

QUE FAIRE DU COURANT?

Au moment d'une transition incontournable, la question de l'énergie pour tout et pour tous se pose. Mais est-ce le seul problème?

Comme si souvent dans le monde moderne, le problème n'est pas tant l'existence de ressources que leur disponibilité temporelle et géographique. A ce constat, la Suisse n'a pas de quoi trembler a priori, puisqu'elle produit chaque année suffisamment de courant électrique pour ses besoins personnels.

Ce serait toutefois sans compter avec les fluctuations saisonnières. Ironie du sort, c'est en été que l'on produit, dans tout le pays, un excédent de courant d'environ 5 TWh (5 000 000 000 de kilowatts/heure) à partir de l'hydraulique, la photovoltaïque et l'éolien, soit quasiment la production de la centrale nucléaire de Beznau (5,8 TWh/an). Si cet excédent est vendu à l'étranger, nous devons en revanche importer pratiquement la même quantité pendant le semestre hivernal. Or, ce courant provient en majorité de centrales nucléaires françaises et de centrales thermiques au lignite allemandes, ces dernières étant loin de pouvoir se targuer d'un bilan écologique flatteur.

Extension des énergies renouvelables

Avec l'abandon du nucléaire agendé par la stratégie Energie 2050, il va falloir accroître de façon considérable la production de courant renouvelable à photovoltaïque (PV) et éolien. Selon le scénario «Sun 2035» de la compagnie du réseau national Swissgrid, la nouvelle installation PV de 18 TWh risquerait alors d'engendrer jusqu'à 9,5 TWh d'électricité non utilisable en été sur le marché domestique suisse. Mais les autres pays comptent eux aussi faire des progrès pour la PV et il n'y aura alors plus personne pour acheter notre énergie.

Synchroniser la consommation avec la production

Le problème de l'approvisionnement en électricité, c'est que chaque watt produit doit être immédiatement consommé. A la différence de l'eau potable, par exemple, que l'on peut stocker dans des citernes pour pallier aux inévitables pics de consommation, il est pour l'heure impossible d'accumuler le courant électrique en quantités importantes. L'idéal serait de disposer de batteries gigantesques avec lesquelles l'on pourrait s'approvisionner plus tard en courant. Mais si l'on voulait stocker provisoirement les 5 TWh de courant estival excédentaire actuel dans des accus de voitures électriques, comme ceux de la Tesla Model X d'une capacité de stockage de 100 kWh, il en faudrait 50 millions. Une utopie!

Power-to-Gas

La seule méthode praticable permettant de stocker du courant en quantités substantielles consiste à le transformer en un gaz que l'on puisse emmagasiner durablement et à des coûts relativement modérés. Ce processus appelé Power-to-Gas (PTG) est, techniquement, d'une simplicité relative et déjà éprouvé. L'électrolyse permet, en utilisant de l'eau (H₂O), de scinder le courant en hydrogène (H₂) et oxygène (O₂). Celui-ci est émis dans l'atmosphère, tandis que l'on stocke le H₂ dans des réservoirs sous pression.

Ce vecteur énergétique autorise de multiples utilisations: soit on utilise l'hydrogène dans une pile à combustible (voir encadré) pour le transformer directement en courant – en mode station-



Le Dr. Patrik Soltic explique l'utilisation du gaz naturel sur le stand de l'EMPA, à l'exposition «Réseaux d'énergie du futur», tenue à l'Umwelt Arena de Spreitenbach (AG).
@Peter Rohrer

naire ou dans des véhicules à hydrogène –, soit on l'injecte à de faibles proportions dans le réseau de gaz naturel suisse pour une combustion génératrice de chaleur dans les ménages et l'industrie. «Actuellement, le taux de H₂ est au maximum de 2%. On débat actuellement sur une majoration à 10%», déclare Thomas Hegglin, directeur de la communication pour la Fédération de l'industrie suisse du gaz.

À titre alternatif, on peut transformer le H₂ en méthane (CH₄). «On n'en injecte environ qu'entre 1 et 10% dans le réseau de gaz naturel actuellement, et la proportion passera à 30% d'ici à 2030», toujours selon Hegglin.

Par nature, le gaz naturel consiste essentiellement en CH₄. On peut donc le mé-

langer dans des proportions arbitraires de CH₄ d'origine «synthétique», à partir de H₂ et de biogaz. Un avantage substantiel de ces deux derniers gaz est leur neutralité sur le plan du CO₂, car la production de CH₄ engendre, lors de sa combustion utilisée, autant de CO₂ que l'on en a prélevé dans l'environnement.

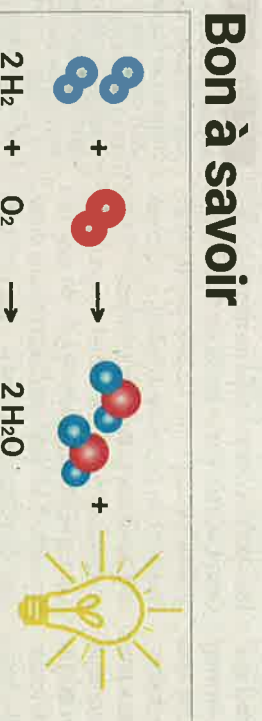
«Nous devons simplement utiliser les énergies renouvelables de manière optimale»

Dr. Patrik Soltic, chercheur à l'EMPA

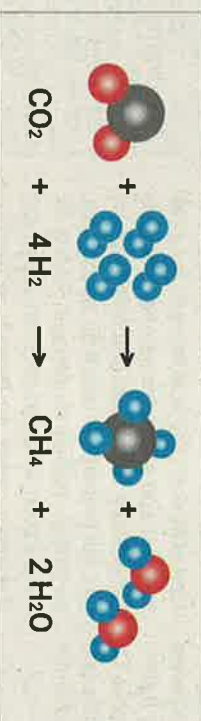
Un gigantesque réservoir de stockage) peut, enfin, par coup de pouce thermique, de nouveau être formé en chaleur et courant.

Le gaz dans la mobilité

L'utilisation du gaz en tant que carburant direct de véhicules à moteur thermique



Une pile à combustible (cellule galvanique) est un convertisseur dans lequel l'énergie chimique d'un combustible injecté (par exemple du H₂) et d'un oxydant séparé par une membrane (par exemple de l'O₂) est transformé directement en courant. Dans le cas de la pile à combustible hydrogène-oxygène, on obtient de l'eau pure (H₂O) comme «produit de déchets» de la réaction.



Lors de la **méthanisation**, appelée aussi processus de Sabatier (découvert en 1902 par Paul Sabatier et J. B. Senderens), du mo-

est également en progrès. En Suisse, il existe déjà 144 stations-service à gaz où l'on peut sélectionner le rapport de mélange entre gaz naturel et biogaz, autrement dit l'écoqualité du carburant acheté.

L'avantage du CNG ouvert (Compressed Natural Gas: gaz naturel comprimé) dans la mobilité est sa faible teneur en carbone et particules lors de la combustion. Les voitures à gaz vont donc apporter une contribution substantielle à la réduction de 50% des rejets de CO₂ ordonnée par la loi d'ici à 2030. Avec sa plateforme de démonstration «Move», l'EMPA étudie actuellement la possibilité d'améliorer l'efficacité et la propreté des voitures circulant au gaz en ajoutant jusqu'à 25% de H₂ au mélange de gaz naturel/biogaz.

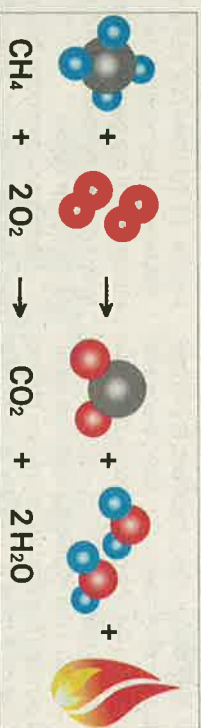
Enseignements

Le Dr Patrik Soltic, directeur du groupe de recherche Systèmes de propulsion de l'EMPA, déclare en guise de résumé: «Ce n'est pas la mobilité, mais la transition énergétique, autrement dit l'adoption massive d'énergies renouvelables fluctuant au gré des saisons comme la PV et l'éolien, qui exige le PTG. Or, celui-ci a besoin de la mobilité car c'est la seule possibilité d'offrir une première utilisation à des conditions économiques. Ce n'est pas la transformation d'énergie, autrement dit la propulsion électrique ou le moteur à combustion, qui détermine à quel degré un véhicule est vert, mais sa proportion d'énergie renouvelable utilisée.»

Par conséquent, il n'y a pas que les véhicules électriques à batterie qui soient respectueux de l'environnement, mais aussi les véhicules roulant au gaz car ceux-ci sont neutres sur le plan du CO₂, s'ils roulent avec du méthane produit par PTG. Cela vaut aussi pour les voitures à pile à combustible avec PTG-H₂: «Les solutions existent, mais nous devons simplement utiliser les énergies renouvelables de manière optimale», déclare Soltic, en guise de synthèse.

Peter Rohrer

peter.rohrer@automobilrevue.ch



Lors de la **combustion de méthane** avec adjonction d'oxygène (O₂), on obtient du dioxyde de carbone (CO₂), de l'eau (H₂O) et de la chaleur car cette réaction est exothermique.

Le **couplage thermique (CT)** est l'obtention simultanée d'énergie mécanique (laquelle est généralement transformée en courant électrique) et de chaleur. Celle-ci est utilisable à des fins de chauffage ou pour des processus de production thermodynamique dans une centrale électrocalogène.