

Project 'BIN2GRID'

Projet "Bin2Grid" – Transformer les biodéchets en biométhane distribué dans un réseau de stations-service locales
Accord de subvention No 646560



Fiches de renseignement sur les bonnes pratiques de traitement du biogaz

WP 5 – Task 2 / D 5.2

June 2016



Auteur: Prof.dr.sc. Neven Duic, UNIZAG FSB, Croatia
Dr.sc. Tomislav Puksec, UNIZAG FSB, Croatia
Dominik Rutz, WIP, Germany
Bojan Ribic, ZG Holding, Croatia
Philipp Novakovits, GET, Austria
Jean-Benoit Bel, ORDIF, France

Relecteurs: Tous les partenaires du consortium

Contact: University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture
Prof.dr.sc. Neven Duic
Email: neven.duic@fsb.hr Tel: +385 1 6168 242
Ivana Lucica 5
10000 Zagreb
Croatia
www.fsb.hr



Ce projet a reçu un financement du *Programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne* sous la convention de subvention No 646560.

Le contenu de ce document n'engage que la responsabilité de son auteur et ne représente pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne. Ni l'INEA ni la Commission européenne ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

Bin2Grid site internet: www.bin2grid.eu

Glossaire

Méthanisation

La méthanisation est un procédé naturel pendant lequel des micro-organismes dégradent la matière organique en l'absence d'oxygène pour la transformer en biogaz et en digestat.

Biogaz

Un gaz combustible venant de la décomposition des déchets organiques en conditions anaérobie. Le biogaz des déchets organiques contiennent en général 50 à 70% de méthane en volume.

Biométhane

Biogaz brut qui est produit au cours de la méthanisation et qui consiste généralement en 50-75 % vol de méthane, 25-55% de dioxyde de carbone, 0-10 % de vapeur d'eau et des quantités faibles d'azote, d'hydrogène, d'oxygène, d'ammoniaque et de sulfure d'hydrogène. Le biogaz traité et purifié est nommé « biométhane ». Le biométhane a une teneur en méthane de >95%.

Biodéchets

Les déchets biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine, issus des ménages, des restaurants, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant.

Collecte sélective

Une collecte dans le cadre de laquelle un flux de déchets est conservé séparément en fonction de son type et de sa nature afin de faciliter un traitement spécifique.

Déchets verts

La fraction des déchets de parcs et jardins et des opérations de gestion des espaces verts. Ils sont généralement caractérisés par une teneur importante en produits ligneux et sont de ce fait plus souvent compostés que méthanisés.

GNV

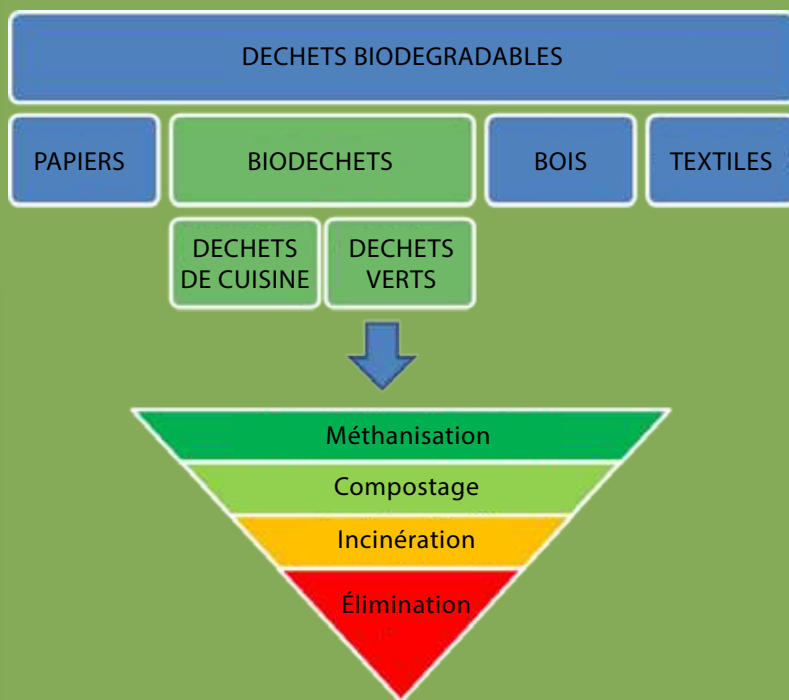
Gaz naturel comprimé obtenu en comprimant du gaz naturel (principalement du méthane) à moins de 1% de son volume à pression atmosphérique. Il est stocké et distribué dans divers containers présentant une pression de plus de 200 bars.

Le principal impact des déchets biodégradables (qui incluent les biodéchets) est la production de méthane (dont l'effet sur le réchauffement est bien plus important que celui du CO₂) qui est produit dans les installations de stockage pendant leur décomposition. Cela pose un sérieux problème puisque ces émissions représentent près de 3% des émissions globales de GES dans l'UE 15 en 1995. Dès lors, la Directive européenne concernant la mise en décharge a imposé aux États Membres de réduire les quantités de biodéchets municipaux envoyés en enfouissement de 35% d'ici 2016 par rapport aux niveaux de 1995. Pour certains pays l'échéance a été fixée à 2020.

Dans l'UE, en moyenne, 40% des biodéchets sont encore envoyés en enfouissement.

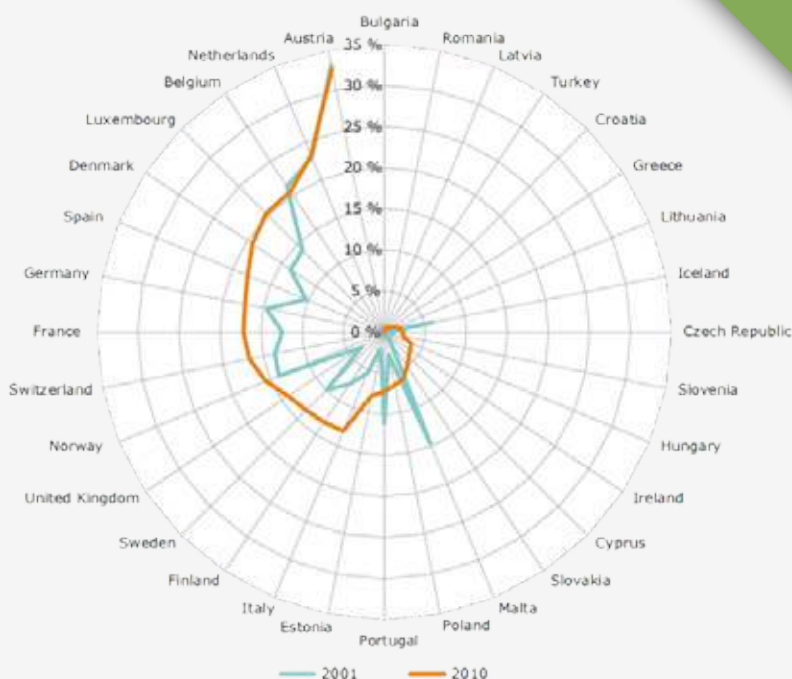
Révision de la Directive Cadre Déchets

La Commission cherche le moyen le plus adapté pour fixer des nouveaux objectifs pour la valorisation des biodéchets, qui devraient être inclus dans la révision de la Directive Cadre Déchets. L'idée principale est que les objectifs sur le traitement des biodéchets vont de pair avec des incitations fortes en faveur de la collecte sélective des biodéchets, puisque c'est la seule manière d'obtenir un compost ou un digestat de bonne qualité.



En 2014 la Commission Européenne s'est penchée sur la révision des objectifs de la Directive sur la mise en décharge. Concernant les biodéchets, les principaux éléments ont porté sur :

- Le Recyclage et la préparation au réemploi des déchets municipaux, devant être portés à 65% en 2030 ;
- Réduire progressivement l'enfouissement pour en taux maximum de 10% en 2030 ;
- Introduction de la collecte sélective des biodéchets.



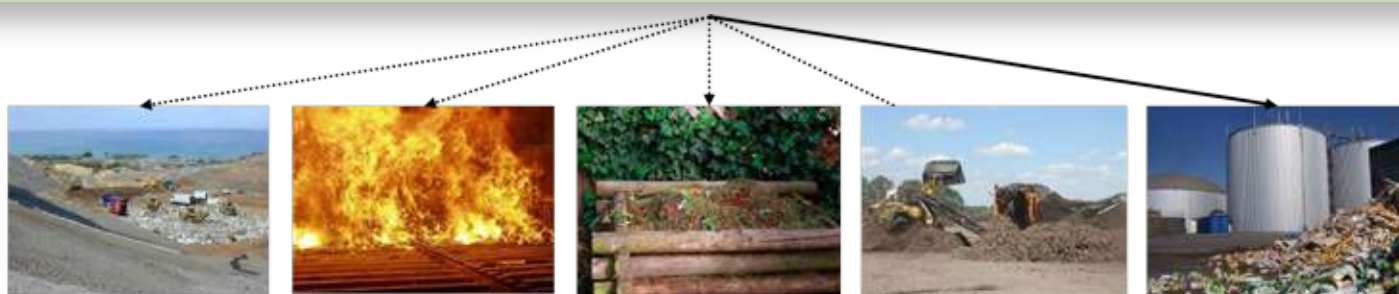
Recyclage des biodéchets dans l'UE (source: rapport de l'AEE, 2/2013)

Environ 90 millions de tonnes de biodéchets ...

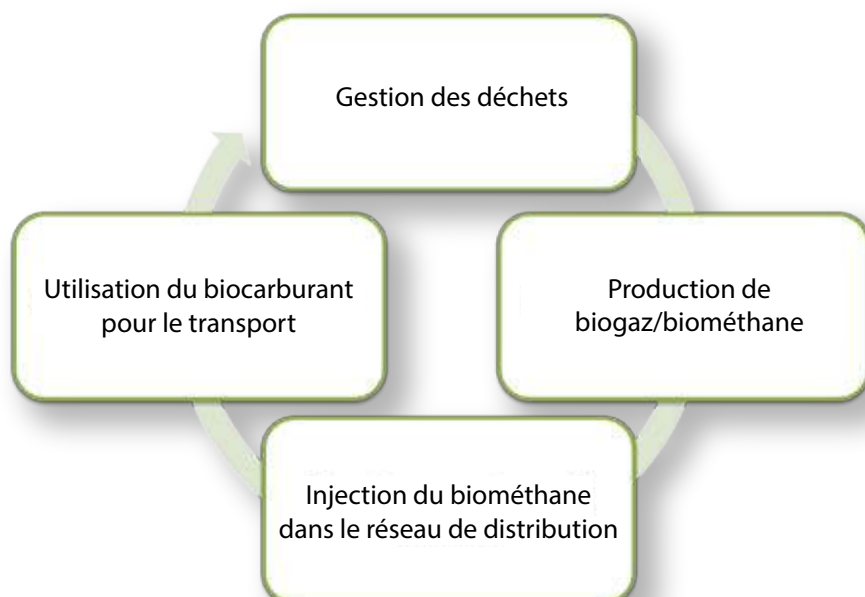
...sont produits chaque année en UE;

soit près de 180 kg par personne !!

Il existe plusieurs modes de traitement pour les biodéchets (compostage, méthanisation, incinération). Cependant, la Directive sur la mise en décharge ne prescrit pas de mode de traitement spécifique. L'intérêt le plus significatif d'une bonne gestion des biodéchets est la production d'un compost de qualité et d'énergie sous forme de biogaz ou de biométhane. De ce point de vue elle contribue à améliorer la qualité des sols et à réduire la dépendance énergétique du territoire. Cependant, de nombreux États Membres n'ont pas opté pour cette option du fait de l'existence de solutions plus économiques et plus simples à mettre en œuvre, telles que l'incinération ou l'enfouissement.



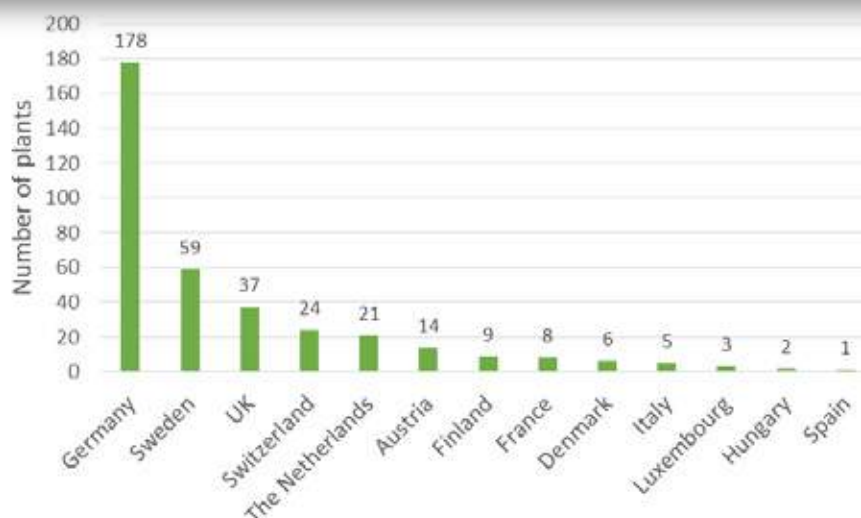
Enfouissement	Incinération	Compostage à domicile	Compostage centralisé	Méthanisation
<ul style="list-style-type: none"> - Réduction nécessaire pour répondre à la Directive 2006/12/EC - Les gaz des centres d'enfouissement peuvent être valorisés mais la production d'énergie est faible; - Le recyclage des nutriments n'est pas possible 	<ul style="list-style-type: none"> + Valorisation énergétique - Le recyclage des nutriments n'est pas possible - Coûts d'investissement importants - Transports plus longs du fait d'usines centralisées 	<ul style="list-style-type: none"> + Pratique commune dans beaucoup de cas + Produit à haute valeur ajoutée + Pas d'organisation logistique compliquée - Pas de production d'énergie - Pas possible pour tous les types de déchets - Implémentation limitée en milieu urbain 	<ul style="list-style-type: none"> + Pratique courante + Produit à haute valeur ajoutée - Pas de production d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> + Production d'énergie + Produit à haute valeur ajoutée + Possibilité de transporter le carburant → Possibilité de transporter le carburant



Les concepts **biodéchets vers biométhane** représentent les meilleures stratégies de gestion parce qu'ils constituent une source d'énergie renouvelable en plus de proposer un mode de traitement vertueux. Il est cependant important de noter que ce concept ne permettra pas à lui seul de répondre aux défis énergétiques de l'Europe, puisque la conversion de l'ensemble des biodéchets en énergie ne répondrait qu'à 2% des objectifs EU en sources d'énergie renouvelable. Ce concept doit être considéré comme un bon instrument pour les territoires pour résoudre leurs problèmes de gestion des déchets tout en améliorant leur durabilité, leur croissance économique et le nombre d'emplois locaux.

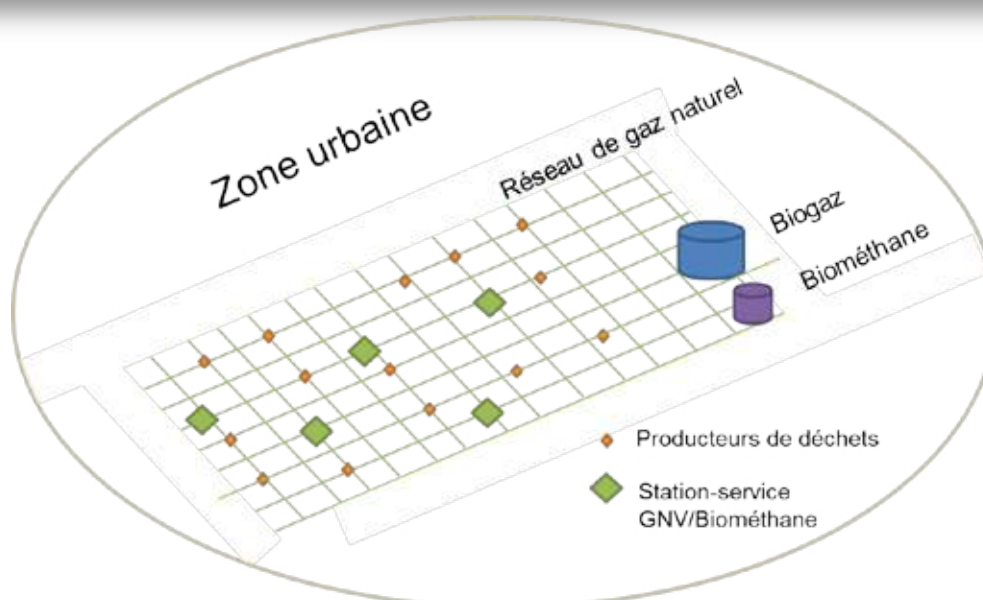
¹ Dominik Rutz, Anaerobic digestion market and technologies, Bin2Grid Paris conference

Le biométhane est un carburant de valeur qui pourrait satisfaire 1/3 des objectifs pour 2020 sur les sources d'énergie renouvelable pour le secteur des transports !



Au début de 2015 il y avait 367 usines de méthanisation en Europe, avec une capacité d'épuration du biogaz de 310 000 Nm³ de biogaz brut (European Biogas Association). L'Allemagne regroupe le plus grand nombre d'unités injectant le biogaz ainsi que la plus grande capacité de production en Europe. En 2007, le gouvernement a défini des objectifs pour l'injection de biométhane pour 2020 et 2030 :

- 6 000 000 m_n³ d'injection annuel en 2020 (= 60 TWh/a)
- 10 000 000 m_n³ d'injection annuel en 2030 (= 100 TWh/a)



Question clé dans le biogaz

Un des sujets "clé" pour la transformation du biogaz en biométhane est de séparer le lieu de production du lieu où le biogaz sera utilisé. Il est fréquent que les unités de méthanisation à la ferme n'aient pas besoin de beaucoup de chaleur, il peut donc y avoir des pertes de chaleur. L'injection du biométhane après épuration du biogaz permet ainsi d'ouvrir des possibilités de valorisation et d'améliorer l'efficacité énergétique. Le biométhane peut être utilisé comme carburant pour véhicule ou dans des unités de cogénération urbaine où toute la chaleur pourra être valorisée.

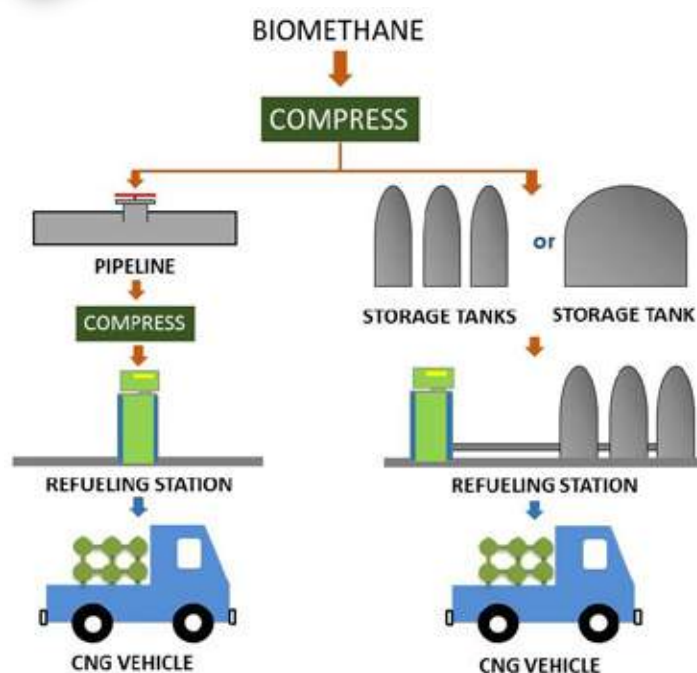
Meilleurs exemples de villes européennes ayant implémenté des concepts déchets – énergie



Si la production de biométhane à partir de biodéchets n'est pas extrêmement développée en Europe, certaines villes ont fait des efforts significatifs dans cette direction. On peut considérer ces villes comme des exemples intéressants qui peuvent constituer des sources d'inspiration pour d'autres villes qui souhaitent s'orienter vers l'injection de biométhane.

Dans ce document seront présentées des villes ayant investi du temps et des efforts pour mettre en place une collecte sélective et une gestion séparée des biodéchets et qui ont connecté leur unité à une unité de traitement du biogaz. À travers cette démarche, ils ont pu améliorer la durabilité de leur territoire, l'économie et les emplois locaux.

Des exemples particulièrement réussis sont également parvenus à établir une chaîne biodéchets-biométhane en utilisant le biométhane pour les transports publics de la ville.



Allemagne

La ville de Augsburg

Augsbourg est une ville de Souabe, Bavière, Allemagne peuplée d'environ 282 000 habitants. La gestion des déchets est effectuée par l'entreprise AVA Abfallverwertung Augsburg GmbH² fondée en 1991. AVA est la propriété de l'intercommunalité en charge de la collecte d'Augsbourg, ainsi que de la ville d'Augsbourg, du Comté de Augsburg et du comté d'Aichach-Friedberg. AVA gère les déchets d'environ 1 million d'habitants et les traite dans une usine d'incinération avec une ligne DASRI et une unité de méthanisation.

Chaque jour, AVA reçoit environ 1 000 tonnes de déchets des ménages, des industries et des services, apportés par 300 camions de collecte.



AVA Abfallverwertung
Augsburg GmbH



Données:

Commande: 2013

Durée de la construction: 1 an

Investissement total : 17.2 M€
(dont 14.4 M€ pour la méthanisation et 2,8 M€ pour l'épuration du biogaz)³

Entrants: 55.000 t/an de biodéchets (dont déchets verts)

Sortants: 14 000 t/an d'engrais liquide pour l'agriculture et
12 000 t/an de digestat de haute qualité

Biogaz: 5,4000,000 m³/an

Impuretés dans le substrat: 2-3 %

Production de biogaz : 100 m³ par tonne de biodéchets

Digesteurs de l'unité de méthanisation AVA
(Source: D. Rutz, WIP)

Population (Surface de collecte des déchets): 1 M

Surface de collecte des déchets: 4,873 km³

² Source: <http://www.ava-augsburg.de/>

³ Source: <https://www.youtube.com/watch?v=RaYftmQ4ALc>

Production du biogaz

Les biodéchets triés à la source par les ménages, collectés dans des bacs marron, sont broyés et mélangés avec des déchets verts directement apportés par les habitants à AVA. Les impuretés (2-3 %) du broyat sont extraites à l'aide d'aimants et de cribles. Le substrat est stocké dans 4 zones de stockage de 200 m³ chacune.

Le substrat est ensuite mélangé et préchauffé avec de l'eau de process et injecté directement dans 3 digesteurs à piston de 1 600 m³ chacun. La température de digestion est de 54 °C. Des agitateurs à lame mélangent les matières à l'intérieur des digesteurs. Le biogaz est collecté dans un unique réservoir de stockage situé au-dessus des digesteurs.



L'unité de méthanisation d'AVA
(Source: D. Rutz, WIP)

Le temps de rétention est de 18 à 20 jours. Le digestat est séparé en une fraction liquide et une fraction solide. La fraction solide est compostée, criblée (10 mm) et vendue comme compost. Une partie de la fraction liquide recircule dans le process et est mélangé avec le substrat, l'autre partie est utilisée comme engrais liquide sur des champs de culture.

Le biogaz a une teneur en méthane de 60%, il est pré-nettoyé par un filtre à charbon actif puis épuré en biométhane. Environ 1 000 m³ de gaz brut est transformé en 600 m³ de biométhane chaque heure. Sur une année, environ 3 Mm³ de biométhane sont injectés dans le réseau de distribution de gaz, ce qui représente la consommation en carburant de 3 000 voitures parcourant environ 15 000 km par an.

La proximité d'une usine d'incinération est un avantage qui permet des synergies : une partie de la consommation d'énergie de l'usine de méthanisation (notamment la chaleur) est couverte par la production de l'incinérateur.

La technologie de l'usine de méthanisation a été apportée par Thöni Industriebetriebe GmbH, et MethaPOWER GmbH a apporté la technologie d'épuration du biogaz.

Épuration du biogaz

Le procédé d'épuration du biogaz⁴ est principalement basé sur les différentes perméabilités des gaz en polymères. Le biogaz est porté à la pression demandée à l'aide d'un compresseur puis passe à travers une unité de traitement par membrane. Les molécules de CO₂ étant plus petites que celles de CH₄ et se dissolvant mieux dans les polymères, les micropores des membranes peuvent migrer bien plus rapidement. La séparation du méthane et du dioxyde de carbone a lieu alors que le méthane est capté sur la partie à haute pression de la membrane, tandis que le CO₂ passe à travers le crible moléculaire et peut être extrait. La perte en méthane est cependant inévitable d'après l'entreprise proposant cette solution technologique. Si besoin, un procédé catalytique peut être inclus pour traiter les dégagements gazeux, qui peut être opéré sans apport de chaleur extérieure à partir de 0,3% de CH₄ en volume dans les gaz résiduels.



Le système d'épuration à membrane du biogaz de l'unité AVA (Source: D. Rutz, WIP)

Utilisation du biométhane

La valeur calorifique du biométhane est ajustée en ajoutant du propane et le biométhane est odorisé par l'opérateur du réseau de distribution. Par la suite, le biométhane est injecté à une pression de 4 bars dans le réseau est vendu à la compagnie de gaz Erdgas Schwaben, principalement pour du carburant de véhicule à travers un réseau de stations-services.

Données sur l'épuration du biogaz:

- Technologie: membranes
- Coûts d'investissement : 2,8 M€

⁴ Source: www.methapower.eu

France

Population: 385,000
Surface: 2,560 km²

A propos de l'usine

L'unité a été mise en place pour traiter les déchets d'un territoire composé de 291 communes rassemblant environ 385 000 habitants. Le projet a été porté par le Sydème, le syndicat en charge du traitement des déchets du territoire. Les premières consultations pour l'usine de méthanisation ont été lancées en 2005. L'idée était d'améliorer la valorisation des déchets municipaux tout en produisant une énergie renouvelable et de réduire les quantités enfouies tout en identifiant des modes de traitement plus adaptés pour les différentes fractions.

En parallèle, un système de collecte des déchets a été mis en place : 3 types de sacs sont utilisés : des sacs verts pour les biodéchets, orange pour les recyclables secs et bleu pour les OMr. Ces sacs sont collectés ensemble dans un même bac et envoyés dans un centre de tri, où chaque flux est orienté vers le traitement adéquat. Les biodéchets incluent les déchets de cuisine, les papiers sanitaires et les petits déchets verts, et représentent entre 60 et 80 kg/hab/an. L'usine traite également les déchets verts collectés en déchèteries et les biodéchets des marchés et des restaurants. L'usine a été mise en marche en 2011, le biogaz étant valorisé en cogénération. En 2013, l'injection de biométhane dans le réseau de distribution a été lancée, permettant d'alimenter entre autre les véhicules du SYDEME.



Données:

L'usine a une capacité de traitement de 42 000 t/an et traite différents types de déchets:

- Biodéchets ménagers (environ 32 000 t/an)
- Déchets verts broyés (environ 5 000 t/an)
- Biodéchets non ménagers : restaurants, IAA, distribution, restauration collective et CIVE (environ 5 000 t/an)
- Biodéchets liquides (huiles, graisses – environ 20 t/an)

Sous-produits solides:

- Environ 8 000 t/an de compost;
- Environ 10 000 m³/an d'effluents liquides, utilisés comme engrais
- Environ 600 t/an d'engrais solides, sous formes de granulats.

La production d'énergie s'élève à:

- **5,500,000 Nm³/an** de biogaz (environ 150 Nm³/t d'intrants) avec une teneur en méthane de 60%
- **10,9 GWh/an** d'électricité
- **12,4 GWh/an** de chaleur
- **50 Nm³/hr** de biométhane injecté – va être porté à 100 Nm³/an. Cela représente une production de 400 000 Nm³/an de biocarburant, soit 4 000 MWh/an



Vue de l'usine (Crédits : SYDEME)

La méthanisation a lieu dans 3 digesteurs d'une capacité de 1 400 m³ chacun. Le procédé est semi-humide, équipé de pistons horizontaux, et thermophile (55 °C).

Les déchets sont méthanisés pendant 3 semaines. Avant d'être intégrés dans les digesteurs, ils passent par un mélangeur.

Production de biogaz

Environ 85% du biogaz (soit 4 700 000 Nm³/an) est envoyé dans 2 unités de cogénération (moteur à gaz avec des générateurs d'énergie, avec une capacité de production totale de 1 740 kW) pour produire de la chaleur et de l'électricité. Les 15% restants sont transformés en biométhane, le procédé est présenté ci-dessous. L'unité de production d'électricité a un rendement de 40% contre 80% pour la chaleur. L'électricité est vendue au réseau de distribution, la chaleur est utilisée autant que possible pour les besoins du site (digesteurs, bâtiments administratifs...). Une autre partie est vendue à une serre qui fait pousser des fruits et légumes à proximité du site. Le reste est utilisé pour sécher les engrais liquides afin de faciliter leur stockage et leur transport. Les résidus de traitement sont quant à eux envoyés en incinération.

Utilisation du digestat

Le digestat est traité dans un procédé de séparation solide/liquide (presse et déshydratation). La phase liquide est en partie réinjectée dans les digesteurs et en partie valorisée sous forme d'engrais liquide. La partie solide est compostée en tunnel avec injection d'air et l'ajout de structurants. Il est ensuite passé par un crible pour extraire les éventuels résidus. Le compost est vendu en vrac au prix fixe de 8 €/t, les engrais liquides sont mis à disposition en libre accès et gratuitement. Les granulats sont vendus 20 €/t.

En 2013, l'usine a traité environ 36 700 tonnes de biodéchets (16 800 t de biodéchets ménagers, 1 700 t de biodéchets non ménagers et 18 000 t de déchets verts). La production d'électricité s'élève à environ 8 000 MWh et la production de biométhane à un peu moins de 3 000 MWh.

Épuration du biogaz

Le procédé de transformation du biogaz en biométhane a été élaboré par Air Liquide et utilise une technologie d'épuration par membrane qui permet d'extraire CO₂, O₂, H₂O et H₂S. La vapeur d'eau est condensée en refroidissant le gaz et en opérant une séparation des gouttelettes pour éviter la ré-humidification du gaz et permettant d'éliminer une partie des impuretés.

Utilisation du biométhane

Le biométhane est principalement utilisé par les véhicules du SYDEME : tracteurs, bennes collectant les biodéchets, porteurs de bennes de déchèteries et véhicules légers. L'acquisition de 34 véhicules a été effectuée en 2012 afin de pouvoir bénéficier du biométhane produit par l'usine. La régie des transports urbains de l'Agglomération de Forbach approvisionne également 6 de ses bus sur le site.

Une station-service publique a ainsi été ouverte et est mise à disposition des habitants ainsi qu'aux collectivités locales. Elle propose 3 types de carburants : du biométhane pur, de l'Eco GNV (mix de biométhane et de GNV) et du GNV. Du fait des coûts d'investissement, le biométhane reste plus cher que le GNV « traditionnel ».



La station-service en fonctionnement (crédits: IVECO)

Données sur l'épuration du biogaz:

- Technologie d'épuration par membranes
- Taux de méthane > 98%
- Coûts d'investissement : environ 3 M€



La flotte de véhicules utilisant le biométhane (crédits: SYDEME QUID 2014)

L'Espagne

La ville de Madrid

Madrid est l'une des villes les plus peuplées en Espagne, avec une production de déchets municipaux d'environ 1,2 million de tonnes par an, dont 83% produits par les ménages et 17% des activités économiques comme les services de restauration et les magasins. La ville dispose d'un des systèmes les plus en avance en matière de gestion des déchets en Europe. Les déchets municipaux sont séparés en 4 fractions : papier/carton, verre, emballages légers et résiduels, principalement collectés en apport volontaire, et envoyés vers des opérations de recyclage, de valorisation et d'enfouissement. De plus, la ville compte un réseau de déchèteries pour la collecte sélective des piles et batteries et des déchets spéciaux. Dans le but de réduire l'impact carbone des déchets et pour contribuer à améliorer l'utilisation efficace des ressources et la production d'énergie renouvelable, l'accent est mis sur la valorisation des biodéchets par méthanisation.



Population: 3.165.235 habitants

Surface: 605,77 km²

Données:

Parc technologique de Valdemingomez:

Digesteurs: 3500 m³
(diamètre intérieur 16,5 m,
hauteur 22 m)

Procédé sec, en une étape.

Mésophile (35 – 38°C)

Production de biogaz (60% CH₄): 188 Nm³/t

Production de biométhane (96% CH₄): 6 millions de
tonnes par an

Capacité de traitement: 369.000 tonnes de biodéchets



Production du biogaz

La fraction organique des déchets extraite de l'usine de tri est soumise à un prétraitement dans un trommel pour séparer les matériaux inertes, en particulier les métaux ferreux. La matière organique ainsi prétraitée est envoyée en méthanisation pour être transformée en biogaz et en digestat. Le procédé est à un étage avec un temps de rétention hydraulique de 21 jours, avec une agitation pneumatique à l'aide de jets situés à la base du digesteur. Le digestat suit une étape de déshydratation pour être converti en compost, alors que le biogaz est envoyé dans une unité d'épuration pour être converti en biométhane.

Épuration du biogaz

Le biogaz généré pendant la méthanisation devient du biométhane, un produit possédant les mêmes qualités que le gaz naturel. Le biogaz, préalablement comprimé à une pression suffisante pour le traitement (6 – 9 bars), est soumis à une désulfuration et une concentration en méthane en filtrant le CO₂ et le H₂S via un lavage à l'eau. Le CH₄ capturé par l'eau de lavage est placé dans un réservoir de décompression et re-circulé vers le début du procédé. Le biométhane obtenu est séché dans un procédé d'adsorption modulé en pression ou en température et comprimé afin d'être prêt à l'usage. Cet étape de traitement permet d'enrichir la teneur en CH₄ de 60% à 96.49% et une réduction des teneurs en CO₂ et H₂S de respectivement 42% à 1.74% et 0.25% à 0.0024%.

Utilisation du biométhane

Le biométhane produit dans l'unité d'épuration peut se substituer à d'autres sources d'énergie non renouvelables. Actuellement, le biométhane produit sur le site est d'une part injecté dans le réseau de gaz en substitution au méthane carburant, et d'autre part valorisé sous forme d'électricité. En 2014, 67 075,9 MWh ont été fournis avec un total de 6 049 818 Nm³ de biométhane injecté dans le réseau, soit une économie de CO₂ d'environ 405 000 tonnes.

Données sur l'épuration du biogaz:

- Désulfuration et concentration en méthane
- Épuration à 96,49 % de CH₄
- Efficacité en termes de réduction de la teneur en CO₂ : 95%
- Biométhane injecté dans le réseau : 20%



Autriche - Vienne

La ville de Vienne

La ville de Vienne est un gros producteur de déchets, avec ses 1,8 millions d'habitants. Alors que le secteur du biogaz a explosé en Autriche au début des années 2000, la production de biogaz à Vienne est apparue comme une étape logique afin d'exploiter le contenu énergétique des biodéchets.

En 2014, environ 70 000 tonnes de biodéchets issus des collectes sélectives et 8 000 tonnes de déchets alimentaires des restaurants ont été collectées. Moins d'un tiers de cette fraction est utilisée pour la méthanisation, le reste étant composté.



Population: 1.8 million habitants

Localisation de l'usine:
Simmering, Vienne

L'usine de méthanisation est gérée par le département municipal 48, en charge de la collecte des déchets et de la propreté à Vienne.

Surface de Vienne: 400 km²

Données:

Début de l'usine de méthanisation en 2007.

Digesteur rond (2,700 m³, 37°C)

tonnes de biodéchets (45% issus de la collecte sélective, 55% des restaurants, marchés, aliments périmés)

1.7 million Nm³ de biogaz / an



(Image: Ville de Vienne/WKU)

Production du biogaz

Chaque année environ 22 000 tonnes de déchets biogéniques sont traitées, dont 10 000 tonnes de déchets des collectes sélectives et 12 000 tonnes de déchets de restauration, des marchés et des aliments périmés.

À terme, il est possible de porter les capacités à 34 000 tonnes par an.



(Image: Ville de Vienne/WKU)

Les déchets à la fois solides et liquides peuvent être traités. Les biodéchets solides sont placés dans l'une des fosses équipée d'un sol hydraulique qui envoie les déchets dans une première étape de broyage. Après l'extraction des métaux ferreux et des impuretés (principalement le bois et le plastique) à l'aide d'un crible, les déchets sont broyés avec un pilon. Les déchets liquides sont déshiquetés dans un moulin de séparation et les impuretés sont extraites et broyées simultanément. La phase en suspension est filtrée dans un filtre à sable. Les déchets en suspension sont ensuite menés dans un conteneur intermédiaire. Après désinfection les déchets en suspension entrent dans le digesteur pour un traitement de 20 jours, pendant lesquels les bactéries convertissent la matière organique en biogaz. Le digestat est utilisé comme amendement organique.

Épuration du biogaz



Le biogaz produit dans l'unité de méthanisation est envoyé dans l'unité d'épuration. Avant de l'injecter dans le réseau de distribution, il est nécessaire de séparer le dioxyde de carbone et les autres gaz présents du méthane. Cette séparation est réalisée par un système à membranes. Ainsi, la teneur en méthane passe de 64% à 99%.

(Image: Ville de Vienne/WKU/Christian Jobst)

Utilisation du biométhane

Après un contrôle qualité, le biométhane est comprimée à plus de 70 bars et envoyé dans le réseau de distribution de gaz. Le biométhane peut se substituer complètement au gaz naturel, et possède donc le même champ d'utilisation. Plus de 900 foyers sont alimentés par le biométhane produit par l'unité de méthanisation de Simmering. Ainsi, Wien Energie, la compagnie de gaz de Vienne a inclus le biométhane dans ses tarifs.

Données sur l'épuration du biogaz:

- Lancement de l'unité en mai 2015
- Technologie de séparation à membranes
- Production de 1 M Nm³ de biométhane par an
- Teneur en CH₄: > 99%
- Injection dans le réseau de gaz de Vienne
- Alimentation de plus de 900 foyers viennois en biométhane
- Économie de 3,000 t CO₂/an



Épuration et injection du biométhane
(Image: Ville de Vienne/WKU/)

Autriche - Rechnitz

Entsorgung Stipits GmbH en Rechnitz

L'organisation en charge de la gestion des déchets est située à Rechnitz dans le Burgenland, en Autriche. Elle est active dans le secteur de la gestion des déchets depuis 1970. Son principal secteur d'action est la partie sud-est de l'Autriche. En 2004, l'unité de méthanisation a été construite afin d'utiliser les biodéchets pour produire de l'énergie. Au départ, l'usine produisait de l'électricité et de la chaleur, puis en 2012 une unité d'épuration du biogaz a été lancée pour valoriser une partie du biogaz produit par l'usine.



Population: plus de 100 000 habitants dans les parties centrales et sud du Burgenland.

Localisation de l'usine: Rechnitz, Burgenland

Surface: environ 11,500 km²

Environ 70 employés.

Données:

L'usine de méthanisation a été lancée en 2004.

15,000 tonnes de :
biodéchets (déchets alimentaires, restes, graisses...),
résidus d'agriculture (lisiers...) et
cultures énergétiques (maïs, colza...)

4 digesteurs en tube,
3 réservoirs pour le digestat

Production d'environ 300 m³ de biogaz / h



(Image: Stipits Entsorgung GmbH)

Biogas production

L'unité de méthanisation a été lancée en 2004. L'usine valorise le biogaz à la fois en cogénération et à la fois en biométhane. Le biométhane est utilisé comme carburant de véhicules pour le matériel de collecte de l'entreprise et alimente également une station-service située à côté de l'usine.

La chaleur générée par l'unité de cogénération est utilisée pour la production d'eau chaude, le chauffage des bâtiments administratifs, le chauffage des digesteurs, l'hygénisation du substrat, le nettoyage des bennes de collecte et le chauffage et séchage de différents types de déchets gérés sur le site.



(Image: ORF and Ing. Leo Riebenbauer)

Environ 4 millions de kWh d'électricité et 4,8 millions de kWh de chaleur sont produits chaque année dans l'unité de cogénération.

Épuration du biogaz

La partie du biogaz utilisée pour la production de carburant est séparée en sortie de digesteur et envoyée dans l'unité d'épuration. L'épuration est faite à l'aide d'un procédé d'adsorption à pression modulée, dans lequel des matériaux d'adsorption spécifiques sont utilisés pour piéger les gaz indésirables. Le dioxyde de carbone est ainsi filtré et un gaz partageant les mêmes propriétés que le gaz naturel est obtenu : le biométhane.



(Image: Ing. Leo Riebenbauer GmbH)

Utilisation du biométhane

Le biométhane est utilisé comme carburant pour la flotte de véhicules de la compagnie de gestion des déchets, qui ont été préalablement convertis pour pouvoir rouler au GNV. L'objectif est que l'ensemble des véhicules roulent au biométhane. Le principal obstacle pour ce faire est apparemment davantage d'ordre économique que technique.

Une autre partie du biométhane est utilisée pour alimenter une station-service de GNV accessible au public. Les consommateurs privés peuvent ainsi remplir leurs véhicules GNV avec le biométhane produit à partir de déchets.



Station-service et véhicules
roulant au GNV
(Source: Ville de Vienne)



Données sur la transformation du biogaz:

- Lancement de l'unité en 2012
- Technologie d'épuration par adsorption à pression modulée
- Utilisation annuelle d'environ 350 000 kg de biogaz comme carburant pour les véhicules de la compagnie.
- Réduction des émissions de CO₂ d'environ 75 tonnes par véhicule roulant au GNV

Suède

A propos de l'usine

Environ 60% des municipalités suédoises collectent les biodéchets séparément pour les envoyer en méthanisation. L'objectif principal n'est pas la production de biogaz, mais plutôt le retour au sol de la matière organique. Ainsi, la qualité des biodéchets collectés est très importante.

Uppsala Vatten est l'entreprise en charge de plusieurs services municipaux tels que l'eau, l'assainissement et la gestion des déchets. L'entreprise dispose de 8 déchèteries qui reçoivent tous types de déchets, des OMA aux DEEE, encombrants, déchets dangereux et autres. Pour le traitement, l'entreprise dispose d'un centre d'enfouissement et d'une usine de méthanisation des biodéchets. Ceux-ci font l'objet d'une collecte sélective auprès des habitants. Bien que située à Uppsala, Uppsala Vatten reçoit également les déchets des municipalités environnantes, ainsi que des abattoirs et d'autres producteurs de biodéchets. Uppsala Vatten opère également une unité de distribution du biométhane située en ville et qui distribue du biométhane carburant.



UPPSALA VATTEN



Population: 207,000 habitants

Localisation de l'usine: Uppsala, Suède

Surface : 2,234 km²

Nombre d'employés: 9

Données:

Déchets totaux: 180,600 t

Déchets ménagers: 127,600 t

Déchets d'activités économiques: 53,000 t

Digesteurs: 2 x 2,400 m³

Capacité: 40,000 t/an de biodéchets (85%)
et de déchets d'abattoirs (15%)

Biogaz brut: 4,700 000 Nm³/an

Biométhane: 3,000 000 Nm³/an

Digestat: 43,000 t/an



(Source: www.goodtech.no)

Production du biogaz

L'usine de méthanisation a été construite en 1996 pour produire du biogaz à partir de lisier et de déchets d'abattoirs. Le biogaz produit était épuré sous forme de biométhane et utilisé pour les bus. De nouveaux équipements ont été installés en 2006 pour permettre la gestion des biodéchets des ménages. Jusqu'à 2010 l'usine produisait entre 500 000 et 1 500 000 m³ et biogaz brut chaque année. Un nouveau réacteur a été construit en 2010 et l'usine a commencé à recevoir des biodéchets des ménages d'autres municipalités. Depuis, la production annuelle de biogaz brut a progressé chaque année. En 2014 l'usine a produit 4 700 000 m³ de biogaz. En 2015-2016 un nouveau réacteur et une nouvelle unité de prétraitement pour les déchets ménagers ont été construits.

Épuration du biogaz

Le gaz est envoyé dans une unité d'épuration de biogaz qui extrait le CO₂ afin que la teneur en méthane soit supérieure à 97%. L'unité d'épuration du biogaz est équipée d'un incinérateur pour brûler les particules abrasives de méthane qui se forment dans l'usine. Grâce à ce système, les émissions de méthane ne représentent que 0,3% du méthane entrant. Le biométhane est transporté jusqu'à une station-service ou utilisé pour produire de la chaleur dans une chaudière située sur le site. Le biogaz peut également être torché en cas de problème de fonctionnement du site.

Utilisation du biométhane

Le biométhane est utilisé pour les transports publics en alimentant les bus. Au total, 71 bus sont alimentés en biométhane, représentant 35% du carburant utilisé pour les transports publics d'Uppsala en 2014.

Données sur l'épuration du biogaz:

- Teneur en CH₄: 97%
- Incinérateur pour l'unité d'épuration du biogaz en biométhane.
- Production annuelle de biométhane: 3,000 000 Nm³/an



(Source: Présentation par la municipalité d'Uppsala⁵ – Suède, 20 mai 2014)

⁵ Exemple d'utilisation du biogaz comme source de carburant pour véhicule

Suisse

La ville de Zürich⁶

Le nouveau digesteur de l'entreprise Biogas Zürich AG a été lancé en juillet 2013. C'est une usine de traitement des biodéchets par procédé thermophile, construite sur l'ancien site de compostage proche de la station d'épuration des eaux « Werdhölzli » de la ville de Zürich, qui avait déjà des digesteurs pour traiter les boues d'épuration. La séparation des 2 flux de déchets (boues et biodéchets) permet d'utiliser le digestat de la nouvelle unité comme engrais. En Suisse, les boues d'épuration doivent être incinérées. La proximité des 2 unités de méthanisation permet de créer une symbiose dont Biogaz Zürich AG et ERZ Entsorgung + Recycling Zürich tirent pleinement partie, ce qui mène à une gestion de l'énergie optimale pour les 2 usines.



L'unité de méthanisation pour les biodéchets a été construite en 2012-2013 avec un objectif de contribuer à un développement durable de la région à travers une gestion des biodéchets vertueuse qui inclut la production d'énergie renouvelable et d'engrais de haute qualité. La majeure partie des entrants est composée de biodéchets des ménages collectés à la source, pour les foyers qui ont souscrit à un service de collecte contre un tarif annuel. Des déchets verts issus de l'entretien paysager et de différentes entreprises privées sont également reçus.

Population: 396,027

Localisation de l'usine: Zürich, Suisse

Surface: 87.88 km²



Données:

Biodéchets séparés à la source:

19,000 t/an

Déchets verts de l'entretien des espaces verts: 2,500 t/a

Apports d'entreprises privées:

3,500 t/an

Biogaz: 12,180 MWh/an

Digestat:

12,000 t/an de digestat liquide,

12% de matières solides

10,000 t/an sde digestat solide à,

45% de matières solides



(Source: IEA BIOENERGY TASK 37 "Énergie à partir de biogaz")

⁶ BIOGAS IN SOCIETY: A Case Story from IEA BIOENERGY TASK 37 "Energy from Biogas"

Production du biogaz

Le digesteur horizontal à piston d'un volume de 1 500 m³ peut traiter 25 000 t/an de biodéchets. La température thermophile dans le digesteur (>52 °C) et le temps de rétention de 14 jours garantissent une réduction suffisante des pathogènes (et ainsi évitent le recours à une hygiénisation supplémentaire). En 2015, les besoins en chaleur du digesteur ont été couverts par la chaleur récupérée suite à l'incinération des boues d'épuration. Le digestat de l'usine de méthanisation des biodéchets est en partie utilisée pour réalimenter le digesteur en bactéries (jusqu'à 40% des entrants); le reste est séparé à l'aide d'une presse à vis.

La fraction liquide est pompée dans un réservoir de stockage avant d'être récupérée par des agriculteurs qui l'utilisent comme engrais riche en ammonium.

La fraction solide est compostée, c'est-à-dire soumise à un traitement aérobie de 4 semaines. Le compost mûré est utilisé en agriculture et en horticulture. Le dernier investissement pour l'usine a été fait pour une unité d'épuration du biogaz, à hauteur de 25 M CHF (23 millions €).



Épuration du biogaz

Le biogaz brut produit par les 2 usines de méthanisation est transporté dans un tuyau jusqu'à une unité d'épuration d'une capacité de 1 400 Nm³/h. En enlevant les gaz résiduels (H₂S et CO₂), le biogaz est converti en biométhane qui est injecté dans le réseau de gaz. L'épuration est faite à l'aide d'un traitement des gaz par les amines, qui garantit une perte très faible en méthane (<0,1%) et une consommation d'électricité très faible (0,06 kWh/Nm³), comparé aux autres technologies.

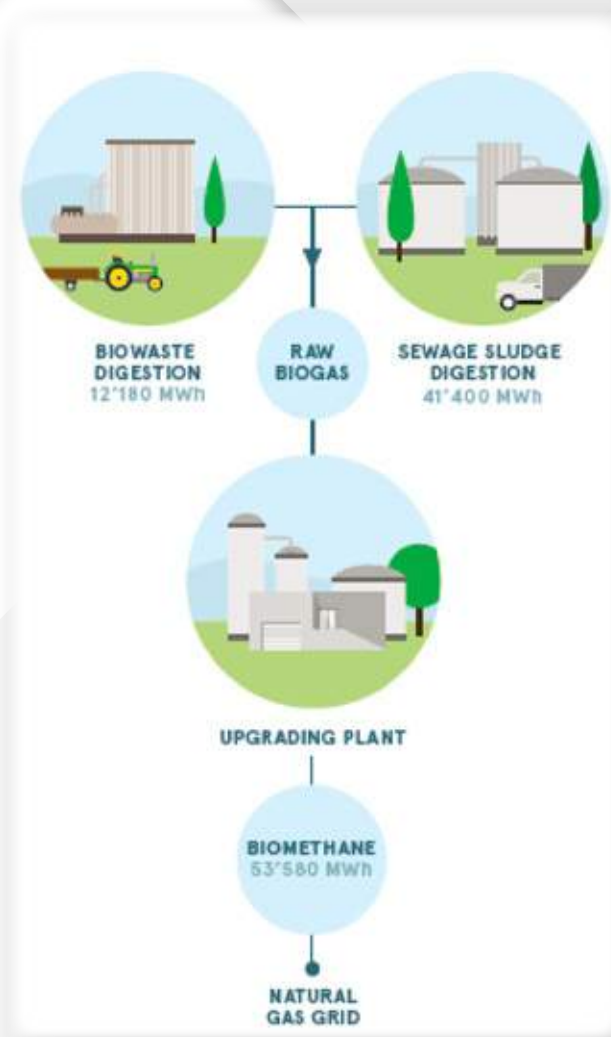
La consommation de chaleur de l'unité est relativement élevée (0,62 kWh/Nm³), mais la chaleur est fournie par l'unité d'incinération des boues. Les coûts d'investissement pour la station d'épuration étant fortement diminués dans le cas de capacités importantes, le fait de mutualiser l'unité d'épuration pour les 2 usines de méthanisation a permis de réduire significativement les coûts. Dès lors, la solution retenue est à la fois pertinente d'un point de vue environnemental et économiquement viable. L'investissement en capital pour cette unité a été d'environ 5,3 millions de CHF.

Utilisation du biométhane

Le biométhane produit à partir des deux flux (biodéchets et boues d'épuration) est injecté dans le réseau national de gaz

Données sur l'épuration du biogaz:

- Capacité: 1,400 Nm³/h
- Traitement des gaz par les amines
- Très faibles pertes de CH₄ (≤ 0.1 %)
- Investissement de capital de 5,3 millions de CHF



(Image: diagramme du système de distribution de gaz)

Pays-Bas

La ville de Wijster

Dans la ville de Wijster, la compagnie de traitement des déchets Attero transforme le biogaz dans son propre centre de gaz «vert». À Wijster, Attero a acquis près de 25 ans d'expérience dans la production de gaz vert, grâce à un centre d'enfouissement où les premières opérations d'épuration de biogaz et d'injection ont débuté.

Sources pour le biogaz : 2 digesteurs, un centre d'enfouissement et un digesteur à la ferme situé plus loin.

L'usine est alimentée par 11 municipalités à partir du 1er janvier 2016, sous un nouveau contrat.

Population: 1000 habitants

Localisation de l'usine: Wijster, Pays-Bas

Surface: 0.5 km²



Données⁷:

Production de biogaz lancée en 2012.

57.000 t/an de déchets résiduels (fraction organique des déchets municipaux)

Volume du réacteur 3.960 m³

Sources⁸:

Centre d'enfouissement

Digestion des biodéchets issus des OMr (2012 - 55,000 tonnes)

Digestion biodéchets des ménages et des industries (2013 - 36,000 tonnes)

Digestion des produits agricoles

Production du biogaz

Un digesteur est utilisé pour la fraction organique liquide. Cette fraction vient des déchets résiduels ménagers qui ont fini dans la poubelle grise et qui, de ce fait, ne peuvent pas être utilisés comme compost. Les biodéchets des ménages sont extraits des déchets résiduels et traités séparément. Un digesteur additionnel traite les biodéchets des ménages qui sont triés à la source. La partie facilement dégradable est convertie en biogaz, alors que le reste est mélangé aux déchets verts et transformé en compost. Le biogaz produit est transporté par pipeline sur 11,5 km.

⁷ <http://www.ows.be/biogas-plants/references/wijster-2012/>

⁸ Dutch experience and examples with grid injection of biomethane, Mathieu Dumont (RVO.nl)



(Source: www.attero.nl et www.ows.be)

Épuration du biogaz

La partie la plus importante du process est l'épuration du biogaz pour en faire un gaz de qualité comparable au gaz naturel. Toute trace de CO₂ ou de gaz résiduels ainsi que l'humidité sont éliminées. Trois installations sont présentes à Wijster, fonctionnant de manière différente. La première pressurise le gaz pour enlever le CO₂ et les autres contaminants. La 2e est un laveur à eau qui utilise de l'eau pour épurer le biogaz en « gaz vert ». En 2014, le site a lancé une unité de traitement par membrane qui permet de produire du CO₂ liquide pur pour l'utiliser dans le secteur de l'horticulture. Tous les résidus de traitement sont ainsi valorisés. Le biogaz épuré est injecté dans le réseau.

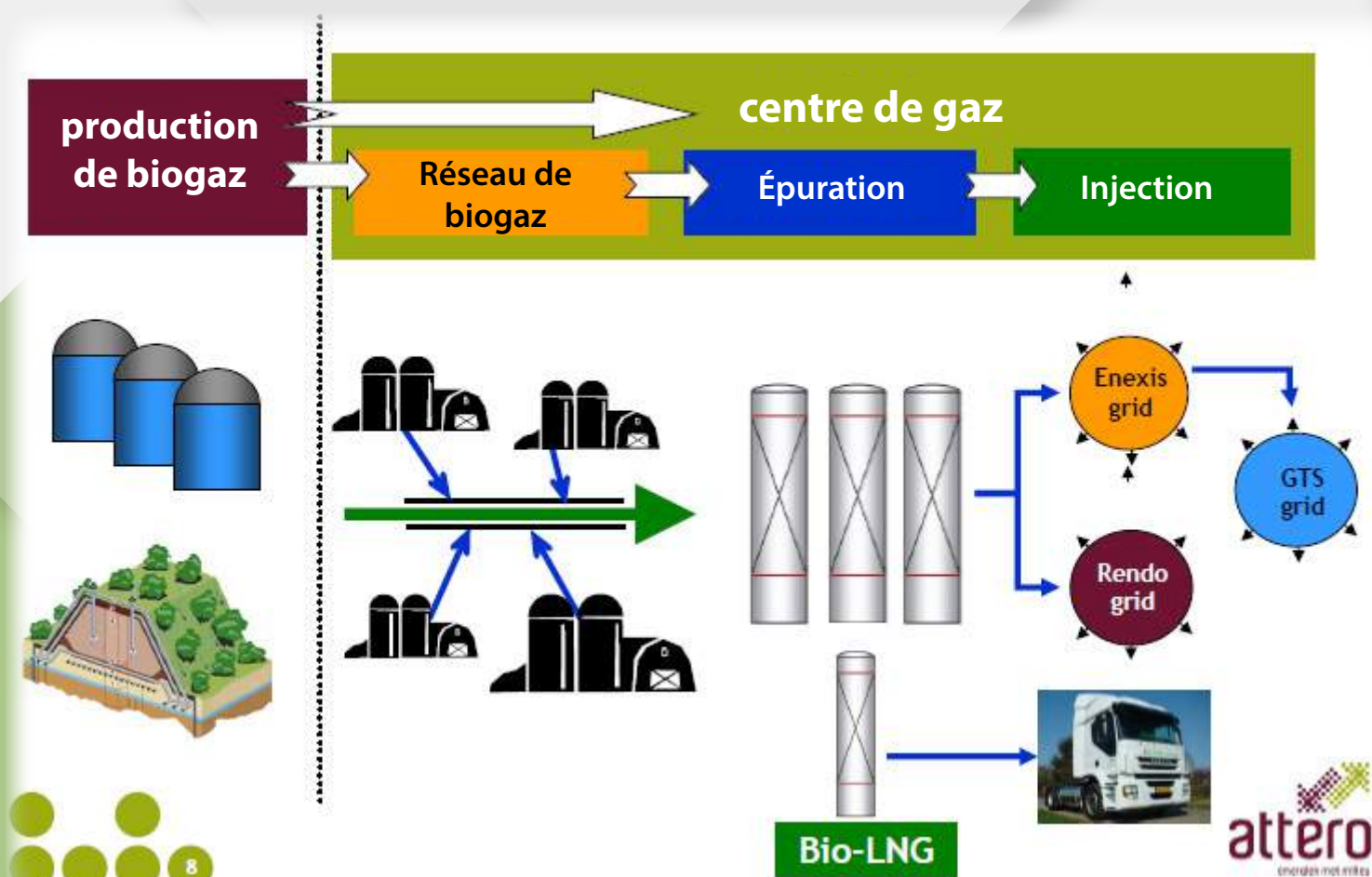
Technique	Capacité (Nm ³ /h)	Gaz Vert (Nm ³ /h)	En opération depuis
PSA	1,200	840	1989
Lavage à eau	1,000	700	2012
Épuration à membrane	800	560	2014

Utilisation du biométhane

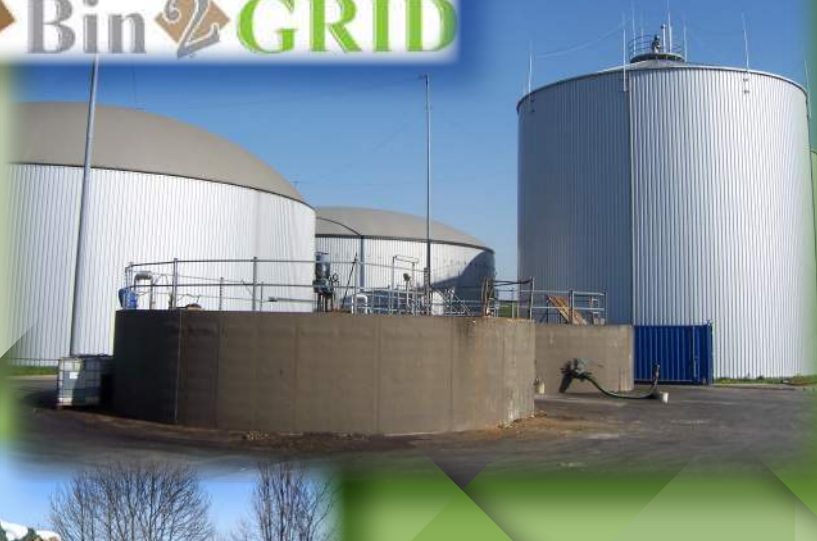
Injection de gaz naturel renouvelable dans deux réseaux de gaz locaux (8 bars).
Le site de Wijster comporte également une 4e installation qui transforme le biogaz en bio-GNL. L'unité de bio-GNL est un projet pilote opéré par le concessionnaire automobile Iveco Schouten. Wijster fournit du biogaz à leur unité cryogénique qui est utilisée pour produire du gaz vert pour des poids lourds.

Données sur l'épuration du biogaz :

- Améliorée depuis 2012
- Traitement par pression
- Lavage à eau
- Installation à membranes
- Production des laveurs: 700 Nm³/h
- Production des membranes: 560 Nm³/h



(Image: Utilisation du biogaz)



Ce projet a reçu un financement du *Programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne* sous la convention de subvention No 646560.



Le contenu de ce document n'engage que la responsabilité de son auteur et ne représente pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne. Ni l'INEA ni la Commission européenne ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.