

d'oxygène), des matières organiques telles que déchets agricoles, fumier, eaux usées, débris alimentaires... Ces « digesteurs », à la technologie déjà mûre, transforment les déchets des élevages industriels (notamment le lisier traité dans des bassins), véritables plaies environnementales, en produits valorisables capables de générer des revenus pour les municipalités et les agriculteurs.

Le biométhane alimente en partie la ville d'Austin, au Texas. La société Waste Management, qui exploite l'une des décharges de l'agglomération, collecte du biométhane dans 128 puits sur son site et le brûle pour approvisionner en électricité 4 000 à 6 000 foyers. En outre, l'une des stations d'épuration de la ville dispose de huit biodigesteurs, d'une capacité de 7,5 millions de litres chacun ; les bactéries convertissent les eaux usées en biogaz qui alimente sur place des générateurs électriques. Le procédé crée un déchet solide appelé « digestat », qui ressemble, par son odeur et sa texture, à un compost compact. Une entreprise le vend en sacs comme engrais dans les magasins de la région.

Aux États-Unis, environ un quart des plus de 2 000 décharges valorisent aujourd'hui leur gaz ou recyclent en partie leurs déchets dans des digesteurs. Cela ne représente toutefois que moins de 1 % de la consommation totale de gaz naturel du pays. Le biogaz peut servir de substitut direct au gaz naturel, mais les quantités produites, à l'échelle mondiale, sont faibles. Si une ferme, une décharge ou une station d'épuration ne peut pas utiliser le gaz pour produire de l'électricité ou si elle n'est pas

À Austin, au Texas, le biométhane fournit l'électricité à plusieurs milliers de foyers

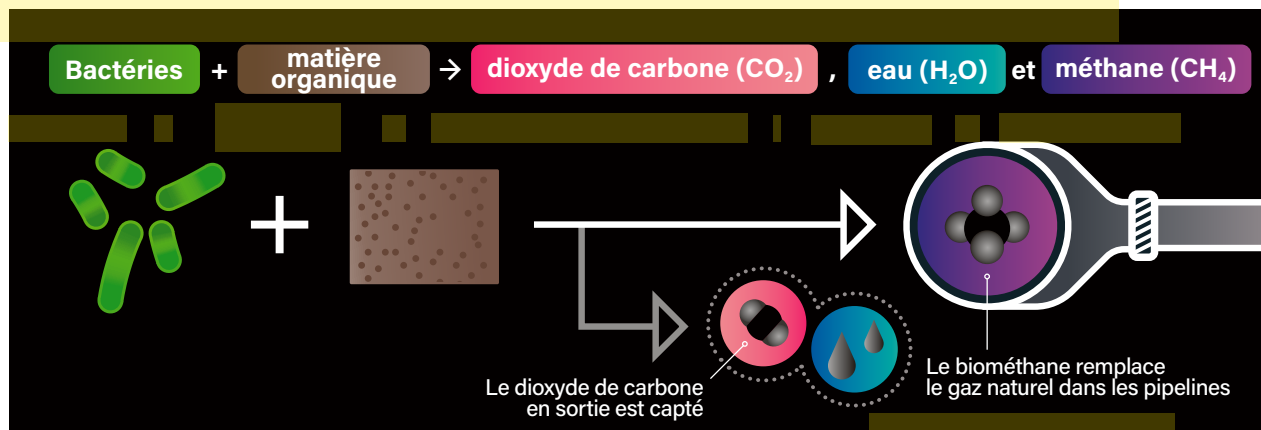
située à proximité du réseau gazier, le biométhane devra peut-être être liquéfié et transporté par camion ailleurs, d'où un bilan de carbone moins intéressant. Néanmoins, le biométhane est une technologie prête sur le plan commercial, qui peut commencer à décarboner une partie de l'industrie gazière.

DE L'HYDROGÈNE DANS LES TUYAUX

Le gaz naturel peut aussi être remplacé par de l'hydrogène. Les turbines des centrales peuvent brûler de l'hydrogène afin de produire de l'électricité pour le réseau, et même les moteurs à combustion des véhicules utilitaires lourds savent s'en satisfaire. Dans les piles à combustible, l'hydrogène génère de l'électricité pour les voitures, les maisons ou les bureaux. Et l'hydrogène est déjà l'un des ingrédients de nombreux produits chimiques. Sa combustion, comme sa transformation dans les piles à

STRATÉGIE 1 : REMPLACER LE GAZ NATUREL PAR DU BIOMÉTHANE

Pour réduire les émissions de CO_2 dues à la consommation de gaz naturel (du méthane, pour l'essentiel), on pourrait remplacer le gaz transporté dans les pipelines par du biométhane, méthane produit par des bactéries qui décomposent la matière organique (déchets agricoles, fumier, eaux usées, débris alimentaires). La décomposition produit aussi de la vapeur d'eau et un peu de CO_2 . Ce dernier est capté et dirigé vers l'industrie ou un réservoir sous-terrain.



STRATÉGIE 2 : REMPLACER LE GAZ NATUREL PAR DE L'HYDROGÈNE

Le gaz naturel dans les pipelines pourrait être partiellement ou intégralement remplacé par de l'hydrogène. Cette ressource peut servir de carburant pour les centrales électriques et les véhicules utilitaires lourds, alimenter les piles à combustible des voitures, des maisons et des bâtiments, ou être utilisée comme matière première. La combustion de l'hydrogène n'émet pas de carbone. Des pipelines faits d'un alliage spécial seraient nécessaires pour transporter un gaz composé de moins de 20 % d'hydrogène. Voici plusieurs sources possibles d'hydrogène.

RÉSERVOIRS NATURELS

Quand de l'eau souterraine ou injectée par des pompes entre en contact avec une roche contenant du fer, des silicates et de l'hydrogène sont produits.

L'eau (H_2O)

réagit avec des

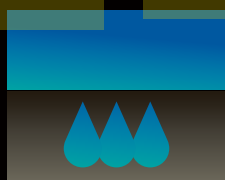
roches renfermant du fer

ce qui produit

silicates

et

hydrogène (H_2)



L'hydrogène remplace le gaz naturel dans les pipelines

REFORMAGE À LA VAPEUR DU MÉTHANE, AVEC PIÉGEAGE DU CARBONE

L'ajout de chaleur et d'eau au méthane provenant d'un puits produit de l'hydrogène et du CO_2 , que l'on capterait. L'industrie utilise déjà largement ce procédé pour fabriquer de l'hydrogène destiné aux raffineries et aux fonderies. Une énergie propre serait nécessaire pour produire la chaleur.

En chauffant

du

méthane (CH_4)

avec de la

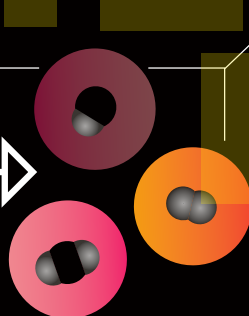
vapeur d'eau (H_2O)

on produit du

dioxyde de carbone (CO_2)

et de l'

hydrogène (H_2)



La vapeur et le méthane produisent du monoxyde de carbone (CO), de l'hydrogène et du dioxyde de carbone qui se recombinent ensuite pour former plus d'hydrogène et de dioxyde de carbone.

Le dioxyde de carbone en sortie est piégé



L'hydrogène remplace le gaz naturel dans les pipelines

ÉLECTROLYSE

De l'électricité provenant d'une source renouvelable décompose les molécules d'eau et produit ainsi de l'hydrogène. La réaction requiert davantage d'énergie que le reformage du méthane à la vapeur, mais le seul sous-produit est de l'oxygène, qui est relâché dans l'air.

Électricité

et

eau (H_2O)

donnent

oxygène (O_2)

et

hydrogène (H_2)



L'hydrogène remplace le gaz naturel dans les pipelines

Mélangé au méthane, l'hydrogène pourrait être stocké et transporté plus facilement

combustible, n'émet pas de CO_2 . Dernier avantage: en cas de fuite, l'hydrogène a un effet de serre bien moindre que le méthane.

Où trouve-t-on de l'hydrogène dans la nature? Ce gaz s'échappe naturellement du sol dans de nombreux bassins situés dans des cratons – d'anciens morceaux de plaques terrestres situés au cœur des continents. Les scientifiques connaissent ces suintements depuis plus d'un siècle. Les compagnies pétrolières et gazières ont toutefois considéré l'hydrogène comme une nuisance lorsqu'elles en trouvaient à proximité des réservoirs souterrains, car il peut prendre feu et endommager les canalisations métalliques. Mais aujourd'hui, les ingénieurs et les chercheurs forent à titre expérimental des puits à hydrogène et lancent des programmes pluriannuels pour prospecter le sous-sol. En termes de production, les espoirs ressemblent à ceux manifestés au tout début de la fracturation des schistes: une

ressource énorme est là, si les ingénieurs parviennent à trouver comment l'exploiter à moindre coût et en toute sécurité.

Il est aussi possible de synthétiser l'hydrogène. À l'heure actuelle, la plus grande part de l'hydrogène destiné à l'industrie est produite par reformage à la vapeur du méthane, c'est-à-dire en ajoutant de la chaleur et de l'eau chaude au méthane pour créer de l'hydrogène et du CO_2 . L'électrolyse, qui utilise l'électricité pour décomposer l'eau en hydrogène et en oxygène, peut également fabriquer de l'hydrogène gazeux. Ces deux procédés nécessitent toutefois d'importantes quantités d'énergie.

Le transport et le stockage de l'hydrogène gazeux constituent également un défi. En raison de la faible densité de l'hydrogène, son acheminement par pipeline réclame beaucoup d'énergie, par rapport à des gaz plus denses comme le méthane ou des liquides comme le pétrole. L'opération est si peu efficace qu'après plusieurs centaines de kilomètres, le coût de transport de l'hydrogène dépasse largement la valeur de l'énergie qu'il véhicule. De plus, l'hydrogène peut fragiliser les pipelines en acier, sauf si l'on y incorpore des alliages coûteux ou si l'on modifie les conditions d'exploitation.

Une façon de résoudre ces problèmes est, dans les pipelines, de mélanger de l'hydrogène au méthane. Cette astuce permet de décarboner une partie du système en troquant une partie du gaz naturel par de l'hydrogène. Des expériences menées au Royaume-Uni et en France montrent que l'on peut transporter efficacement dans un gazoduc un mélange de 80% de méthane et de 20% d'hydrogène. Dans le cadre

STRATÉGIE 3: TRANSPORT D'HYDROGÈNE SOUS D'AUTRES FORMES CHIMIQUES

Les porteurs d'hydrogène sont des gaz ou des liquides qui contiennent des atomes d'hydrogène, comme l'acide formique (CH_2O_2), le méthanol (CH_3OH) ou le méthane (CH_4). Au lieu d'extraire le gaz naturel et de le brûler, ce qui produit du CO_2 , des machines alimentées en électricité d'origine renouvelable captent le CO_2 de l'air ou de cheminées, puis le combinent avec de l'hydrogène pour former le porteur, qui est ensuite convoyé par des pipelines existants. Sa combustion relâche du CO_2 , mais comme le carburant a été synthétisé à partir de CO_2 atmosphérique, les émissions nettes sont faibles.

