

Zeitschrift: Technique agricole Suisse

Herausgeber: Technique agricole Suisse

Band: 78 (2016)

Heft: 5

Artikel: Du gaz à partir de l'énergie solaire

Autor: Burkhalter, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1085502>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Du gaz à partir de l'énergie solaire

L'énergie solaire et éolienne doit remplacer de plus en plus le nucléaire et le charbon. Mais pour cela, il ne suffit pas de créer de nouvelles centrales électriques. La Haute école technique de Rapperswil mène des recherches sur un procédé permettant de stocker le courant et de le transporter sous forme de méthane.

Ruedi Burkhalter

Le « tournant énergétique » est au centre de toutes les discussions. Pourtant, la réalité emprunte (encore) une autre direction : l'essor des biocarburants s'est un peu es-soufflé, victime de la sous-enchère des prix du pétrole, et de nombreux sites de production ont refermé leurs portes. La baisse des prix de l'électricité n'incite pas véritablement à envisager des énergies alternatives. Néanmoins, la recherche travaille assidûment à l'approvisionnement en énergie du futur : « Nous voulons montrer que techniquement, il existe aujourd'hui de nombreuses possibilités », explique Boris Meier. Il collabore à la Haute école technique de Rapperswil SG (HSR) sur le projet « Power-to-Gas ». Le groupe effectue des travaux de recherche et de

développement sur ce procédé de conversion d'électricité en gaz depuis près de 20 ans. La base de ce projet est une petite installation-pilote et de démonstration que l'Institut des techniques énergétiques de la HSR a présentée au public pour la première fois il y a juste un an.

Le méthane pour stocker l'électricité

Les chercheurs utilisent la première installation en Suisse à produire un carburant totalement renouvelable à partir d'énergie solaire, d'eau et de dioxyde de carbone. Ce méthane peut directement servir de carburant automobile, être injecté dans le réseau de gaz naturel ou utilisé comme accumulateur capable de se retransformer ultérieurement en électricité en cas de pénurie. Ce procédé pourrait un jour jouer un rôle primordial dans le tournant énergétique : pour remplacer l'électricité produite à partir de sources non renouvelables comme l'atome et le charbon par des sources renouvelables comme l'énergie solaire ou éolienne, il ne suffit pas de créer de nouvelles centrales électriques. L'énergie solaire et éolienne ne correspond pas toujours aux besoins, elle est surtout disponible à des pics irréguliers.

Un réseau de gaz naturel à la place de nouveaux pylônes

Cette énergie de pointe superflue doit pouvoir être stockée provisoirement dans un accumulateur et restituée plus tard en cas de pénurie (par mauvais temps ou la



Station-service: le méthane produit est comprimé à l'aide de compresseurs et stocké dans des bombes.

A la recherche de sources de CO₂ avantageuses

Les termes « totalement renouvelable » utilisés dans le cadre de la technologie « Power-to-Gas » signifient que pendant la production de carburant, le dioxyde de carbone (CO₂) est éliminé de l'atmosphère dans une quantité correspondant exactement à celle rejetée plus tard par le véhicule en roulant. La mise à disposition de la quantité de CO₂ nécessaire est une question essentielle. Dans une première phase expérimentale, un procédé d'adsorption de la société Climeworks, qui permet de prélever le CO₂ directement dans l'air ambiant, a été testé dans l'installation-pilote de Rapperswil. Dans ce dispositif, cette étape entraîne encore une consommation énergétique élevée. Dans une grande installation industrielle, cette quantité d'énergie pourrait être réduite en utilisant la chaleur dégagée par le réacteur. Il est cependant nécessaire de rechercher des sources alternatives capables de fournir la quantité de CO₂ nécessaire de manière rentable et économique en énergie. Pour ce faire, par exemple, des stations d'épuration, des installations d'incinération ou d'autres grandes chaudières qui émettent des quantités élevées de CO₂ pourraient entrer en ligne de compte.

Synergies avec les installations de biogaz

Du point de vue de l'agriculture, il pourrait être intéressant d'utiliser les installations de biogaz comme sources de CO₂. Le biogaz

brut se compose de plus de 40 % de CO₂. Avec le processus « Power-to-Gas », la proportion de méthane dans le biogaz passe de 50 ou 60 % à 96 % et est valorisée en conséquence. Dans le nord de l'Allemagne, ce type d'installation est utilisé par le constructeur automobile Audi depuis 2013 pour produire jusqu'à 325 m³ de méthane par heure avec une consommation de 6 MW d'énergie éolienne. Il s'agit de la première installation du genre dans le monde.

Dans les prochaines années, un projet de recherche devrait utiliser ce type de système également en Suisse. A Zuchwil (SO), l'« usine hybride d'Aarmatt », qui se compose essentiellement de trois convertisseurs d'énergie et de deux accumulateurs, a été mise en service récemment. Tous les éléments sont reliés entre eux et au réseau d'énergie (électricité, gaz naturel, chauffage urbain), ce qui permet de convertir l'énergie de manière flexible selon les besoins, de la stocker ou de l'injecter directement dans le réseau. Lors de la première phase, de l'hydrogène est produit avec de l'électricité et directement injecté dans le réseau de gaz naturel (possible jusqu'à une teneur de 2 %). Pendant la deuxième phase, la deuxième étape de « synthèse du méthane », qui permet d'extraire le CO₂ d'une installation de biogaz voisine, doit être intégrée dans le cadre du projet de recherche mentionné.

gène est mis à réagir avec du dioxyde de carbone (CO₂) dans un réacteur à une température de 280° C et une pression de 7 bar à l'aide d'un catalyseur. Il en résulte un gaz avec une teneur en méthane de 96 %, qui peut être directement utilisé comme carburant, stocké dans des bombes ou injecté dans le réseau de gaz naturel.

L'installation de Rapperswil n'est utilisée pour le moment qu'à des fins de recherche et de démonstration. La première année a montré que le procédé fonctionnait dans son ensemble, mais qu'il nécessitait encore quelques efforts de recherche et de développement pour une application plus large. Un premier défi consiste à mettre à disposition le dioxyde de carbone nécessaire à un coût raisonnable (voir encadré).

Un risque d'explosion compliquant la manipulation

Le second aspect problématique relève de la manipulation relativement exigeante



Du méthane est produit dans deux réacteurs isolés à partir d'hydrogène et de dioxyde de carbone.

nu). Les grands pics de puissance ne sont pas seulement problématiques en raison du manque de possibilités de stockage. Les capacités du réseau électrique existant atteignent également de plus en plus leurs limites, ce qui, en Allemagne, a conduit à ce que dans certaines régions à forte densité d'énergie éolienne, la puissance maximale possible a à peine pu être « évacuée ». Le paradoxe, c'est que dans les meilleures conditions les installations éoliennes et photovoltaïques doivent être partiellement désactivées pour ne pas surcharger le réseau. D'après l'état actuel des connaissances, les batteries n'offrent qu'une solution limitée à ces problèmes, par exemple en utilisant les batteries de véhicules électriques comme accumulateur provisoire. Le stockage dans des centrales de pompage-turbinage n'est aussi que partiellement possible en raison du manque de capacité du réseau.

Pour pouvoir stocker l'énergie solaire et éolienne en grandes quantités et à plus long terme, de nouvelles technologies sont nécessaires. L'excédent d'électricité doit pouvoir être transformé en une autre

forme à proximité du site de production. Grâce à « Power-to-Gas », le transport d'énergie pourrait être réalisé en utilisant le réseau de gaz naturel existant de manière plus simple et plus efficace que par un aménagement massif du réseau électrique qui se heurte souvent à une certaine réticence au sein de la population. De plus, l'ensemble du réseau de gaz peut être utilisé comme réservoir de stockage compte tenu de son volume important. Intégrée à l'approvisionnement énergétique suisse, la technologie « Power-to-Gas » a le potentiel de devenir une gigantesque batterie pour tout le pays et au-delà.

D'abord de l'hydrogène, puis du méthane

Le procédé n'est pas nouveau en soi. Rappelez-vous de « l'expérience de l'oxy-hydrogène » à l'école. A l'aide de deux électrodes, le courant électrique circule dans un récipient rempli d'eau. L'eau se divise donc en oxygène et en hydrogène. C'est exactement comme cela que fonctionne la première étape du procédé « Power-to-Gas ». Lors de la deuxième étape, l'hydro-

Installation-pilote et de démonstration

Puissance électrique : 31 kW

Production de méthane : 1 m³ par heure

Durée de fonctionnement pour le ravitaillement d'un véhicule au gaz naturel : 20 h

Consommation pour le ravitaillement d'un véhicule au gaz naturel :

– 620 kWh de courant électrique

– 100 l d'eau déminéralisée

– 40 kg de CO₂

Partenaire : Audi AG ; Erdgas Obersee AG ; Erdgas Regio AG ; Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil ; Climeworks AG ; Etogas AG

d'une telle installation. L'hydrogène ne doit en aucun cas entrer en contact avec l'oxygène car l'oxy-hydrogène qui en résulte présente un risque d'explosion élevé. La manipulation est donc beaucoup plus contraignante que pour une biométhanisation. Pour des raisons de sécurité, un système de surveillance complexe et coûteux est indispensable. Le fonctionnement semi-automatique de l'installation requiert la présence d'un personnel qualifié sur site. Le démarrage et l'arrêt de la production (ces installations ne doivent fonctionner qu'en cas de surproduction électrique) sont des opérations exigeantes et délicates : par exemple, avant chaque mise en service, les tuyaux doivent être lavés à l'azote afin de s'assurer que l'installation est exempte d'oxygène.

D'après l'état actuel des connaissances, la technologie « Power-to-Gas » convient donc plus à une utilisation dans la grande industrie que dans des petites installations décentralisées. Un autre argument qui plaide en faveur des grandes installations est que les économies d'échelle permettent un degré d'efficacité plus élevé que dans les structures plus modestes. Dans l'installation-pilote de Rapperswil, la conversion de l'énergie solaire en méthane a enregistré un degré d'efficacité de 40 %. Dans les grandes installations, cette valeur devrait être supérieure à 55 %.

Bilan

D'un point de vue technique, la technologie « Power-to-Gas » pourrait résoudre, du moins partiellement, le problème de stockage de l'éco-courant. Pour que cette technologie soit également rentable sur le



L'installation de démonstration de Rapperswil présente toutes les étapes : centrale solaire (1), production de CO₂ (2), électrolyse (3), méthanisation (4) et ravitaillement du véhicule au gaz naturel (5).

plan économique, il faudrait que le prix du pétrole se trouve multiplié. L'objectif de la recherche est de rendre ce procédé plus efficace et plus économique. Le monde politique a aussi été interpellé et doit créer des conditions-cadres favorables. ■

Comparaison de trois procédés de mobilité

Procédé	Electromobilité	Hydrogène comme carburant	Power to Gas (méthane)
Description	Le courant est directement utilisé pour charger les batteries de véhicules électriques.	Le courant se divise en oxygène et en hydrogène. L'hydrogène utilisé comme carburant est transformé en courant dans le véhicule à l'aide de piles à combustible.	Le courant est d'abord transformé en hydrogène, puis en méthane qui est utilisé comme carburant pour les moteurs à combustion.
Degré d'efficacité *	env. 70 %	env. 30 %	15-25 %
Avantages	+ Degré d'efficacité optimal + Utilisation décentralisée possible sans grande installation	+ Production simple de carburant + Degré d'efficacité supérieur au méthane	+ Autonomie optimale + Stockage aisément + Réseau de stations-service existant
Inconvénients	- Faible autonomie - Frais d'acquisition élevés - Elimination problématique des batteries	- Nécessité d'un nouveau réseau de stations-service - Manipulation exigeante du carburant	- Faible degré d'efficacité - Moteur à combustion avec pertes de chaleur élevées

* Efficacité du courant de secteur sur le système d' entraînement

Du carburant issu de la biomasse

Le procédé « Power-to-Gas » ne doit pas être confondu avec une autre technologie prometteuse appelée « Biomass-to-Liquid » (BtL). Dans ce procédé, tous les types de biomasse sèche (bois, paille, herbe fauchée, etc.) ou aussi les déchets sont transformés en un carburant liquide pour moteurs diesel. La deuxième étape essentielle de la production comprend la gazéification de la biomasse (pyrolyse) qui crée ce qu'on appelle un « gaz de synthèse ».

Ce gaz est ensuite utilisé pour produire un biocarburant synthétique de deuxième génération (Sun Diesel) à l'aide du procédé Fischer-Tropsch. En 2009, la société allemande Choren a exploité ce type d'installation. Mais deux ans plus tard, elle a dû déposer le bilan. D'après les rumeurs, il semble que l'installation ne pouvait pas atteindre les quantités de carburant souhaitées. Malgré cela, plusieurs projets pilotes utilisant ce procédé sont à l'étude partout dans le monde.