

L'acier inoxydable La production de biogaz

Une solution durable pour une énergie verte



Introduction

Aujourd'hui le changement climatique est une réalité incontestable, certifié par la communauté scientifique. Un grand nombre de données comme les mesures de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, les registres météorologiques, les données polaires de la fonte des glaces et des changements constatés dans les écosystèmes, appui cette conclusion.

Les estimations tirées de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) indique que la production d'énergie à partir de biomasse et des déchets va presque doubler entre 2009 et 2035. Le taux de croissance moyen devrait être de 2,5%. L'énergie issue du charbon devrait diminuer de façon marquée à un taux moyen de 1,4% par an sur la même période.

Excepté l'hydroélectricité, l'énergie issue de la biomasse est l'une des formes les moins chères d'énergie renouvelable (voir tableau 1). Cependant, les sites appropriés pour les centrales hydroélectriques sont limités et nécessitent d'énormes investissements initiaux.

Tableau 1 : Coûts de l'énergie (en €/MWh)

Source d'énergie	Coût minimal	Coût moyen	Coût maximal
Biomasse	40	65-260	445
Solaire	75	250-440	1080
Géothermie	50	65-75	220
Hydroélectrique	15	40-75	210
Energie de la mer	150	240-280	180
Eolien	50	100-150	400
Non renouvelable	40 -130		

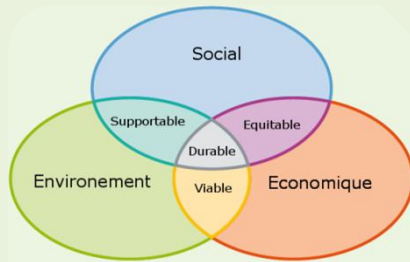
Lorsque la biomasse est comparée à des ressources non renouvelables, le coût est déjà semblable. Il est raisonnable de prévoir que le coût de l'énergie à partir de biomasse diminuera avec l'évolution de la technologie.

La réduction des déchets étant de plus en plus importante, les agences de protection de l'environnement dans de nombreux pays cherchent des moyens de réduire la quantité de déchets mis en décharge et d'utiliser son contenu énergétique. La production de biogaz à partir de déchets organiques est attrayante car:

- Production du biogaz, qui peut être utilisé pour produire de l'énergie
- Flux relativement constant de déchets organiques disponibles en tant que matière première
- Quantité de déchets mis en décharge réduite, atténuant la difficulté d'élimination des déchets pour les organismes responsables.

Pour quelle raison l'inox est-il un matériau durable ?

La durabilité est jugée par la conjonction de trois notions: Personnes (sociale), Planète (environnement) et bénéfice (économie).



Social

Le matériau, par son utilisation ou son processus de production, est respectueux de l'être humain, en particulier en termes de santé et de sécurité.

Un matériau durable ne nuit pas aux personnes qui travaillent pour le produire, ou pour celle qui le manipulent lors de son utilisation, du recyclage et de l'élimination finale.

L'acier inoxydable est sans danger au cours de sa production et de son utilisation. Une couche protectrice se forme naturellement sur tous les aciers inoxydables en raison de l'inclusion de chrome. La couche passive protège l'acier contre la corrosion et assure une longue durée de vie. Tant que la catégorie correcte de l'acier est sélectionnée pour son application, l'acier reste inerte et sans danger pour les personnes qui le manipulent et son environnement. Ces caractéristiques ont fait de l'acier inoxydable, la matière première dans le domaine médical, l'agroalimentaire, chez soi et pour la restauration.

Planète

Les impacts environnementaux de l'Inox, en particulier ceux liés au carbone, l'eau et l'air, sont réduits au minimum. La réutilisation et le recyclage sont maîtrisés à des niveaux élevés. Ce matériau a un faible coût d'entretien et une longue durée de vie. Ceux sont les deux indicateurs clés démontrant que l'impact environnemental de l'Inox sur la planète est au plus bas niveau possible.

Le four à arc électrique (EAF), le principal processus utilisé pour fabriquer des aciers inoxydables, est extrêmement efficace. L'EAF a un faible impact sur l'environnement en termes

d'émissions de CO₂ et d'autres émissions polluantes. L'EAF est aussi extrêmement efficace pour le traitement de ferraille inoxydable, car une pièce d'inox neuve contient 60% d'Inox renouvelé.

Ce processus de recyclage peut être effectué à l'infini. On estime qu'environ 80% des aciers inoxydables sont recyclés à la fin de leur vie. La valeur intrinsèque de l'Inox est élevée, le recyclage ne nécessite pas d'incitation économique à partir de fond public.

Bénéfice

Les industries productrices d'Inox sont pérennes et offrent pour leur client, fiabilité et qualité.

Le choix du type d'acier inoxydable pour une bonne application permet d'avoir de faibles coûts de maintenance, une longue durée de vie et d'être facile à recycler en fin de vie. Cela fait de l'inox, un choix économique durable (tels que les réfrigérateurs et machines à laver) et dans les applications de biens d'équipement (telles que les applications de transport et les industries chimiques).

Les aciers inoxydables ont également de meilleures propriétés mécaniques que la plupart des métaux. Sa résistance au feu et à la corrosion font de l'inox un choix incontournable dans les travaux de transport, de constructions publiques telles que les chemins de fer, métros, tunnels et ponts. Ces propriétés, ainsi que le comportement mécanique de l'inox, sont d'une importance primordiale dans ces applications afin d'assurer la sécurité des utilisateurs et des coûts d'entretien bas.

L'inox dispose également d'un aspect esthétique, ce qui en fait le matériau de choix en architecture

En tenant compte de sa recyclabilité, du réemploi, de la durée de vie, du faible entretien et de la sécurité des produits, les émissions provenant de la production et de l'utilisation des aciers inoxydables sont minimales par rapport à tout autre matériau. Cela explique pourquoi les entreprises et les gouvernements de plus en plus conscients des facteurs environnementaux et économiques, font que la croissance de l'utilisation de l'acier inoxydable a été la plus importante de tous les matériaux dans le monde.

Comment fonctionne une usine de biogaz

Le biogaz est généralement produit à partir de déchets organiques tels que boues de stations d'épuration des eaux usées, fumier, déchets alimentaire de l'industrie, et déchets agricoles. Beaucoup de grandes exploitations et stations d'épuration sont équipées de leurs propres usines de production de biogaz. Le processus réel dépend de la taille de l'unité et du fabricant.

Digestion

Une fois les déchets dans l'usine, ils sont souvent déchiquetés. Les déchets sont ensuite introduits dans les cuves digesteurs anaérobies qui sont au cœur du processus. Les bactéries transforment la matière organique en biogaz, en trois étapes:

1. Les bactéries acidogènes décomposent les déchets en molécules plus simples. L'ammoniac, le CO₂ et l'hydrogène sulfuré (H₂S) sont des sous-produits de cette étape.
2. Les bactéries acétogènes digèrent les molécules simples et produisent du CO₂, de l'hydrogène et de l'acide acétique.
3. Les bactéries méthanogènes agissent sur l'acide acétique pour produire du biogaz. Le biogaz est un mélange de méthane (55-70%), de CO₂ (% 20-40), de vapeur d'eau et de résidus des gaz (souvent corrosif). La digestion est optimisée en maintenant la température aux environs de 40 ° C avec un pH entre 5,5 et 8,5. Le système peut être autoalimenté par le processus de digestion exothermique.

Parfois certains intrants doivent chauffer de sorte que les germes et les bactéries soient rendus inoffensifs et ne se propagent pas. Deux méthodes différentes de traitement thermique sont utilisées:

- Hygiénisation: l'intrant est chauffé à 70 ° C (158 ° F) et maintenu à cette température pendant 60 minutes.
- Pasteurisation: l'intrant est chauffé à 133 ° C (271.4 ° F) et maintenu à cette température pendant 20 minutes.

Ces traitements à haute température créent un environnement hostile. L'acier inoxydable est un des rares matériaux qui peut résister aux gaz agressifs produits.

La production d'énergie

Dans le cas le plus simple, le biogaz alimente un moteur, qui à son tour entraîne un générateur pour produire de l'électricité. La chaleur générée par le moteur est généralement utilisée sur le site à maintenir le digesteur à la température optimale et pour sécher du foin ou chauffer les bureaux.

Le biogaz peut également être nettoyé, puis introduit dans un système de distribution de gaz naturel ou il peut être comprimé et utilisé pour alimenter des véhicules.

Acier inoxydable dans une usine de biogaz

Les composés corrosifs tels que le H₂S et l'ammoniac sont d'inévitables sous-produits du processus de production de biogaz. Tous les équipements dans les réservoirs de digestion entre en contact avec ces éléments corrosifs. Si des matériaux moins résistants à la corrosion sont employés, des avaries apparaîtront. Il est essentiel d'éviter les pannes, car le redémarrage d'un digesteur est une opération longue et délicate. En même temps, les déchets continuent à être livrés sur le site.

Correctement sélectionnés, les aciers inoxydables peuvent résister aux produits corrosifs dans une installation de biogaz. C'est pourquoi l'acier inoxydable est généralement utilisé dans:

- les digesteurs
- Les pompes et les vannes
- les Agitateurs
- Les tuyaux et raccords
- les applications de purification.

L'inox dans le digesteur

Le béton est aujourd'hui le matériau le plus couramment utilisé pour construire des digesteurs en raison de ses avantages de coûts et de flexibilité.



Fig. 1 : Construction d'un digesteur en béton

Cependant, les constructions doivent être d'assez grande échelle pour être rentables et nécessite plusieurs engin lourds. La construction de digesteurs de biogaz en béton typique est illustrée à la figure 1.

Pendant le fonctionnement, l'entretien régulier est très important pour éviter les fuites. Les fuites de gaz, d'eau et d'odeur d'un digesteur peuvent entraîner de graves problèmes pour l'installation et son environnement. Il est difficile d'éviter la corrosion dans les réservoirs de digesteur en béton, même si un système de revêtement spécial est utilisé.



Fig. 2 : vue interne d'un digesteur en béton

Ces problèmes peuvent être évités si un réservoir en acier inoxydable est utilisé. L'épaisseur de la plaque en acier inoxydable pour un réservoir de biogaz est inférieure à 5 mm et elle est très facile à construire. Les réservoirs à biogaz en acier inoxydable sont assemblés de haut en bas et levé en utilisant un système simple.

L'acier inoxydable réduit le temps de construction et les coûts logistiques. Il a une excellente résistance à la corrosion contre le H₂S ou l'ammoniaque, ce qui en facilite l'entretien.



Fig.3 : construction d'un digesteur en acier inoxydable



Fig 4 : vue intérieur d'une cuve en inox en cours de fonctionnement

L'acier inoxydable présente de nombreux avantages pour cette application, y compris:

- Coûts de construction réduits: un réservoir standard peut être monté en une semaine.
- Logistique minimale: il est possible de construire une usine de biogaz dans presque tous les lieux.
- Pas de réparations grâce à la résistance à la corrosion de l'acier inoxydable.
- Étanchéité aux gaz et à l'eau: les joints sont faciles à maintenir étanche, les trous sont faciles à percer, et les fuites de gaz sont simple à réparer.
- Valeur résiduelle: à la fin de sa vie, l'acier inoxydable à une forte valeur lors du démantèlement.

En plus d'être utilisé pour faire le digesteur, les réservoirs de stockage du lisier, des eaux et des résidus peuvent également être en acier inoxydable. Les réservoirs de digesteurs sont souvent recouverts d'isolant thermique, comme le montre la figure 5.



Fig 5 : Vue intérieure d'une cuve de stockage (à gauche) et vue extérieure de cuve de stockage et de digesteur.

Pompes et vannes

Les pompes et les vannes gèrent les boues, les liquides et les gaz qui contiennent des substances corrosives.

Agitateurs

Les agitateurs aident à homogénéiser la température de la biomasse et réduisent la formation de croûte. Ils sont en contact permanent avec des éléments corrosifs.

Tuyaux et raccords

L'acier inoxydable est utilisé pour les tubes et les raccords dans les usines de biogaz pour sa résistance à la corrosion et une excellente résistance aux déformations. Son coefficient de transfert de chaleur est également meilleur que celui des matières plastiques. Le type d'inox EN 1.4404/AISI 316L est préférable pour ces applications.



Fig 6 : vue intérieure d'un digesteur en inox

Purification

Le biogaz produit par le système contient de nombreuses impuretés généralement H₂S et vapeur d'eau, qui sont tous deux indésirables. Le sulfure d'hydrogène est dangereux et a une odeur d'œufs pourris, tandis que la vapeur d'eau réduit l'efficacité du biogaz lorsqu'il est brûlé pour produire de l'électricité. Un déshumidificateur de biogaz permet l'élimination de la vapeur d'eau. Il est facile à installer et à entretenir.

Dans la plupart des cas, le processus de déshumidification a lieu avant l'épuration du sulfure d'hydrogène. L'acier inoxydable (type EN 1.4404/AISI 316L) est souvent utilisé pour les pièces de systèmes de déshumidification qui entrent en contact avec le biogaz humides car il peut résister aux effets corrosifs du sulfure d'hydrogène qu'il contient.



Fig. 7 : Exemples de déshumidificateur de biogaz

Études de cas

Unité d'injection de biogaz, Saxony-Anhalt - Könnern, Allemagne

Une des unités de méthanisation les plus importantes au monde de production de biogaz est située dans la zone industrielle Könnern en Allemagne. Elle a été construite par WELTEC BioPower GmbH. L'usine dispose de 16 réservoirs de digesteur (chacun de 6,3 mètres de haut et 25,0 mètres de diamètre) qui sont divisés en quatre modules. Plus de 120.000 tonnes de lisier et de cultures sont utilisés comme matières premières. Ceci est plus de cinq fois la capacité d'une unité typique de biogaz.

L'usine peut produire jusqu'à 15 millions de mètres cubes de gaz naturel biologique chaque année qui est raffiné à partir de biogaz brut. Les réservoirs des digesteurs sont en acier inoxydable EN 1.4301 / AISI 304.



Fig 8 : Vue aérienne de l'usine Saxony-Anhalt

Système de Wuxi GNC Kaipu – Chine

L'une des premières usines de production de biogaz en Chine, Wuxi GNC Kaipu, a été mise en service en 2010. L'usine traite 15.000 tonnes de fumier de porc, 1,500 Mt de paille de riz et 20.000 tonnes de déchets issus du traitement de l'eau. Elle dispose de deux digesteurs de 3.560 m³ et produit 2,800MWh an. Les types d'acier inoxydable EN 1.4301 / AISI 304 et EN 1.4571/AISI 316Ti sont utilisés pour les réservoirs de digestion et d'autres matières.



Fig 9 : Digesteur « Wuxi Kaiopu CNG System »

En Chine, il n'est pas courant d'injecter de l'électricité produite dans le réseau électrique public. L'approche habituelle consiste à produire soit du bio-méthane pour l'utiliser directement, ou à utiliser l'énergie électrique produite directement sur site.

Aéroport de Francfort Hahn – Allemagne

Depuis 2005, aéroport de Francfort Hahn produit une grande partie de son électricité et de ces besoins en chaleur grâce au biogaz. Un cogénérateur, d'une puissance électrique de plus de 600 kW, produit à la fois de l'électricité et de la chaleur.

Composé de deux digesteurs d'une capacité totale de 1.525 m³, l'unité livre 4.560 MWh d'électricité et 6.700 MWh de chaleur par an. L'acier inoxydable type EN 1.4301/AISI 304 est utilisé pour la partie des cuves qui sont en contact avec le liquide, tandis que type FR 1.4571/AISI 316Ti est utilisé pour la partie supérieure, où les gaz s'accumulent. La puissance électrique est consommée dans le réseau de l'aéroport tandis que l'énergie thermique est livrée à un réseau de chauffage urbain local. L'herbe coupée de l'aéroport est l'une des matières premières utilisées dans le système. La production agricole régionale et le fumier sont les autres sources de matières premières.



Fig 10 : Usine de cogénération de l'aéroport de Frankfurt Hahn présentant une cuve de pré stockage (en haut à gauche), une vue intérieur du digesteur (en haut à droite) et une vue extérieure globale de l'usine de méthanisation (en bas).

Biogaz en Corée

Le gouvernement coréen a fait la promotion des unités de production de biogaz et des installations ont été réalisées avant 2010. Les entreprises sont classées en deux groupes différents selon leur échelle de production. Les grandes entreprises, qui ont de grandes installations de biogaz et d'elle utilisant les déchets alimentaires des grandes villes. Plusieurs ministères ont également prévu de construire au moins 500 installations de biogaz.



Fig 11 : usine biogaz de Bosing

L'usine de biogaz Bosung, qui a été construite en 2010, est l'une des plus grandes usines du gouvernement. Elle peut produire 730 MWh / an en utilisant des ressources telles que les effluents d'animaux et des déchets alimentaires. L'acier inoxydable type EN 1.4301/AISI 304 est utilisé pour la cuve du digesteur. L'usine a été construite par la société coréenne Daewoo locale Engineering & Construction Co.

Shinko Bio Arc projet, Japon

Le projet de Shinko Bio Arc au Japon a été achevé en 2011. L'objectif principal de ce projet est de créer un cycle de recyclage dans la production alimentaire et la chaîne de traitement des déchets.



Fig : 12 : Digesteur n inox de « Shinko Bio Arc

L'Arc Bio peut traiter 160 tonnes de déchets de nourriture et 200 tonnes de déchets solubles autre chaque jour. L'usine, qui a été conçu par Lipp GmbH, comprend quatre cuves de digesteur (de 10 mètres de haut et 15 mètres de diamètre) et deux cogénérateurs qui permettent de fournir 800 kW d'électricité. Le revêtement interne des cuves est fabriqué en tôles laminées en acier inoxydable (EN 1.4571/AISI 316Ti). De l'acier galvanisé a été utilisé pour construire les réservoirs. Un système de fixation unique permet d'obtenir une résistance élevée à la corrosion qui assure une construction facile, l'étanchéité au gaz et à l'eau sans soudure ou boulonnage.

CONCLUSION

Le biogaz est l'une des énergies renouvelables les plus attrayantes. Elle atténue le problème croissant d'élimination des déchets, son coût est compétitif sans subvention, et elle produit de l'énergie qui peut être utilisée localement ou injectée dans le réseau électrique.

Les aciers inoxydables améliorent la fiabilité et l'efficacité des installations de biogaz. Leur performance a déjà été démontrée, ce qui rend l'inox, un matériau de choix pour les équipements de traitement du biogaz.

Références

- 1 *World Energy Outlook 2012*, International Energy Agency (IEA), www.iea.org
- 2 *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2011. www.ipcc.ch
- 3 Wikipedia. en.wikipedia.org/wiki/Sustainability
- 4 WELTEC BIOPOWER GmbH. www.weltec-biopower.de
- 5 WELTEC BIOPOWER
- 6 Erich Stallkamp ESTA, www.stallkamp.de
- 7 WELTEC BIOPOWER
- 9 WELTEC BIOPOWER
- 8 CIAT France, www.ciat.com
- 10 WELTEC BIOPOWER; Baosteel
- 11 WELTEC BIOPOWER; Erich Stallkamp ESTA
- 12 POSCO
- 11 Shinko Corporation, www.kkshinko.co.jp; Nippon Unitec Co. Ltd., www.uniteco.jp; Lipp GmbH, www.lipp-system.de