLIA	WAGA ENERGY	WAGA ENERGY	Novembre 2018
SUEZ	GUELTAS (56)	195000	SUEZ RV	WAGA ENERGY/SUEZ	WAGA ENERGY	Novembre 2018
SUEZ	CHEVILLY (45)	90000	SUEZ RV	WAGA ENERGY/SUEZ	WAGA ENERGY	Décembre 2018
LORIENT AGGLOMERATION	LORIENT (56)	43000	LORIENT AGGLOMERATION	WAGA ENERGY	WAGA ENERGY	Novembre 2019
SUEZ	VENTES DE BOURSE (61)	90000	SUEZ RV	WAGA ENERGY/SUEZ	WAGA ENERGY	Janvier 2020
SIVOM SAINT GAUDENS	LIoux -SAINT-GAUDENS (31)	85000	SIVOM SAINT GAUDENS	WAGA ENERGY	WAGA ENERGY	Janvier 2020

Liste des sites ISDND qui injectent sur le réseau GRDF au 1^{er} juillet 2020

Ces sites sont actuellement tous en phase d'exploitation des casiers et pilotés pour le plus grand nombre d'entre eux en mode bioréacteur. La majorité des sites valorisent leur biogaz par injection et certains sites couplent cette valorisation à un fonctionnement sur moteur de cogénération pour production d'électricité.

Au regard des données transmises concernant les tonnages réceptionnés par rapport à la capacité autorisée, les ISDND ici visées fonctionnent entre 60 et 97 % de leur capacité autorisée (selon les données 2019).

Les sites en injection seuls valorisent en moyenne 90 % du biogaz capté.

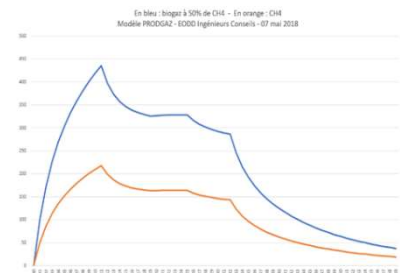
Sur les 10 sites ISDND qui injectent au 1^{er} juillet 2020, ce retour d'expérience dans la qualité de l'épuration et de l'injection ne tient compte que des 7 premiers sites disposant d'un recul sur les données ainsi recueillies depuis plus d'un an.

5) L'épuration de biométhane à partir du biogaz capté sur ISDND

La valorisation du biogaz en biométhane inscrit les ISDND au cœur des projets d'économie circulaire de leur territoire en produisant une énergie renouvelable, le gaz vert ou biométhane, capable de se substituer au gaz naturel fossile dans tous ses usages y compris « véhicule » avec le bioGNV. Sa production à partir d'un biogaz complexe constitue une véritable avancée technologique.

a) Le potentiel de production de biogaz sur ISDND – Profil biogaz

Le dimensionnement de l'unité de valorisation du biogaz capté constitue un véritable savoir-faire. Il est établi en tenant compte des perspectives d'évolution des flux traités sur l'ISDND et consiste à établir « le profil biogaz » du ou des casiers exploités. Il s'agit ainsi de modéliser la production du biogaz durant la durée d'exploitation de l'ISDND en tenant compte des tonnages annuels, du potentiel méthanogène par type de déchet mais également du temps de mise en place du régime anaérobie, de la répartition de la dégradabilité des déchets au sein du massif, de la cinétique de dégradation et du taux de captage. Cette modélisation est généralement réalisée par des experts du stockage ou des bureaux d'études spécialisés.



Exemple de profil biogaz – Source EODD

Les ratios de production de biogaz ainsi considérés sont très variables d'un site à un autre. Le graphique ci-après illustre cette variabilité ici avec un minimum de 23 Nm³ biométhane/t déchets et un maximum de 80 Nm³ biométhane/t déchets. Ce taux de production est très dépendant de la nature des déchets stockés.

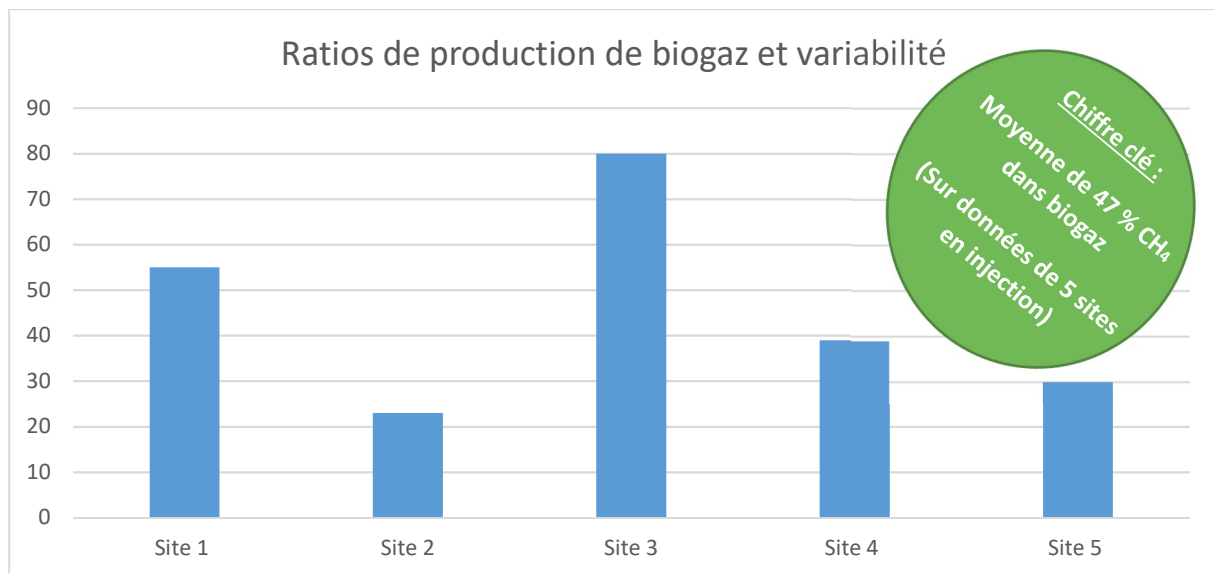


Illustration graphique de la variabilité des ratios de dimensionnement relevés par site

b) La qualité du biogaz à épurer :

Le biogaz d'ISDND est connu pour être un gaz complexe à traiter car riche en nombreux composés et de nature très variable.

La différence essentielle entre un méthaniseur et un casier d'ISDND est que ce dernier est mis en dépression et que les déchets entrants ne sont pas « choisis par l'exploitant ». La couverture n'étant pas complètement étanche, une fraction d'air se retrouve mélangée au biogaz. Le taux moyen de méthane relevé est de 47 % avant épuration (avec fluctuation entre 42 et 52%), ce qui constitue une proportion intéressante. Elle est obtenue entre autres grâce au fonctionnement majoritaire en mode bioréacteur des sites en injection. L'un des enjeux de l'épuration du gaz d'ISDND est d'éliminer l'oxygène et l'azote qui sont en quantités non négligeables, du fait de la présence d'air plus ou moins importante selon les pratiques de soutirage du biogaz depuis les casiers, qui sont en fonction du contexte de valorisation ou de la localité. La présence plus ou moins importante d'hydrogène sulfuré ou H₂S, selon la nature des déchets stockés constitue également un autre paramètre de variabilité du

gaz à traiter. L'oxygène et l'azote sont deux molécules dont le seuil de sélectivité est inférieur à celui du méthane et dont la simple séparation membranaire n'est pas suffisante pour atteindre les spécifications qualité visées pour l'injection.

Qualité du biogaz	Unités	Valeurs filière ⁹	Valeurs ISDND en injection relevées
Taux de méthane	%	30-58	42-52
Concentration moyenne en H2S du biogaz produit	mg/Nm ³	5-7500	0.8-400
Concentration autres COV totaux	mg/Nm ³	0-200	Pas de valeurs
Concentration N2	%vol	2-26	8-19
Concentration O2	%vol	0-8	1-2,5
Concentration CO2	%vol	22-34	33-43

Synthèse qualité du biogaz à épurer avant injection

c) L'épuration du biogaz d'ISDND en biométhane

A ce jour, sur les 10 ISDND qui injectent actuellement leur production de biométhane, 9 d'entre elles disposent de la technologie d'épuration de l'entreprise française WAGA ENERGY qui combine un étage de séparation membranaire avec une étape de distillation cryogénique. Seule celle de Vert-Le-Grand, site de la SEMARDEL, a fait le choix d'un traitement par la technologie PSA¹⁰ de la société portugaise SYSADVANCE.

La technologie WAGABOX :

La WAGABOX est une technologie brevetée par la société WAGA ENERGY à l'issue d'une collaboration de Recherche et Développement de 10 années aux côtés d'Air liquide. Elle consiste en deux étapes de traitement :

- 1 Un traitement du biogaz par filtration membranaire pour éliminer le CO₂ et autres composés
- 2 Un traitement par distillation à température cryogénique pour éliminer l'azote et l'oxygène.

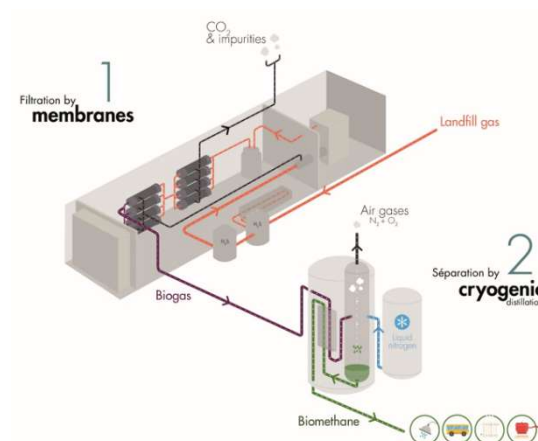


Schéma de principe - Source : WAGA ENERGY

Au préalable de ces deux étapes, le biogaz est épuré de sa teneur en H₂S sur filtre à charbon actif puis sécher.

⁹ La gamme ici présentée correspond à des valeurs fréquemment rencontrées au sein de la filière – source Etude ENEA QUANTIS 2017

¹⁰ PSA : Pressure Swing Adsorption



WAGA BOX installée sur le site ISDND de Saint-Maximin

Rendement
d'épuration
Entre 85-90 %

La WAGABOX est à ce jour la technologie d'épuration du biogaz d'ISDND la plus mature avec 9 installations en fonctionnement actuellement et un prévisionnel de 2 nouveaux sites d'ici fin 2020.

Pour plus d'information sur la technologie contacter: Vincent TISSEIRE – WAGA ENERGY – vincent.tisseire@waga-energy.com

Site internet : <https://waga-energy.com/>

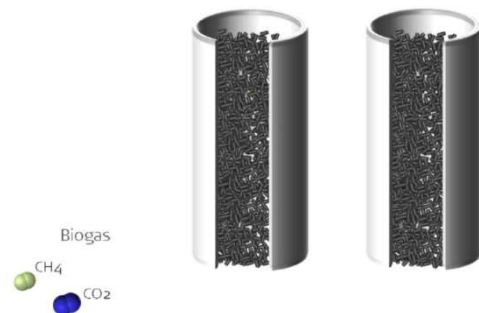


Crédit photo WAGA ENERGY : Installation WAGABOX - Site ISDND Saint-Maximin

La technologie METHAGEN – PSA de SYADVANCE :

SYADVANCE est une société portugaise qui développe des solutions d'épuration de gaz par PSA.

La technique de PSA est basée sur l'adsorption physique à la surface d'un solide dans laquelle les composés selon leur taille moléculaire sont retenus par jeu de pression et de température sur le support d'adsorption. Ainsi, selon les molécules à éliminer, un ou plusieurs étages de « tamisage » moléculaire peut être mis en place. C'est précisément le cas du procédé METHAGEN S2 mis en place par SYADVANCE sur le site de la SEMARDEL à Vert-Le-Grand. L'épuration globale par SYADVANCE comprend ainsi les étapes de traitement suivantes :



- Un étage de prétraitement et désulfuration par charbon actif
- Une compression et un séchage du biogaz prétraité à 8 bars
- Un système d'extraction des siloxanes et COV
- Un METHAGEN S2

Le rendement d'épuration annoncé par SYADVANCE en méthane peut aller jusqu'à 94% selon le taux d'azote et d'oxygène dans le biogaz à épurer.



Crédit photo GRDF – Installation ISDND Vert-Le Grand

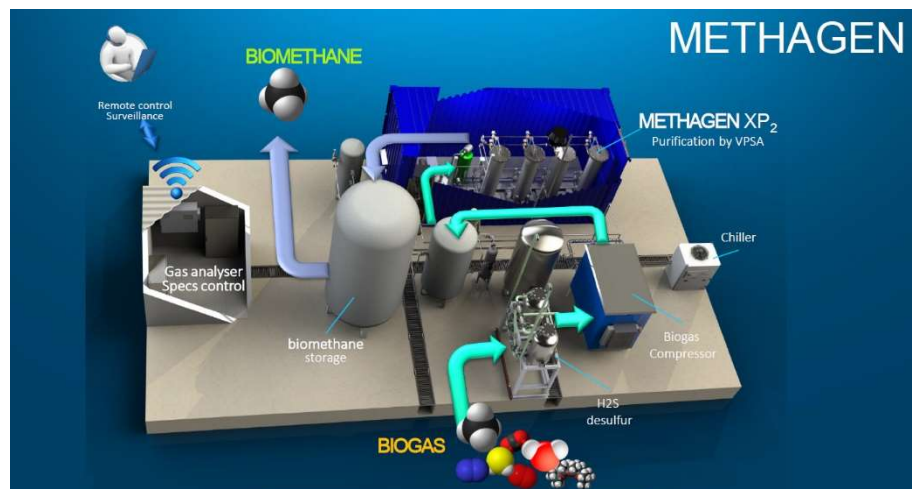


Schéma de principe de SYADVANCE

Pour plus d'information sur la technologie de SYADVANCE contacter : Patrick BARCIA – SYADVANCE – patrick.barcia@sysadvance.com

Site internet : <https://www.sysadvance.com/>

Autre technologie :

Parmi les autres technologies relevées sur le marché de l'épuration du biogaz d'ISDND, la société française CRYO PUR, bien que ne disposant pas encore de référence sur ce marché, développe un procédé nommé CRYO DIST sur le principe de la cryodistillation avec pour distinction la possibilité

optionnelle de valoriser le CO2 extrait sous forme liquide. Le schéma ci-après en détaille le principe général.



Schéma de principe - Source CRYO PUR

Pour plus d'information sur la technologie de CRYO PUR contacter : Denis CLODIC – CRYO PUR
denis.clodic@cryopur.com

Site internet : www.cryopur.com

d) Les modèles contractuels investissement/exploitation

Les modèles contractuels

Le modèle contractuel en place dépend du choix de l'épurateur de biogaz.

▪ Cas de l'épuration par SYSADVANCE ou CRYO PUR

Ces deux constructeurs privilégient la vente du système d'épuration au maître d'ouvrage (exploitant d'ISDND, prestataire de service valorisation biogaz, collectivité). Un contrat de maintenance de l'unité peut être souscrit. Le maître d'ouvrage a également la charge du réglage en amont du réseau de biogaz avec les prescriptions au domaine de traitement garanti visées à l'entrée de l'unité.

▪ Cas de l'épuration par WAGA ENERGY

WAGA ENERGY est une société de production d'énergie renouvelable. Elle propose une prestation complète de conception, d'installation et d'exploitation pendant 15 ans de l'unité de purification du biogaz, avec deux modèles d'affaires :

1. Le maître d'ouvrage (exploitant d'ISDND propriétaire ou délégataire d'une collectivité) vend le biogaz à WAGA ENERGY qui investit et exploite l'unité d'épuration pour produire du biométhane qu'elle vend à son compte.
2. Le maître d'ouvrage reste propriétaire du biogaz qu'il met à la disposition de WAGA ENERGY ; celle-ci investit et exploite l'unité d'épuration en contrepartie d'un loyer (prestation d'épuration), et restitue le biométhane au maître d'ouvrage, qui le vend à son compte.

Dans tous les cas, le maître d'ouvrage assure le réglage en amont du réseau biogaz en conformité avec les prescriptions contractuelles visées à l'entrée de l'unité.

Investissements

Le coût d'une unité de production de biométhane à partir de biogaz d'ISDND est compris entre 1.5 et 3 millions d'euros selon la capacité de traitement installée (estimatif pour des unités traitant entre 300 et 800 Nm³/h de biogaz brut). A ce coût il faut rajouter le génie civil, les études, les canalisations...enveloppe supplémentaire spécifique à chaque projet.



Acteurs projets ISDND biométhane au 1^{er} juillet 2020

6) L'injection de biométhane produit après épuration du biogaz capté sur ISDND

e) Les modalités d'injection – Préalable à connaître

Capacité maximale de production (Cmax) et Capacité Réservée (CR)

Un projet d'injection à partir de biogaz d'ISDND implique la définition d'une capacité maximale d'injection (Cmax) sur la base de laquelle une étude de faisabilité à l'injection sera réalisée par l'opérateur de réseau. Sa valeur est par ailleurs déclarée à la préfecture de rattachement par le porteur de projet pour permettre le calcul du tarif de rachat de l'Etat (selon l'arrêté tarifaire en vigueur de novembre 2011).

Cette capacité maximale est différente de la capacité réservée. Cette dernière est en effet établie par l'opérateur de réseau dès l'intégration du projet dans le registre des capacités, effective dès la signature de la commande de l'étude détaillée par le porteur de projet. Cette capacité réservée est calculée comme suit :

A NOTER

CR, capacité réservée, est égale à :

- si $C_{max} \leq 100 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $CR = C_{max} + 15 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- si $100 \text{ Nm}^3/\text{h} < C_{max} \leq 500 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $CR = C_{max} \times 1,15 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- si $C_{max} > 500 \text{ Nm}^3/\text{h}$, $CR = C_{max} + 75 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Cette valeur n'a d'intérêt que pour l'opérateur de réseau dans sa gestion du registre des capacités pour l'intégration en file d'attente du projet.

Seule la valeur du Cmax est considérée par l'administration pour l'octroi du tarif d'injection de biométhane.

Les contraintes de variabilité du débit de biogaz produit sur ISDND en raison des spécificités exposées ci-avant sont particulièrement impactantes pour la bonne définition de cette valeur de Cmax. Cela suppose de définir un profil de production de biogaz sur 15 ans, ce qui relève d'une réelle expertise et constitue une étape clé pour la réussite technico-économique d'un projet de production de biométhane à partir d'ISDND. Cette particularité propre aux ISDND doit également être considérée dans les modalités de calcul et d'application du tarif de soutien par l'Etat.

f) L'offre de GRDF

Réseaux, matériels et procédures, quels coûts ?

L'ensemble des coûts de prestation de GRDF relatif à l'activité biométhane et en vigueur au 1^{er} juillet de chaque année sont disponibles dans le catalogue de prestation de GRDF (page 61 à 63), téléchargeable ici :

<https://projet-methanisation.grdf.fr/wp-adm/wp-content/uploads/2020/07/Catalogue-des-prestations-GRDF-2020.pdf>

La redevance trimestrielle des postes

La redevance trimestrielle est due par le producteur à GRDF au titre de la location du poste d'injection et elle est variable selon le type de poste concerné, à savoir selon la pression d'injection visée et selon la présence ou non de l'étage d'odorisation. La redevance inclut :

- La location du poste intégrant l'investissement initial par GRDF, sa maintenance et son exploitation courante sur toute la durée du contrat (15 ans).
- Le maintien en conformité du poste d'injection.
- Le développement du système d'information inhérent à l'injection du biométhane.
- L'opération d'exploitation du réseau aval inhérente à l'injection de biométhane y compris sa mise en service.
- Le renouvellement du poste en fin de vie.

Les forfaits s'appliquant ainsi trimestriellement aux producteurs sont les suivants :

POSTES D'INJECTION DE BIOMETHANE

Type d'installation	Pression d'injection	Loyer trimestriel	
		€ HT	€ TTC
Avec odorisation	4 bar	13 682,32	16 418,78
	16 bar	14 108,56	16 930,27
Sans odorisation*	4 bar	12 640,39	15 168,47
	16 bar	12 941,20	15 529,44

* Cas où le biométhane est odorisé en amont du poste d'injection par le Producteur de biométhane.

Coûts de redevance des postes d'injection au 1^{er} juillet 2020 – source catalogue des prestations de GRDF

GRDF ne fait pas de bénéfices sur ses prestations concernant le biométhane, conformément à son modèle économique régulé. Les prix des prestations de GRDF sont fixés ex ante par la CRE et auditées ex.post. La redevance est constante quelle que soit la taille du projet (=débit injecté).

Parmi les obligations contractuelles qui lient le producteur à GRDF, la toute première injection, nécessitait jusqu'ici un contrôle poussé de la qualité du biométhane pendant 3 jours consécutifs.

Suite aux bons retours d'expérience sur la qualité gaz, GRDF a décidé de remplacer cette campagne d'analyse de mise en service par un seul prélèvement sur un jour au cours du mois qui précède la date prévisionnelle de première injection et jusqu'à 10 jours après la date de première injection effective. Cette décision permet une baisse du coût de mise en service au bénéfice du producteur de 7 270 euros TTC.

Prestation des contrôles ponctuels (ou contrôle SPOT) et rythme des contrôles :

Les contrôles ponctuels ou SPOT permettent de vérifier les spécifications du biométhane non contrôlées en continu des sites en injection. Ils sont réguliers, à des fréquences définies par les opérateurs de réseaux. En cas de non-conformité, des analyses complémentaires peuvent être demandées avec ou sans coupure de la vanne d'injection.

La fréquence de ces analyses ponctuelles dépend de la typologie des sites concernés et du retour d'expérience dont GRDF dispose au regard de leur nombre.

Le coût de l'analyse à fréquence déterminée est de 3 492.17 euros TTC pour l'ensemble des paramètres de mesure ponctuelle établis au contrat. [GRDF envisage de réduire le prix du contrôle SPOT pour une mise en application lors de la prochaine révision du catalogue de prestation, à savoir au 1er juillet 2021.](#)

- g) Les dispositifs réglementaires en vigueur pour favoriser l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz français

La réfaction du coût de raccordement de 40 %

Depuis fin 2017, le coût de raccordement est pris en charge par le tarif d'utilisation des réseaux publics de distribution de gaz naturel à hauteur de 40 %. Le porteur de projet ne finance donc que 60 % de ce raccordement.

Le droit à l'injection

En complément de la réfaction du coût de raccordement, le droit à l'injection s'inscrit depuis juin 2019 comme une nouvelle opportunité au développement du gaz vert sur les territoires. Dans sa mise en œuvre, les opérateurs de distribution et de transport de gaz définissent pour chaque zone du territoire le schéma de raccordement le plus pertinent au regard des projets existants et du potentiel de la zone. Le territoire est ainsi découpé en zonage de raccordement qui évalue le montant des investissements de raccordements nécessaires pour l'injection des volumes potentiels de biométhane de la zone. Ce zonage fait ensuite fait l'objet d'une consultation des parties prenantes locales avant d'être soumis à validation de la CRE pour engager les investissements dans le respect d'un seuil d'investissement par Nm³/h injecté. Très souvent éloignés du réseau de gaz, les projets de production de biométhane à partir d'ISDND sont pleinement concernés par ce nouveau dispositif. Avant le droit à l'injection, le projet pouvait être conditionné au financement par le porteur de projet d'une distance de raccordement très importante malgré l'application de la réfaction de 40 % voire à son impossibilité d'injecter par manque de consommation gaz sur la zone. Avec le droit à l'injection, les renforcements nécessaires pour permettre cette injection peuvent être pris en charge par l'opérateur de la zone sous couvert d'une validation du zonage de raccordement dont dépend le projet par la CRE. Par ailleurs, le

droit à l'injection introduit la notion « d'extension mutualisée » qui permet la mutualisation des coûts de raccordement entre les sites de biométhane voisins. Le schéma ci-après illustre les différents types de renforcement et la répartition de la prise en charge des coûts. Pour exemple, un renforcement peut consister à un renouvellement d'une canalisation existante ou à son doublement ou encore à un maillage de plusieurs réseaux entre eux. Dans le cas d'études détaillées déjà réalisées avant la mise en place de ce droit à l'injection, celles-ci peuvent être remises si le porteur de projet en fait la demande. Le délai de rendu de ces mises à jour ou des nouvelles études détaillées en application de ce droit à l'injection peut en revanche être allongé par rapport au délai standard de 4 mois visé par le passé.

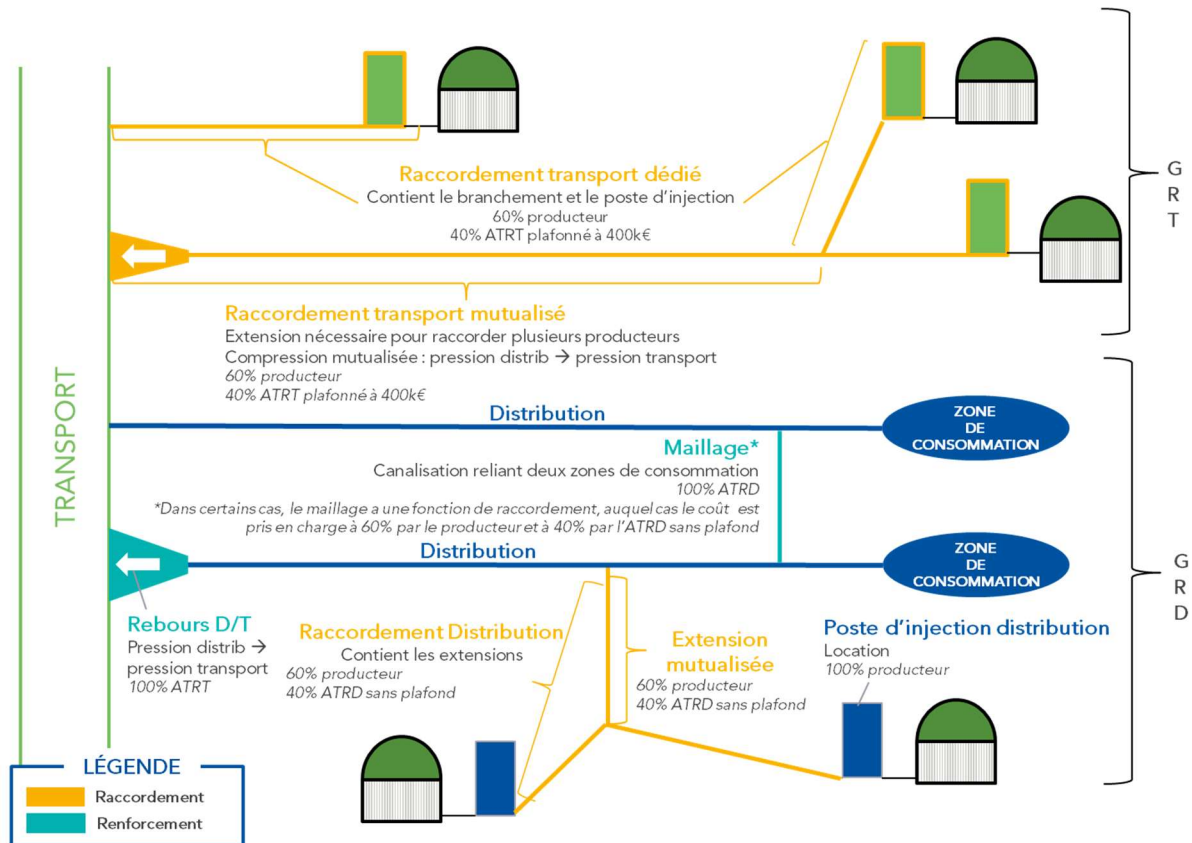


Schéma des différents types d'ouvrage de renforcement et répartition de la prise en charge des différents coûts

Compte-tenu du droit à l'injection, la CRE a mis en place un dispositif tarifaire de timbre à l'injection en guise de contribution des porteurs de projets aux nouveaux coûts d'exploitation générés par les ouvrages de renforcement (surveillance des réseaux, entretien, coût de fonctionnement des rebours, etc.). Applicable pour tout contrat d'injection sur le réseau de distribution depuis le 1^{er} juillet 2020, il peut aller jusqu'à 0.7 euros/MWh injecté. La valeur applicable est précisée à la remise de l'étude détaillée.

h) L'injection de biométhane produit à partir d'ISDND qui se sont déjà lancées



Vue intérieure d'un poste d'injection biométhane - Crédit Photo GRDF

L'injection du biométhane produit dans le réseau de gaz est permise par l'intermédiaire d'un poste d'injection exploité par GRDF et faisant l'objet d'une redevance trimestrielle payée par le producteur selon les modalités de son contrat d'injection.

Ce poste d'injection assure 3 rôles principaux :

- Le comptage des quantités de biométhane injecté.
- L'analyse et le contrôle de sa qualité avant injection.
- L'odorisation dans le cas où le producteur a fait le choix de confier cette dernière à GRDF.

Au titre de l'exploitation de ses postes GRDF relève :

- Les mesures de qualité du gaz réalisées en continu et ponctuelles.
- Les données d'état du poste (vannes, dysfonctionnements de composants...).
- Les données journalières de comptage.

GRDF ne voit pas ou ne sait pas distinguer, les données suivantes :

- Ce qui s'est passé en amont de la mise en service de l'injection du site.
- Les causes d'une coupure de l'injection : process de captage biogaz ou d'épuration ? coupure imprévue ou déclenchée ?
- Les causes d'une diminution de débit d'injection : diminution de la production ou impossibilité d'injecter due à un débouché insuffisant (consommations d'été).

L'analyse des données ci-après a été réalisée sur les 7 premiers sites ISDND en injection en fonctionnement justifiant d'au moins une année complète. Les données 2019 ont ainsi été analysées dans cette partie « analytique » de ce REX.

Qualité du biométhane avant injection

La conformité du biométhane aux spécifications qualité de l'opérateur de réseau est un prérequis à l'injection. Cette conformité constitue un critère de pilotage du poste d'injection, tel que représenté ci-après, en vanne R4 ouverte lorsque conforme et en vanne R4 fermée et R6 ouverte vers boucle de recyclage en cas de non-conformité. Cette conformité est contrôlée d'une part par des mesures en

continu via des chromatographes en ligne et d'autre part via des contrôles ponctuels définis à une fréquence précisée dans le contrat d'injection.

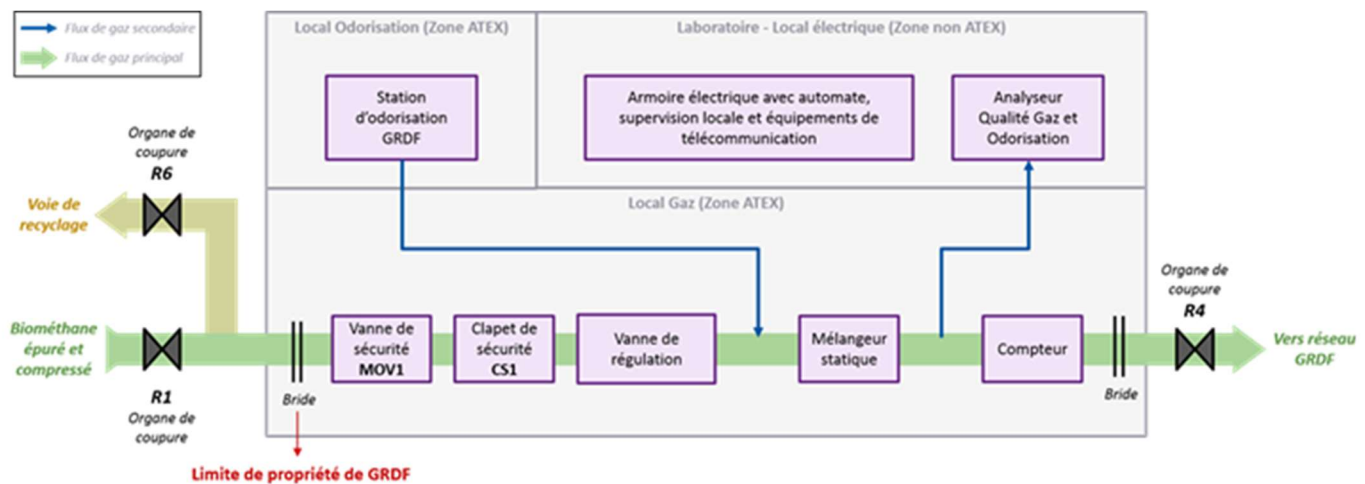


Schéma de principe de l'installation d'injection - source contrat d'injection GRDF – Conditions particulières

Dans le respect du contrat d'injection et sur toute sa durée, le producteur de biométhane s'engage à fournir un biométhane à l'entrée du poste d'injection de GRDF conforme aux prescriptions techniques de GRDF et à la réglementation en vigueur. Le tableau ci-après détaille les prescriptions techniques à respecter.

Paramètres suivis en continu	Limites à respecter	Paramètres suivis sur contrôles ponctuels	Limites à respecter
Pouvoir calorifique Supérieur PCS	Si Gaz de type H : 10,7 à 12,8 kWh/Nm ³ et si Gaz B : de 9,5 à 10,5 kWh/Nm ³	Soufre total	< 30 mg S/Nm ³
Indice de Wobbe	Si Gaz de type H* : 13,64 à 15,7 kWh/Nm ³ et si Gaz B ** : de 12,01 à 13,06 kWh/Nm ³	Chlore (Cl)	< 1 mg/Nm ³
Densité	Entre 0,555 et 0,70	Fluor (F)	< 10 mg/Nm ³
Point de rosée hydrocarbures	< -2°C de 1 à 70 bar	Hydrogène (H ₂)	< 6%
Point de rosée eau	< 5°C à la pression maximale de service réseau en aval du raccordement	Ammoniac (NH ₃)	< 3 mg/Nm ³
H ₂ S + COS	< 5 mg S/Nm ³	Mercure (Hg)	< 1 µg/Nm ³
O ₂	inf. à 100 ppmv. Par dérogation au seuil de 100 ppmv, les limites suivantes sont tolérées par défaut pour l'injection de biométhane : Inférieure à 0,75% (molaire, eq. 7500 ppmv) pour une injection en zone de Gaz H Inférieure à 3% (molaire) pour une injection en zone de Gaz B		
CO ₂	inf. à 2,5% (molaire) Par dérogation, les limites suivantes sont tolérées : Inférieure à 3,5% (molaire) pour une injection en zone de Gaz H Inférieure à 11,7% (molaire) pour une injection en zone de Gaz B	Soufre mercaptique	< 6 mgS/Nm ³
Tétrahydrothiophène (THT)	Entre 15 et 40 mg/Nm ³	Monoxyde de carbone (CO)	< 2%
T°C Biométhane	' < ou = 35°C et > 5°C		
Propane	Max 3,5 % vol.		

Tableau des prescriptions techniques qualité biométhane avant injection – source Contrat d'injection Conditions Générales¹¹

¹¹ Le gaz B se distingue par sa teneur élevée en azote qui le rend plus « pauvre » (d'où son nom de gaz B pour « Bas pouvoir calorifique »). Il provient essentiellement des Pays Bas et il est distribué dans le nord de la France. Le gaz H (H pour « Haut pouvoir calorifique ») est distribué sur le reste du territoire et provient principalement de la mer du Nord, de la Russie, de l'Algérie...

Conformité des mesures ponctuelles sur biométhane d'ISDND

Lors de l'analyse de l'ensemble des résultats des bilans réalisés sur les 7 ISDND objet de ce REX sur sa partie « analytique », la qualité du gaz est conforme aux seuils requis avant injection.

Sur l'ensemble des mesures ponctuelles analysées jusqu'à fin mars 2020, une seule non-conformité a été relevée sur le paramètre Hg et 3 sur le paramètre NH₃.

Constat fait de la bonne conformité du gaz observé des résultats des contrôles SPOT, GRDF a décidé de réduire la fréquence de ses contrôles d'un rythme mensuel à un rythme trimestriel la première année puis de trimestriel à biennuel les années suivantes, soit sur le même rythme que les installations agricoles. Cela représente un gain de 10 000 euros TTC/an.

Conformité des mesures continues sur biométhane d'ISDND

Les mesures continues réalisées sur chromatographes en ligne assurent le contrôle de la qualité du biométhane avant injection. L'injection au réseau gaz est donc régulée par le respect de seuils de mesures. Le principal paramètre mesuré est le Pouvoir Calorifique Supérieur ou PCS qui donne la quantité d'énergie injectée au regard du débit et sur la base de laquelle le producteur perçoit les recettes de rachat de son biométhane. Le dispositif local de mesurage est soumis à des vérifications périodiques conformément au respect de la réglementation des gaz applicable



Analyseurs chromatographe du poste -Crédit photo GRDF

Conforme à la valeur seuil exigée avant injection, le PCS moyen relevé sur l'année 2019 pour les 7 ISDND est établi comme suit :

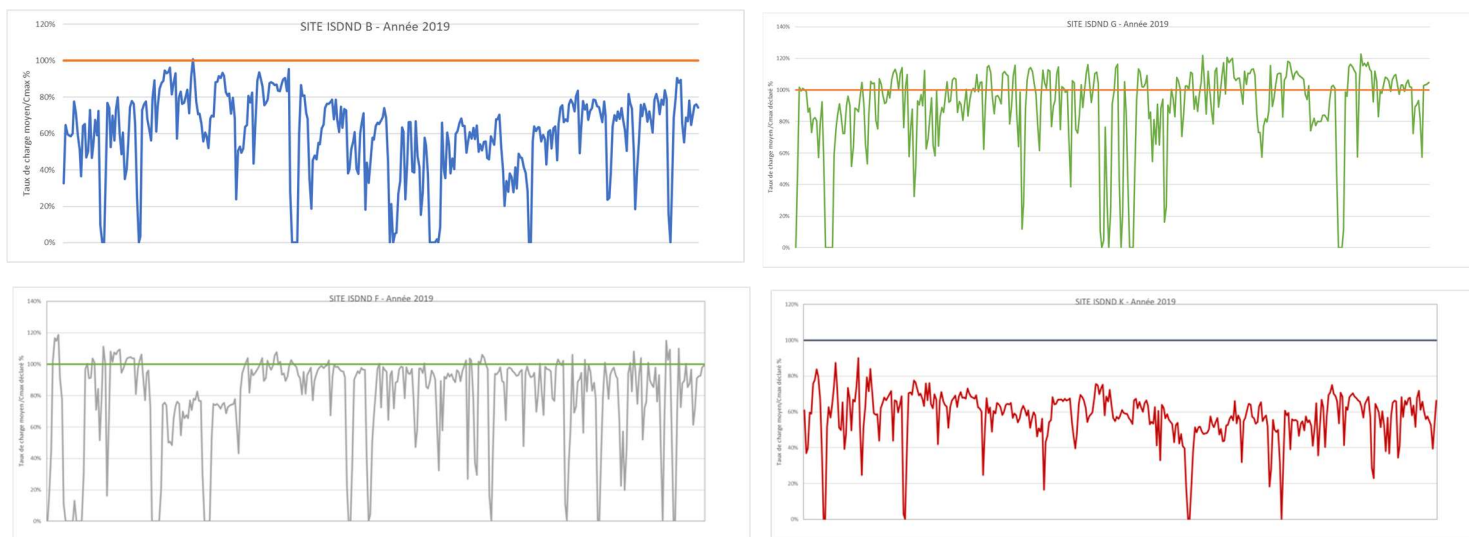
7 ISDND	PCS kWh/Nm ³
MOYENNE	10.89
Min	10.75
Max	11
Ecart type	0.09

Chiffre clé :
PCS moyen de
10,89 kWh/Nm³

Quantité de biométhane injecté – taux de fonctionnement moyen / Cmax déclaré

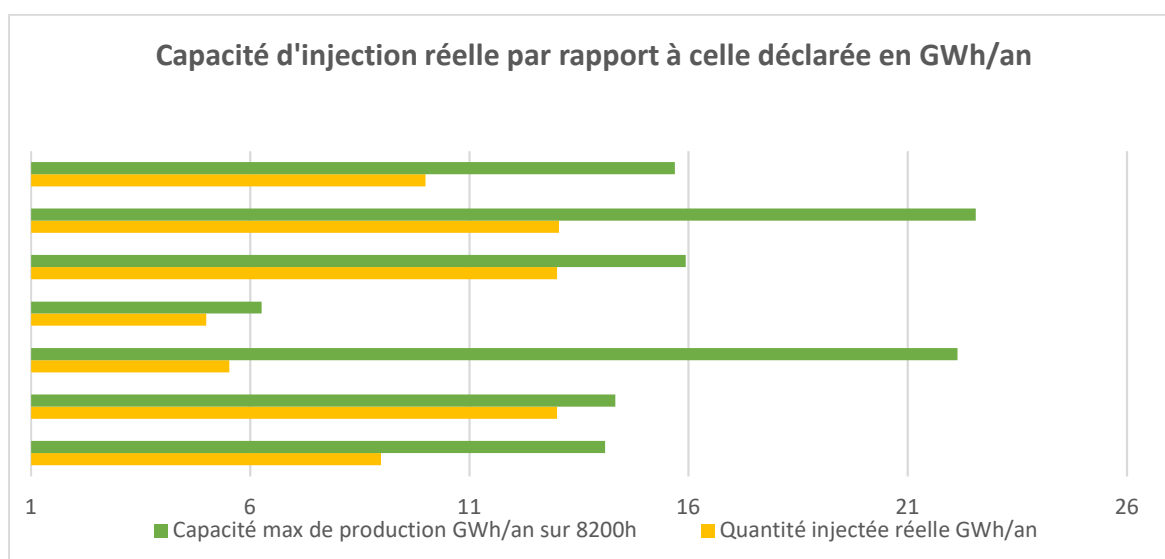
L'analyse des données a été réalisée sur les 7 premiers sites ISDND en injection en fonctionnement sur au moins une année complète.

Les graphiques ci-après illustrent des exemples de profil de charge constatés sur les postes d'injection « ISDND » par rapport au Cmax déclaré sur l'année 2019.



Exemple de profil de charge en quantité de biométhane réelle injectée par comparaison au Cmax – source Portail d'injection Producteur

L'atteinte au Cmax déclaré est peu évidente au regard des courbes de débits réels injectés. En effet, pour des Cmax déclarés entre 70 et 250 Nm³/h (Cmax moyen sur les 7 sites de 177 Nm³/h), le taux de charge moyen de fonctionnement des postes d'injection constaté est de 66 %, moyenne ramenée à 72% sur 6 de ces sites. La faible moyenne d'un des 7 sites s'explique par une phase de test et de réglages de l'étage d'épuration plus importante qu'initialement prévue et un choix de déclarer une Cmax plus élevée en perspective d'une hausse à venir. Lorsque certains sites sont autour de 60 % du Cmax déclaré, d'autres affichent plus de 80 % voire plus de 90 % pour l'un d'entre eux. La bonne définition préalable du Cmax tient dans la détermination au plus juste du profil biogaz et constitue une voie de progrès certaine. **L'intérêt d'une modularité du Cmax déclaré dans le temps est totalement justifié afin d'intégrer les spécificités d'une ISDND.**



Graphique d'évaluation de la capacité d'injection réelle par rapport à la capacité déclarée sur les 7 sites

Taux de disponibilité des postes d'injection sur ISDND

Les situations pour lesquelles le débit d'injection est nul correspondent principalement à :

- Une défaillance de la chaîne de production/épuration.
- Une défaillance du poste d'injection (odorisation, mécanique, contrôle de la qualité du biométhane, automate) prise en compte par le « taux de disponibilité GRDF » précisé au contrat, de 95% pour le poste d'injection en-deçà duquel des compensations financières sont prévues.
- Une coupure d'alimentation électrique.
- La période « d'observation » qui suit une interruption de l'injection avant la réouverture de la vanne d'injection (par exemple pour non-conformité de la qualité du biométhane).
- Des périodes d'autoconsommation du biogaz ponctuelles qui rendent le débit à injecter insuffisant ou nul.

L'indisponibilité d'un poste est calculée comme la durée pendant laquelle le poste n'injecte pas alors qu'il le devrait : c'est la durée totale des coupures d'injection pour lesquelles les paramètres mesurés en entrée de poste (qualité du gaz, température, pression, débit) sont conformes aux exigences contractuelles (contrat d'injection – conditions particulières).

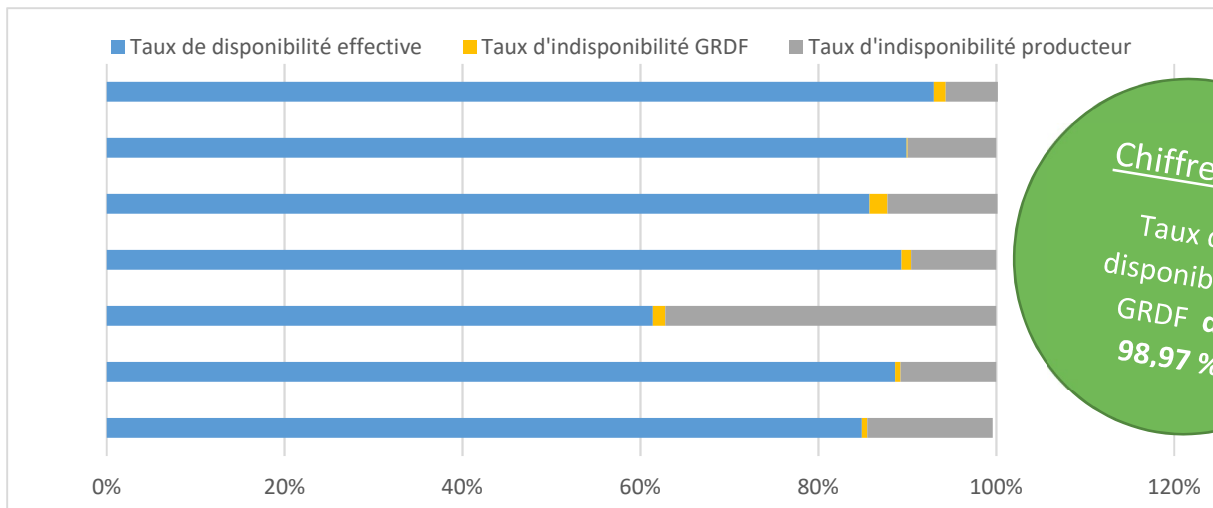
Dans la présente analyse, nous prenons en compte dans l'indisponibilité GRDF :

- Les défauts des analyseurs dans le poste : chromatographes (pannes, manque de gaz vecteur...), capteurs divers...
- Les problèmes d'odorisation (panne, odorisation hors des spécifications) lorsqu'elle est sous la responsabilité de GRDF, c'est le cas sur l'ensemble des postes « ISDND » ;
- Le temps de « stabilisation » de la qualité du biométhane après une non-conformité imputable à GRDF (période imposée contractuellement par GRDF entre le moment où le gaz est redevenu conforme et l'ouverture de la vanne d'injection).

Ne sont pas prises comme des indisponibilités GRDF :

- Les interventions programmées portées à connaissance du producteur ;
- Les coupures d'injection qui résultent du périmètre producteur (épuration et file boue amont).

Un algorithme permet ainsi de réaliser le calcul des taux de disponibilité de l'opérateur et du producteur sur une période donnée. A savoir qu'il est considéré qu'un site fonctionnant parfaitement peut atteindre au moins 8200 h par an de fonctionnement en tenant compte des opérations de maintenance programmées, soit 93,6 % d'injection effective. Le graphique ci-après illustre les résultats sur les données 2019 et sur les 7 sites considérés.



Graphique d'évaluation de la disponibilité à l'injection des postes sur les 7 sites

Le taux moyen de disponibilité effective du poste d'injection (déduit donc de l'indisponibilité producteur et opérateur) est de 90 % sans tenir compte du site pour lesquels des essais sont encore en cours. Ce qui place à 10 % l'indisponibilité liée au producteur sur les 6.4 % considérés comme une valeur acceptable. Le tableau ci-après reprend les principales causes de non-injection pour chacune des parties :

RESPONSABILITE NON INJECTION	PRODUCTEUR	GRDF
Taux d'indisponibilité moyen poste	10%	1,03%
Causes principales non-injection	Coupures électriques Baisse de pression entrée-Débit insuffisant	Odorisation – mesures THT Dérives Chromatographes

Les dérives constatées sur la régulation de l'odorisation ainsi que sur les chromatographes font l'objet d'un plan d'action interne GRDF, les améliorations sont en cours de déploiement sur la version 3 des postes d'injection et font l'objet d'un groupe de travail dédié auquel participent les constructeurs épurateurs.

Au regard de ces résultats, GRDF étudie également la possibilité de revoir son seuil d'engagement de moins de 5 % d'indisponibilité de ses postes.

7) Les bénéfices de la production et de l'injection de biométhane pour une ISDND au cœur des enjeux Economie Circulaire

- i) la production de gaz vert au bénéfice d'une meilleure empreinte carbone au service du territoire

Selon une analyse de cycle de vie réalisée par les cabinets ENEA et QUANTIS en 2017¹², le facteur d'émission carbone du biométhane produit à partir des ISDND est en moyenne de **17 g de CO₂ eq / kWh PCI**¹³. Cette évaluation est basée sur un périmètre intégrant la valorisation du biogaz produit (épuration + injection + combustion).

Sur les 10 ISDND qui ont fait le choix d'injecter aujourd'hui du biométhane à partir de leur biogaz capté, ce sont **jusqu'à 30 000 t de GES/an** qui peuvent être économisées par substitution du gaz naturel fossile dans les usages de son territoire. Les volumes injectés sur les 7 ISDND de ce REX ont permis une économie effective de 13 000 T de GES/an pouvant aller jusqu'à 21 000 T GES/an en capacité maximale.



Source : Cartographie GRDF- Les sites ISDND en injection effective au 1^{er} juillet 2020

¹² « Evaluation des impacts GES de l'injection du biométhane dans le réseau de gaz naturel », ENEA – Quantis 2017

¹³ PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur – facteur de conversion en PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) = 1.11

j) Le biométhane à partir d'ISDND constitue un accélérateur au verdissement des réseaux de gaz français – Chiffres clés

Nombre de projets actifs « GRDF » 49	Potentiel biométhane à l'étude 1,3 TWh dont 1,1 TWh « matures »
Pour 70 % des projets actifs Entre 150 et 250 Nm³/h	Potentiel biométhane d'ISDND injectable à 2023 : 1,1 TWh/an
Durée moyenne de réalisation d'un projet injection sur ISDND 2 ans	Tarif d'achat ISDND pour la majorité des projets « actifs » Entre 68 et 87 Euros/MWh
Nombre de sites ISDND en injection visés à 2025 50	Economie de GES visée à 2025 par production de biométhane sur ISDND 190 000 t CO₂/an

La Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) 2019-2028 définie par l'Etat a pour objectif à 2023 6 TWh de biogaz injecté au réseau français et entre 14 et 22 TWh en 2028. Scénarios cependant conditionnés par l'Etat à une baisse des coûts de production de ce biométhane sur l'ensemble des filières avec une cible de 75 euros/MWh en 2023 et 60 euros/MWh en 2028.

Les ISDND constituent un levier à court terme pour atteindre les objectifs visés :

- ⇒ La durée moyenne de mise en œuvre d'un projet d'injection à partir de la commande de l'étude détaillée jusqu'à la mise en service de l'injection est de 2 ans (sur les 10 unités actuellement en service).
- ⇒ Le tarif d'achat moyen des 10 ISDND en injection est d'environ 80 euros/MWh, compris plus précisément entre 70 et 100 euros/MWh. Le coût de production de biométhane à partir des ISDND est en phase avec les trajectoires de coûts établies par la PPE.
- ⇒ Un projet de type valorisation sur ISDND se traduit par une production de l'ordre de 15 à 25 GWh/an et s'inscrit dans un projet moyen de production biométhane toute typologie confondue avec toutefois des projets de taille très importante pouvant dépasser les 200 GWh/an.
- ⇒ Bien que la majorité des projets ISDND s'inscrivent dans une zone desservie gaz, près de 45 % sont situés hors zone de gaz. La distance de raccordement moyenne des projets « actifs » est de 6 km avec pour certains projets une distance qui excèdent les 22 km. Le droit à l'injection et la réfaction du coût de raccordement de 40 % constituent donc des appuis précieux pour garantir le développement de ces projets. En outre, les projets ISDND peuvent contribuer à faire « sortir » d'autres projets de méthanisation d'un territoire hors

zone de gaz par application du droit à l'injection, forts de leur capacité de production significatives.

k) Les atouts du biométhane

Parmi les principaux atouts du biométhane produit à partir des ISDND, peuvent être retenus :

- Le rendement énergétique qu'il suppose, à savoir près **de 100 % injecté valorisable** du fait des très faibles pertes de gaz dans le réseau.
- Evoqué ci-avant, le biométhane produit à partir du stockage de nos déchets **est 14 fois moins émetteur de gaz à effet de serre que le gaz naturel fossile** (17 g CO₂/kWhPCI contre 227 g/kWhPCI soit un gain de 211 g CO₂/kWhPCI).
- Compte-tenu de ses spécifications qualité visées avant l'injection similaires à celles du gaz naturel, **le biométhane se substitue directement au gaz conventionnel dans ses usages : chauffage, cuisson, eau chaude et usage industriel.**
- Le biométhane peut également se substituer aux carburants conventionnels en allant alimenter des stations dédiées GNV/**bioGNV** et qui permet de tendre vers une mobilité plus propre au regard des enjeux de qualité de l'air, à savoir :
 - ⇒ **Une réduction de 95 % des particules fines émises et de 50 % de NOx par rapport au seuil de la norme EURO 6.**
 - ⇒ **Une baisse de 80 % des émissions de CO₂ par rapport au diesel.**
 - ⇒ **Un moyen pour les collectivités d'atteindre l'objectif de 15 % d'ENR dans les transports en 2030.**
- Une énergie vertueuse qui s'intègre dans la logique de développement **d'une économie circulaire, produite grâce à la valorisation de nos déchets ultimes stockés.**

Sur les 10 ISDND actuellement en injection, le biométhane ainsi produit est capable d'alimenter :



près de 30000 logement neufs



près de 700 bus, poids lourds ou BOM roulant au bioGNV

8) Les ISDND, quel futur ?

Si ce retour d'expérience a pour objectif premier de mettre en avant la faisabilité de la production de biométhane et son injection dans les réseaux à partir de nos déchets stockés, il peut se conclure par une prise de hauteur légitime sur cette filière au regard du contexte qu'on lui connaît. Quelques témoignages de bureaux d'études, de collectivités, d'opérateurs privés et d'épureurs sont ainsi partagés dans ce document autour de questions posées sur l'avenir de l'ISDND, le rôle du biométhane vue à l'externe ainsi que l'impact de la crise COVID sur la filière.

L'ISDND plus qu'un « trou », un savoir-faire, une expertise :

La faisabilité à l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz français s'inscrit dans la continuité des processus d'adaptation de l'ISDND à son temps et aux contraintes toujours plus fortes pour une gestion de nos déchets plus durable.

Témoignage de Guillaume LACOUR, directeur général adjoint d'EODD Ingénieurs Conseils - Expert en ISDND et valorisation du biogaz

« ...Il suffit de visiter une ISDND pour se rendre compte du saut technico-règlementaire qui s'est en effet opéré : double étanchéité des casiers, traitement des lixiviats, valorisation du biogaz, contrôles drastiques, aménagements d'espaces naturels propices à la biodiversité, mutualisation foncière pour le développement d'énergie solaire, ... Les ISDND sont ainsi devenues de véritables unités industrielles requérant un haut de niveau de savoir-faire à tous les stades... Pourtant, à l'instar du sparadrapp scotché au Capitaine Haddock, la filière ISDND pâtit toujours de l'image d'Epinal de « la décharge ... Pour autant, malgré les contraintes réglementaires, fiscales et sociétales, la filière continue sa mue et ces retours d'expérience de 10 unités d'injection de biométhane témoignent du rôle important que jouent les ISDND dans le mix énergétique français. »

La fin de l'ISDND, une utopie ? :

Si les objectifs réglementaires de gestion de déchets amènent à s'interroger légitimement sur la pérennité de la production de biogaz et donc des modèles économiques de valorisation de celui-ci, il est constaté une certaine confiance des acteurs dans la capacité de l'ISDND à tirer profit de ses atouts. En devenant un centre de valorisation multifilière, par ses surfaces foncières disponibles, son implantation acquise des riverains et population environnante, l'ISDND peut être considérée comme un véritable outil de territoire et d'économie circulaire. La production de gaz vert continuera de répondre à ces enjeux comme une brique incontournable de valorisation et de réduction de l'empreinte carbone de nos activités.

Par ailleurs, Antoine Lavoisier de sa citation intemporelle et universelle « Rien ne se crée, rien ne se perd, tout se transforme » nous rappelle que le déchet même dans le respect de la hiérarchie de traitement continuera à être produit à moins de stopper toutes activités. L'ISDND reste ainsi un exutoire nécessaire qui plus est en considérant l'hétérogénéité des outils de gestion de ces déchets au sein de nos différents territoires.

Témoignage de Laurent LE DEVEDEC, Responsable Energies pour la collectivité LORIENT AGGLOMERATION

« La rareté des exutoires sur le territoire régional breton, fait de l'ISDND de Kermat un outil de traitement indispensable pour les déchets dits « ultimes » que nous ne pourrions éviter. La hiérarchisation des modes de traitement des déchets vers une valorisation énergétique, ne pourra cependant pas détourner l'ensemble des gisements. Il est certain qu'une partie résiduelle restera destinée à l'enfouissement. L'ISDND de Kermat permettra par sa durée d'exploitation de répondre efficacement à cet enjeu. »

Témoignage de Guillaume LACOUR, Directeur général adjoint d'EODD Ingénieurs Conseils - Expert en ISDND et valorisation du biogaz

« Les objectifs réglementaires en matière de prévention et de réduction des déchets (lois LTECV 2015 et AGEC 2020) contraignent fortement le cadre évolutif de la filière ISDND. Ne nous trompons pas de combat et soyons ici très clairs : le sens de l'Histoire est de moins et mieux consommer, pour moins produire de déchets. En cela, les objectifs réglementaires des lois ci-avant citées ne peuvent être que salués et défendus avec vigueur. Néanmoins, d'aucuns y prophétisent déjà la fin du stockage, et c'est bien là que se situe l'enjeu de la filière : continuer à proposer un service d'élimination – indispensable et d'intérêt national, la crise sanitaire du Covid-19 l'ayant mis en lumière – tout en s'adaptant aux évolutions sociétales et réglementaires. »

Témoignage d'Antoine LAIR, Expert métier Stockage et Biogaz – VEOLIA - Direction Technique et Performance France

" Le stockage de déchets souffre d'une mauvaise image liée à l'histoire, et sa réduction est programmée dans les politiques européennes. Pourtant nos sites n'ont pas à rougir des efforts réalisés ces dernières décennies pour offrir un exutoire polyvalent, flexible, et maîtriser leurs effluents, voire atteindre le zéro rejet. C'est une filière d'élimination qui permet un véritable stockage du carbone fossile contenu dans nos déchets, en complément de l'incinération qui remet à l'atmosphère ce carbone fossile. Cette filière est également un gisement énorme de méthane fatal disponible de suite, et pour de nombreuses années encore. A partir de ce gisement, Veolia a mis en place des boucles locale d'énergie sous forme d'électricité, de chaleur et maintenant de gaz renouvelable, au sein même des territoires qui ont fait le pari d'accueillir ces sites. Le challenge des prochaines années sera la traçabilité totale des apports et l'optimisation de la valorisation énergétique, dans un contexte de baisse inéluctable du gisement."

Témoignage de Laurence LONGUET, Directrice institutionnelle du groupe PAPREC

« Le centre de stockage va tendre dans les années à venir vers un centre de valorisation multi-filières en réponse aux enjeux de gestion plus durable de nos déchets : Valorisation des biodéchets, valorisation des CSR, centre de traitement des terres polluées.... Le stockage est une étape finale, certes, mais restera tout de même une étape incontournable dans la chaîne de valorisation des flux. Par ailleurs, les objectifs réglementaires, repris dans les plans de prévention et de gestion de déchets régionaux, seront confrontés à la réalité du terrain et il est probable que ces plans soient révisés afin d'éviter le risque d'une crise de la gestion des déchets au sein des territoires. Enfin dans le contexte d'après-COVID 19 et sur la menace d'une crise économique d'importance, l'ISDND restera le moyen le plus simple, le moins coûteux et le moins impactant sur le plan environnemental comparé à l'incinération. L'expérience de ces derniers mois ont montré la souplesse et la réactivité de cette solution. »

Témoignage de Marco VENTURINI, Directeur Commercial – WAGA ENERGY

« Les sites accueillant des ISDND sont de plus en plus destinés à accueillir d'autres installations de production d'énergie (PV sur les anciens massifs de déchets, biomasse...) : ainsi, les ISDND peuvent être envisagées à l'avenir comme des puits de carbone et des sites de production d'énergie ».

Le biométhane, cet atout ! :

Même en bout de chaîne de la gestion de nos déchets, l'ISDND s'inscrit dès à présent, par la valorisation du biogaz en biométhane, dans une logique d'économie circulaire et de réduction de notre impact carbone. Consommer du gaz vert produit à partir d'ISDND c'est émettre 14 fois moins de GES que le gaz naturel fossile et plus de 20 fois moins que le diesel. Produire du biométhane c'est également la garantie de tirer parti de près de 100 % du potentiel énergétique capté contrairement à la production d'électricité par cogénération au rendement nettement moindre et conditionné par le bon usage de la chaleur. C'est également se donner la possibilité de faire rouler la flotte de bennes à ordures ménagères de son territoire au bioGNV en réponse aux enjeux de mobilité durable et dans une logique totalement vertueuse et intégrée au cycle de gestion de nos déchets. Le coût de production du biométhane à partir d'ISDND fait partie des coûts de production les plus faibles de la filière. Enfin produire du biométhane à partir du biogaz d'ISDND c'est bénéficier, à date, d'un savoir-faire français, innovant et exportable à l'international, qui s'inscrit dans les enjeux après-COVID 19 pour la relance de notre industrie française.

Témoignage de Laurent LE DEVEDEC, Responsable Energies pour la collectivité LORIENT AGGLOMERATION

« Le projet de valorisation du biogaz de l'ISDND de Kermat en biométhane a été porté dans le cadre des objectifs fixés par nos élus dans notre Plan Climat Air Energie Territorial. Il répondait également aux attentes de la labélisation CIT'ERGIE de Lorient Agglomération et à la certification ISO 50001 obtenue sur le périmètre du traitement et de la valorisation des déchets.

De plus une phase d'étude de faisabilité a permis de présenter l'opportunité de la valorisation du biogaz de notre ISDND dans les instances politiques de l'agglomération : commission préservation des ressources, bureau et conseil communautaires. Il a fait l'objet d'un large consensus au sein de l'agglomération lors de ses présentations car le projet présentait un intérêt pour la préservation de l'environnement mais aussi économique avec les recettes liées à la vente de biométhane et l'abattement de la TGAP.

La valorisation de notre biogaz en biométhane améliore notre mix énergétique et la baisse de nos émissions de gaz à effet de serre. La production permet de couvrir 80% de la consommation de la commune d'Inzinzac Lochrist ou 80% de la consommation de notre flotte de bus. A noter que ce projet a permis également d'initier la réflexion gaz véhicule sur notre territoire, une station de distribution public va d'ailleurs voir le jour et permettra d'alimenter les transporteurs mais également nos bennes à ordures ménagères. Une réflexion est aussi engagée concernant notre flotte de bus. »

Témoignage de Carole BLOQUET, Directrice Innovation – SUEZ France

« La production de biométhane participe à la stratégie de SUEZ de généraliser la valorisation énergétique du biogaz produit dans les unités de méthanisation et les centres de stockage de déchets et permet ainsi la mise en place de boucles locales de valorisation pour transformer les déchets en ressources énergétiques renouvelables.

Depuis la 1ère mise en service de l'installation à Saint Maximin en juin 2017, SUEZ a mis en œuvre 3 autres installations en collaboration avec WAGA ENERGY.

Mais ne nous y trompons pas ! un projet de production de biométhane sur une installation de stockage reste complexe notamment sur le juste calcul de la capacité maximale ; en effet, la production du biogaz d'installation de stockage est fluctuante durant la vie de l'installation avec une grande part d'incertitude sur la nature et le tonnage des déchets à venir ; il est essentiel pour la rentabilité d'un projet d'évaluer de manière sécuritaire cette production de biogaz qui dimensionnera à la fois l'unité d'épuration mais également le niveau du tarif de soutien . »

Témoignage de Marco VENTURINI, Directeur Commercial – WAGA ENERGY

« Le biométhane - énergie renouvelable et locale - est un pilier de la transition énergétique : il remplace une énergie fossile qui représente 40 % de notre consommation finale pour le chauffage, l'industrie et le transport, en utilisant les infrastructures existantes et sans modifier les usages. Avec un tarif d'achat parmi les plus bas du marché, le biométhane d'ISDND est une des énergies renouvelables les plus compétitives sur le plan économique ».

Dans le cadre des plans d'optimisation des performances et de relance post-Covid, le déploiement rapide de la filière biométhane injecté est une opportunité pour générer des nouvelles sources de création de valeur, avec des externalités positives sur l'emploi, l'industrie, l'énergie et le climat. Dans ce cadre, Waga Energy a identifié ses projets qui pourraient être déployés rapidement, ce qui représente un plan d'investissements de l'ordre de 50 millions. En plus de la contribution à la production de biométhane, ce plan aurait un effet considérable sur la relance de l'industrie française (toutes les WAGABOX® sont entièrement fabriquées en France) et sur l'emploi »

Ce qu'il faut retenir

Sur 150 sites qui injectent au 01 juillet 2020, 10 Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux sont concernées, pour une capacité de production maximale cumulée de 180 GWh/an, soit 10 % de la capacité maximale globale toute nature de site confondue.

La progression du nombre de sites en service est notable : + 10 sites en moins de 3 ans

Une perspective à l'injection à 2025 sur ISDND de 50 sites pour plus d'un 1 TWh de capacité Installée

Un taux de charge moyen des installations de plus de 70 % par rapport au Cmax déclaré fortement dépendant d'une définition « experte » du profil biogaz de l'ISDND sur la durée du contrat d'injection (soit 15 ans)

Un taux moyen de méthane dans le biogaz capté sur ISDND en injection effective de l'ordre de 40-45% et un taux moyen de production de biogaz capté, considéré pour le dimensionnement fluctuant entre 20 et 80 Nm³/T déchets (sur base des données de 7 ISDND)

La disponibilité moyenne des postes d'injection de GRDF est supérieure à 98 %

La qualité du biométhane injecté à partir du biogaz d'ISDND est conforme aux prescriptions techniques avec notamment un PCS moyen de 10,89 Nm³CH₄/kWh.

Une réduction des fréquences des contrôles SPOT qui permettent une économie de près de 10 000 euros/an

GRDF compte au 1^{er} juillet 2020, près de 50 projets actifs à l'étude et en injection effective de valorisation en biométhane du biogaz capté sur ISDND soit 1,3 TWh/an

Un biométhane produit à partir de nos déchets non dangereux qui est 14 fois moins émetteur en GES que le gaz naturel fossile

Les ISDND en France qui produisent et injectent du biométhane permettent une économie de GES de plus de 30 000 t CO₂/an

Les ISDND qui ont fait le choix d'injecter assurent ainsi le verdissement de leur territoire par l'alimentation de plus de 26 000 nouveaux foyers RT 2012 et près de 700 bus, poids lourds ou BOM roulant au bioGNV

Les ISDND en France constituent un véritable potentiel de création de centres de valorisation multifilière où la méthanisation territoriale, comme le traitement des CSR ou des terres polluées y trouveront leur place.

Liens utiles :

Portail de méthanisation de GRDF : <https://projet-methanisation.grdf.fr/>

Panorama du gaz renouvelable 2019 <https://projet-methanisation.grdf.fr/wp-admin/wp-content/uploads/2020/06/ser-panoramagazrenouvelable2019.pdf>

QUEL QUE SOIT
VOTRE FOURNISSEUR

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



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