

Utilisation du biogaz produit dans les stations d'épuration des eaux usées (STEP)



Brochure d'information sur l'étude « Potenzial zur Effizienzsteigerung in Kläranlagen mittels Einspeisung oder Verstromung des Klärgases » de Durena AG, sur mandat de Swisspower AG et avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), des entreprises gazières Gaznat et GVM, des STEP suisses ainsi que de l'organisation Infrastructures communales (OIC).



L'INJECTION DU BIOGAZ DE STEP DANS LE RÉSEAU DE GAZ NATUREL PERMET UNE RÉDUCTION ADDITIONNELLE DU CO₂ ET UNE PLUS GRANDE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LES STEP

La majeure partie des stations d'épuration des eaux usées (STEP) en Suisse soumettent les boues d'épuration à un processus de digestion. Le biogaz qui en résulte est judicieusement utilisé dans une installation couplage chaleur-force (CCF) pour couvrir les besoins en électricité et en chaleur de la STEP. Les stations d'épuration suisses produisent aujourd'hui quelque 120 GWh d'électricité par année, contribuant ainsi significativement à la génération de courant renouvelable.

En dépit de cette production d'électricité performante et aujourd'hui bien établie, nombreuses STEP n'exploitent toujours pas la pleine capacité de leur biogaz, en évacuant une partie substantielle dans l'atmosphère sous forme de chaleur ou par torchage.

Dans le cadre de la restructuration du système énergétique suisse visant à la mise en place d'un approvisionnement renouvelable, Swisspower s'est fixé pour objectif d'améliorer l'efficacité énergétique des STEP. Dans ce contexte, il convient d'étudier des options d'exploitation durables qui soient faibles en émissions de CO₂ et assurent l'utilisation la plus complète possible de l'énergie contenue dans le biogaz, notamment la chaleur dégagée lors de la combustion. Les développements technologiques de ces dernières années permettent de traiter ce biogaz pour obtenir du biométhane pouvant être directement injecté dans le réseau de distribution de gaz naturel. On dispose ainsi d'une alternative fiable à la production d'électricité dans les STEP.

Si une STEP doit remplacer son installation CCF, l'exploitant serait bien avisé d'étudier les différentes options et de voir s'il veut continuer à transformer le biogaz en électricité ou si la production de biométhane à injecter dans le réseau ne pourrait pas être plus intéressante.



Installation de traitement du biogaz à la STEP de Reinach, 35 m³/h.



Technologie membranaire pour séparer le CO₂ du méthane (CH₄).

ENERGIE ET BILAN DES GAZ À EFFET DE SERRE : PRISE EN COMPTE DU POTENTIEL DES UTILISATIONS EXTERNES

L'étude « Potenzial zur Effizienzsteigerung in Kläranlagen mittels Einspeisung oder Verstromung des Klärgases » (amélioration potentielle de l'exploitation du biogaz dans les STEP : injection dans le réseau de gaz ou production d'électricité) analyse les besoins énergétiques primaires et les émissions de gaz à effet de serre. Les deux options envisagées ont ensuite été comparées sur la base des résultats obtenus et le potentiel sur le plan énergétique et eu égard à la protection du climat pour les STEP situées à proximité du réseau de gaz naturel a été calculé.

La comparaison pour l'énergie et les gaz à effet de serre a été faite dans les limites du système comprenant à la fois la valorisation par la STEP et l'utilisation décentralisée. Dans le cas de la production d'électricité à la STEP, une grande partie de l'énergie contenue dans le biogaz est utilisée par la STEP elle-même (p. ex. pour chauffer le digesteur) ; si le biogaz est traité pour être injecté dans le réseau, l'énergie est utilisée en dehors de la STEP. C'est pourquoi l'utilisation décentralisée du biométhane a été prise en compte dans cette étude.

S'agissant de l'utilisation décentralisée à partir du réseau de gaz naturel, un bilan détaillé a été dressé pour différentes applications : mobilité (véhicules à gaz), chauffage et production d'électricité décentralisée (CCF). À partir de ces données, une utilisation mixte théorique a été définie ce qui permet la mise en évidence de l'impact des différentes variantes de valorisation du biométhane.

RÉSULTATS

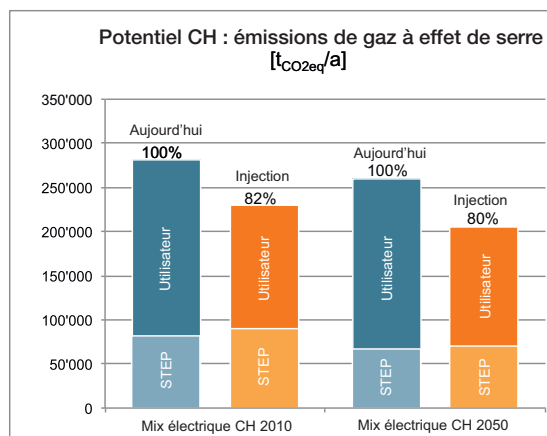
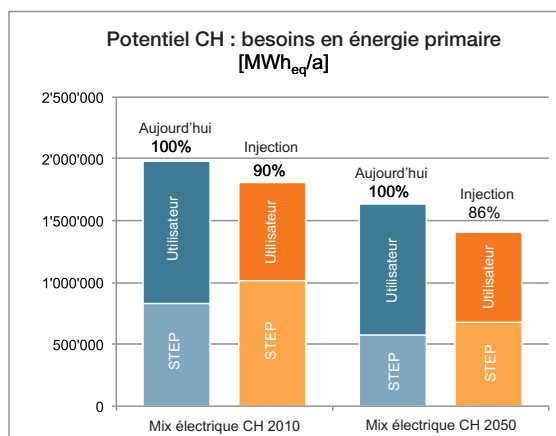
Un bilan a été établi sur la base des valeurs effectives de 99 STEP situées à proximité du réseau de gaz naturel existant et dont la production de gaz d'épuration dépasse 300 000 m³ par an.

Énergie et effets sur le climat

La comparaison entre les systèmes, à savoir production d'électricité (aujourd'hui) et injection dans le réseau de gaz, donne l'image suivante :

- l'injection permet d'économiser au moins **10 % d'énergie primaire** et
- les émissions de gaz à effet de serre sont réduites de **quelque 20 %**.

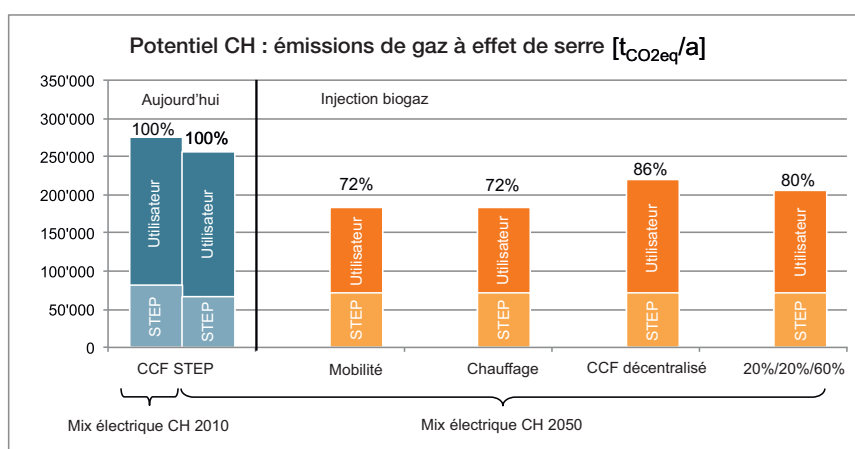
Les valeurs obtenues dépendent de l'utilisation : mobilité, chauffage ou installations CCF décentralisées. Dans le cas de l'injection dans le réseau de gaz, les besoins énergétiques de la STEP elle-même croissent, vu que l'énergie jusqu'alors produite sur place doit être acheminée de l'extérieur.



BIOGAZ DE STEP : L'INJECTION AUSSI PERFORMANTE QUE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Potentiel

Les 99 STEP examinées (raccordées au réseau de gaz et de taille suffisante) transforment aujourd'hui le 60 % du biogaz produit en électricité dans une installation CCF. Quelques 14 % sont déjà injectés dans le réseau de gaz naturel, ce qui correspond à un volume de 11 millions m³ de biogaz et à une énergie de 68 GWh par an. Le potentiel à l'échelle suisse pour l'injection se situe autour de 63 millions m³ ou 333 GWh par an, soit environ six fois plus qu'actuellement. La réduction potentielle des émissions de CO₂ est de 20 à 30 % inférieure à la variante production d'électricité grâce aux applications mobilité et le chauffage. La quantité de dioxyde de carbone émise pourrait donc être réduite au maximum de 40 000 à 60 000 tonnes par an.



Rentabilité

Dans le cas de la production d'électricité, la rétribution du courant injecté à prix coûtant (RPC) couvre à peu près les investissements en capital, les coûts d'exploitation et l'entretien d'un CCF. Les STEP touchant la RPC n'ont donc en règle générale pas de rentrées additionnelles. Si la chaleur provenant du CCF tombe, la STEP doit se la procurer autrement, par exemple au moyen d'une pompe à chaleur fonctionnant avec les eaux usées. En conséquence, les recettes générées par l'utilisation commerciale du biogaz doivent couvrir les coûts du remplacement de l'approvisionnement en chaleur. Le prix moyen du biogaz brut (non traité) se situe entre 1 et 4 ct/kWh. Pour le traitement du biogaz (charbon actif, déshydratation, séparation du CO₂, etc.), il faut ajouter des coûts supplémentaires d'environ 6 ct/kWh. Il faut donc escompter un prix de revient de 7 à 10 ct/kWh pour du biogaz épuré. Les STEP sans contributions RPC peuvent compter avec 4 à 7 ct/kWh. Une telle structure des coûts garantit un bilan comptable de la STEP au moins équivalent à la variante « production d'électricité ».

Il convient de relever dans ce contexte que la promotion par le biais de la RPC n'est plus prévue dans la révision de la loi sur l'énergie actuellement en cours.

CONCLUSIONS :

L'étude résumée ici fournit des bases d'évaluation pour la valorisation du biogaz telle qu'elle est pratiquée actuellement par les STEP. Ses résultats montrent que l'utilisation dans les CCF et l'injection dans le réseau de gaz sont des solutions appropriées. Ils révèlent que l'injection présente des avantages considérables sur le plan écologique par rapport à la production d'électricité. L'évaluation du cas particulier doit bien sûr tenir compte de critères plus précis, par exemple les possibilités de valorisation locale, la rentabilité, par rapport aux différents scénarios pour le marché et la promotion ou encore les capacités existantes dans la STEP dans les domaines de la direction et de l'ingénierie.

Pour l'injection dans le réseau de gaz, on peut retenir d'une manière générale que

- les STEP peuvent couvrir elles-mêmes leurs besoins en chaleur
- les pertes énergétiques entre la STEP et l'utilisateur du biogaz peuvent être nettement réduites
- le potentiel de la récupération de chaleur (RC) dans les différents processus de la STEP peut être exploité économiquement du moment qu'il n'y a plus de chaleur excédentaire provenant du CCF
- l'effet de substitution du gaz injecté permet de réduire considérablement les émissions de CO₂, spécialement dans les domaines de la mobilité et du chauffage.

L'épuration du biogaz et l'injection dans le réseau de gaz présentent un important potentiel s'agissant de l'énergie et de la protection du climat, potentiel qui pourrait être exploité ces prochaines années. Cette option de valorisation par les STEP mérite par conséquent une plus grande attention de la part de l'industrie et de la politique.

PERSPECTIVES

Le débat sur l'augmentation de l'efficacité énergétique des stations d'épuration doit être mené avec les exploitants et les propriétaires des installations. Il convient d'inscrire différentes questions sur l'agenda commun des STEP et des fournisseurs d'énergie : augmentation de l'utilisation, interne et externe, de la chaleur excédentaire produite dans les STEP, stockage de l'énergie saisonnier et à court terme, production d'énergie de réglage.



QUESTIONS – RÉPONSES

Une STEP dotée d'une installation de digestion des boues nécessite de l'énergie pour son digesteur. Si le biogaz est injecté dans le réseau de gaz naturel, la chaleur provenant du CCF tombe. Comment la remplacer ?

La chaleur dont la STEP a besoin pour chauffer son digesteur et les bâtiments peut être produite sur place, par la récupération de chaleur ou par une pompe à chaleur sur les eaux usées, ou elle peut être acheminée de l'extérieur (p. ex. d'une usine d'incinération des ordures ménagères voisine). Les besoins en énergie sous forme de chaleur récupérée ont été pris en compte dans toutes les options analysées.

L'électricité a une valeur énergétique supérieure à la chaleur. Y a-t-il perte lorsque le biogaz est utilisé pour chauffer ou pour la mobilité ?

Le bilan des différentes formes d'énergie (électricité, chaleur, carburant) a été pondéré selon des facteurs reconnus pour l'énergie primaire (ESU-Services). Cette pondération permet de comparer ces énergies, en tenant compte de leur qualité (exergie). Le calcul prend ainsi en considération l'ensemble des intrants, matières premières et énergie. Il est en outre possible de comparer directement les options CCF-électricité, injection et utilisation décentralisée avec CCF, vu que l'utilisation du biogaz est équivalente dans les trois cas. La possibilité de stocker le biométhane dans le réseau permet d'exploiter un CCF externe avec priorité à la récupération de chaleur, et donc d'améliorer son efficacité énergétique et de réduire les émissions de CO₂.

Lorsqu'une STEP doit acheter du courant électrique au lieu d'utiliser l'électricité renouvelable de sa propre installation CCF, cela signifie-t-il en clair un transfert vers du courant non renouvelable ?

L'effet de substitution de la production d'électricité dans l'installation CCF d'une STEP ou une telle installation externe dépend du mix électrique du moment. Le bilan est différent selon que l'on se fonde sur le mix suisse ou européen. Si du courant fabriqué à partir de charbon entre dans le calcul, il y a une nette détérioration des résultats surtout pour l'injection dans le réseau avec utilisation dans la mobilité et le chauffage. Ce même constat vaut pour d'autres technologies, par exemple les pompes à chaleur électriques. L'étude considérée ici repose pour l'essentiel sur les données du mix électrique suisse. Il faut en outre noter que la part de courant issu de sources renouvelables continuera probablement d'augmenter en Suisse et en Europe.

Lorsque l'électricité produite par le CCF de la STEP est utilisée pour faire tourner des pompes à chaleur, le bilan énergétique et CO₂ de la production d'électricité est-il nettement plus favorable que pour l'utilisation externe comme combustible ou carburant ?

Le grand avantage de l'injection réside dans le fait que l'énergie du biogaz peut, du fait de la possibilité de stockage, être utilisée indépendamment de l'exploitation de la STEP et de la saison. En effet, en été le CCF d'une STEP ne fera pas tourner une pompe à chaleur et en outre la chaleur excédentaire ne sera généralement pas exploitée, alors qu'une installation CCF externe avec priorité à la récupération de chaleur peut adapter son fonctionnement aux saisons. Le courant CCF pourrait au besoin être utilisé pour alimenter des pompes à chaleur en hiver.

La base de données utilisée suffit-elle pour tirer des conclusions fiables ?

Les données ont été réunies dans toutes les STEP comptant plus de 30 000 EH (équivalent-habitant) ou plus de 300 000 m³/a de biogaz et situées à proximité d'un réseau de distribution de gaz naturel. Il s'agit de 99 STEP au total. Celles-ci ont été réparties en catégories par type et sur la base de données mesurées (réelles) pertinentes pour le bilan énergétique. Pour compléter les données manquantes, on a procédé à des recherches ou, en l'absence d'informations, on a fait des estimations fondées sur les connaissances scientifiques et la littérature spécialisée. Le potentiel ainsi estimé à 333 GWh/a de biogaz devrait par conséquent correspondre au potentiel technique. Ces valeurs ne tiennent pas compte d'autres optimisations du biogaz par ajout de cosubstrats, etc.

BIOGAZ DE STEP : L'INJECTION AUSSI PERFORMANTE QUE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

L'injection dans le réseau est-elle économiquement intéressante ?

Oui. L'injection de biogaz dans le réseau est intéressante aussi bien pour l'exploitant de la STEP que pour les consommateurs de gaz. Pour les STEP touchant une indemnité RPC, l'injection est une solution économiquement équivalente, soit au moins 7 ct/kWh (gaz + certificat biogaz). Les installations sans RPC peuvent escompter env. 3 ct/kWh. A noter que l'indemnité RPC annuelle pour le courant produit à partir de gaz d'épuration sera vraisemblablement supprimée à l'occasion de la révision de la loi sur l'énergie. En outre, le secteur gazier s'intéresse de plus en plus à l'utilisation de gaz renouvelable et encourage, à travers un fond spécifique, les efforts visant une injection du biométhane. Il reste cependant que chaque cas doit faire l'objet d'un examen individuel.

Pourquoi est-on parti d'une variante avec 20 % mobilité, 20 % chauffage et 60 % CCF ?

Il s'agit d'une hypothèse, dans l'idée de montrer les limites des différents potentiels. Aujourd'hui, le biogaz est utilisé à raison de 36 % dans le secteur de la mobilité, de 63 % pour le chauffage et de 1 % dans les installations CCF. Les auteurs de l'étude ne voulaient exclure aucun domaine d'application et démontrer tout le spectre des répercussions sur les besoins en énergie primaire et sur les émissions de gaz à effet de serre. D'où une détermination du bilan pour une variante mixte et séparément pour chacune des possibilités de valorisation. En d'autres termes, on a calculé les résultats pour une utilisation du gaz injecté à 100 % dans la mobilité, dans le chauffage et dans la production d'électricité dans une installation CCF décentralisée. Sur la base des données obtenues, on a posé l'hypothèse des 20 % mobilité, 20 % chauffage et 60 % CCF. Une autre répartition n'influerait pas significativement sur les résultats.

Quelles sont les autres chances qui s'offrent en passant de la production d'électricité à l'injection dans le réseau ?

Une option étroitement liée à l'injection du biogaz réside dans l'utilisation par la STEP, pour couvrir ses besoins en énergie thermique, des sources de chaleur excédentaire (récupération de la chaleur de processus) et de l'énergie contenue dans les eaux usées. Si la STEP valorise déjà la chaleur des eaux usées, il semble logique qu'elle mette le potentiel inexploité à la disposition d'utilisateurs externes, qu'elle peut distribuer par un réseau de chaleur à distance haute ou basse température. L'injection du biométhane dans le réseau et la valorisation de la chaleur à l'intérieur de la STEP ou à l'extérieur se complètent donc idéalement.

Quels potentiels l'injection présente-t-elle dans le cadre de la transformation de l'approvisionnement énergétique ?

La technologie Power-to-Gas est le pas suivant en direction de systèmes énergétiques convergents. Elle se trouve encore en phase de développement. Il existe toutefois de premières installations industrielles qui transforment le CO₂ extrait du biogaz de STEP en méthane synthétique ou en gaz renouvelable par l'apport d'hydrogène (H₂). En Suisse, la première installation Power-to-Gas de la Regio Energie Solothurn a été mise en service en 2015, à titre de projet phare de l'OFEN. En brûlant directement le biogaz pour produire de l'électricité, la valorisation du H₂ contenue dans les gaz d'échappement n'est possible qu'avec des dispositifs techniques complexes.

Pourquoi Swisspower s'engage-t-il dans la promotion de l'injection du gaz d'épuration dans le réseau ?

Les développements technologiques dans les secteurs électriques et gaziers ne peuvent plus être considérés isolément. Swisspower voit un potentiel considérable dans l'exploitation de la convergence visible des réseaux. Les entreprises multi-énergie en particulier, à l'instar des Stadtwerke Swisspower, sont au front de la transformation du système énergétique suisse. Swisspower est convaincu que de nouveaux potentiels énergétiques peuvent être exploités dans la convergence des réseaux électriques et gaziers, en particulier dans l'utilisation du gaz naturel comme réservoir d'énergie.

Swisspower SA

Bändliweg 20, Case postale, 8048 Zurich

Téléphone +41 (0)44 253 82 11, Fax +41 (0)44 253 82 31

info@swisspower.ch, www.swisspower.ch

Contact Swisspower SA

Thomas Peyer

Directeur prestations énergétiques

Téléphone +41 (0)44 253 82 77

thomas.peyer@swisspower.ch

