

E-Fuel/refuel : les carburants synthétiques comme leviers de CO<sub>2</sub>

# PtX et couplage de secteurs

Et si une quantité presque infinie d'énergie renouvelable permettait de décarboniser et de défossiliser tous les domaines de la vie quotidienne grâce à la technologie PtX et au couplage sectoriel ? Ce scénario est actuellement encore très loin. Mais la législation sur le CO<sub>2</sub> et l'objectif zéro net d'ici 2050 poussent à agir. Les carburants synthétiques peuvent-ils prendre pied et servir de levier pour le CO<sub>2</sub> ? **Andreas Senger**

**L**e temps presse. D'ici 2050, la Suisse devrait avoir des émissions nettes de CO<sub>2</sub> nulles. Les secteurs qui produisent malgré tout des émissions de CO<sub>2</sub> en raison de la combustion d'énergies fossiles doivent les compenser par d'autres moyens. Dans 25 ans, ce devrait être le cas. Avec une part actuelle de 33%, le trafic routier est considéré comme le plus grand producteur de CO<sub>2</sub>. Il est donc nécessaire d'agir rapidement pour atteindre l'objectif environnemental.

Dans l'UE, on s'en tient actuellement encore à la voie de la réduction par les véhicules élec-

triques à batterie. La considération du chemin d'impact tank-to-wheel (du stockage d'énergie jusqu'aux roues) ou well-to-wheel (de la source d'énergie jusqu'aux roues) est optimale pour la transmission électrique, car l'énergie électrique a été fixée à 0g/kWh d'émission de CO<sub>2</sub>. Cette situation est voulue par le milieu politique et est loin de correspondre à la réalité. Tant qu'une telle quantité d'énergie fossile sera transformée dans la production d'électricité en Europe, même une VEB sera peu respectueuse des émissions de CO<sub>2</sub>. En particulier si l'on considère la chaîne d'efficacité cradle-to-grave (du berceau à la barre

avec la production en amont, l'exploitation et le recyclage. De plus, le marché suisse des voitures neuves et le parc existant montrent que les VEB pénètrent le marché plus lentement que prévu (graphiques en bas de la page suivante). Une ouverture technologique et des alternatives à la transmission purement électrique par batterie sont sans doute indispensables à l'acceptation par le marché.

## Compromis suisse

La Confédération suisse est plus avancée que l'Europe en matière de décarbonisation et de défossilisation : ici, la loi sur le CO<sub>2</sub> sup-



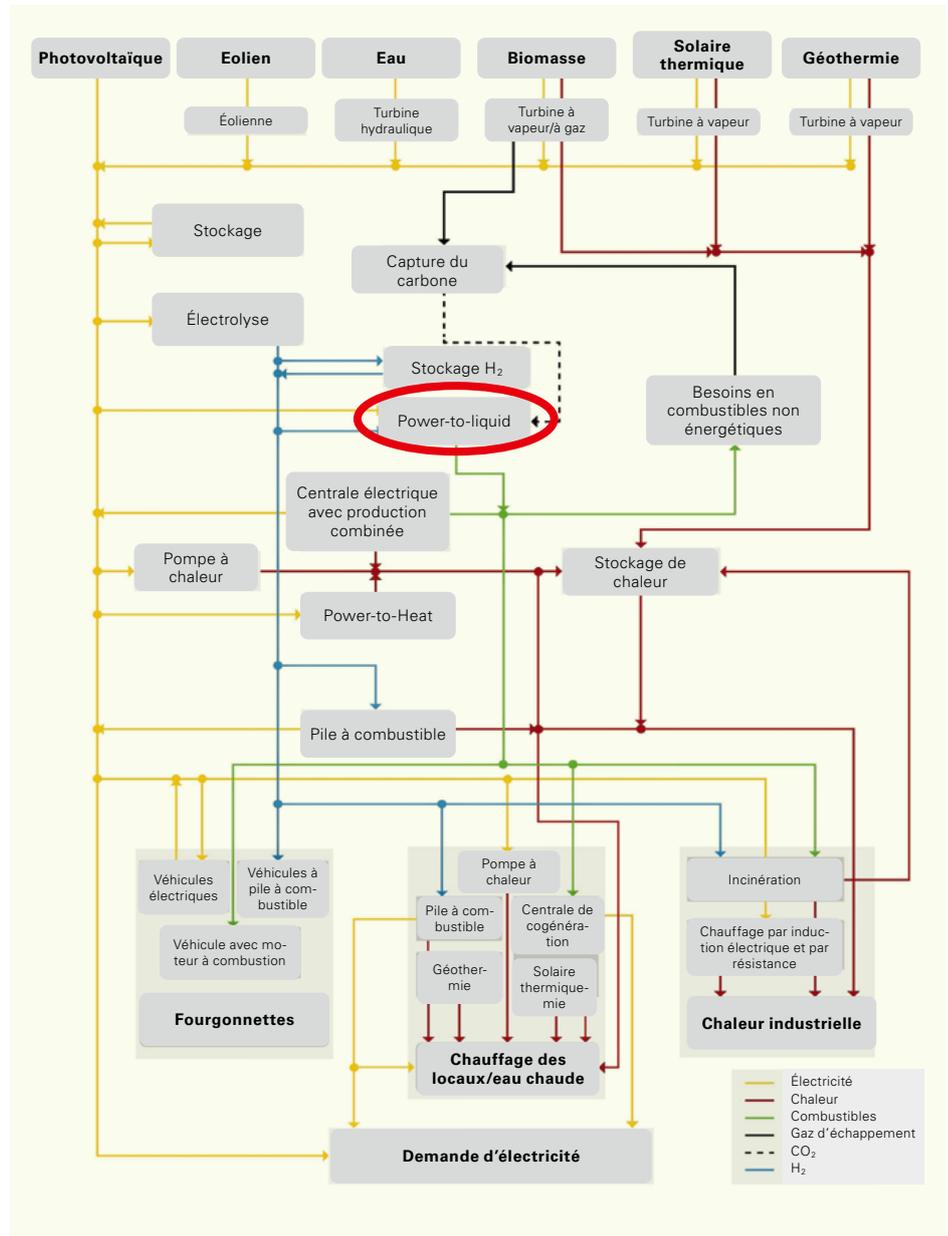
Les carburants synthétiques à base d'hydrocarbures ne sont pas seulement un levier de CO<sub>2</sub> pour les véhicules historiques, mais aussi pour les voitures hybrides et hybrides rechargeables. Photo : Porsche

pose certes que l'énergie électrique est égale à 0g\_/kWh, mais elle considère également les E-Fuels comme partie de la solution. Par E-Fuel, on entend les carburants synthétiques dont les composés hydrocarbonés (HC) sont principalement constitués de carbone C issu du CO<sub>2</sub> et d'hydrogène H<sub>2</sub> issu de l'électrolyse de l'eau (H<sub>2</sub>O). Dans les milieux spécialisés, cette transformation est également nommée PtX, ce qui signifie Power-to-X, c'est-à-dire transformer l'énergie électrique en un autre carburant gazeux (Power-to-Gas) ou liquide (Power-to-Liquid). Si la production ne doit utiliser que de l'électricité renouvelable, on parle aussi de refuel (carburant ou combustible renouvelable). La combustion de l'E-Fuel produit certes à nouveau du CO<sub>2</sub>, mais uniquement dans la mesure où il a été prélevé dans l'atmosphère pour la production de la source d'énergie synthétique. Cela a pour effet de faire circuler le CO<sub>2</sub>. Une autre combinaison est l'hydrogène synthétique H<sub>2</sub>, qui peut être converti dans des piles à combustible ou des véhicules à combustion. Ce gaz fait ainsi également partie des E-Fuels.

« Cette année, la Suisse a été le premier pays à prévoir une imputabilité des E-Fuels dans la législation sur le CO<sub>2</sub> » explique Christian Bach, chef du département Agents énergétiques chimiques et systèmes pour véhicules de l'Empa, et ajoute : « La voie légale est donc en principe ouverte pour les véhicules neufs ». Ainsi, si un importateur commercialise des véhicules neufs et peut prouver qu'un véhicule fonctionne partiellement ou entièrement avec de l'E-Fuel produit de manière renouvelable, la Confédération l'impute aux émissions de CO<sub>2</sub> de la flotte.

**Le couplage de secteurs, partie intégrante de la solution**

En Suisse aussi, le développement de la production d'électricité renouvelable est nettement à la traîne. Si tous les secteurs tels que la circulation/le transport, le chauffage/la chaleur ambiante et la chaleur industrielle doivent être convertis à l'énergie électrique, la capacité de production ne sera pas suffisante, en particulier pendant les mois d'hiver. En raison de l'absence d'accord sur l'électricité avec l'UE, il est difficile de planifier les capacités d'importation. Le développement de capacités de production plus élevées et de systèmes de distribution d'énergie est également ralenti ou rendu impossible dans notre pays par de nombreuses oppositions.



Le couplage sectoriel montre quelles énergies peuvent être converties en d'autres, par exemple pour mettre à disposition du système de l'électricité photovoltaïque même la nuit ou de l'électricité éolienne en cas de calme plat. Chaque conversion implique une perte d'efficacité. L'énergie électrique peut être stockée grâce au power-to-liquid ou au gaz. Photo : SRU

Le couplage de secteurs représenté dans le graphique de droite constitue en principe la voie royale. Les six convertisseurs d'énergie de la rangée supérieure fournissent de l'énergie électrique renouvelable au réseau. Grâce à un couplage intelligent et à la transformation en sources d'énergie stockables, comme le sont les E-Fuel, les surproductions peuvent être stockées temporairement de manière judicieuse. Ainsi, les besoins énergétiques prévus de 30 à 60 TWh d'ici 2050, trafic aérien compris, devraient être couverts.

**Exigences en matière d'E-Fuel**

Outre les exigences techniques telles que la résistance au cliquetis pour l'essence synthétique et l'indice de cétane pour l'e-Diesel, la

compatibilité des matériaux et la facilité de stockage sont également au premier plan. Les exigences légales pour les carburants et combustibles synthétiques sont également définies dans l'« Ordonnance concernant la mise sur le marché de combustibles et carburants renouvelables ou à faible taux d'émission » (OMCC). L'OMCC se base sur la directive européenne sur les énergies renouvelables III (directive – UE – 2023/2413), qui formule quatre objectifs :

- Additionnalité : l'électricité doit provenir de sources renouvelables. Actuellement, il s'agit principalement du photovoltaïque et de l'éolien.

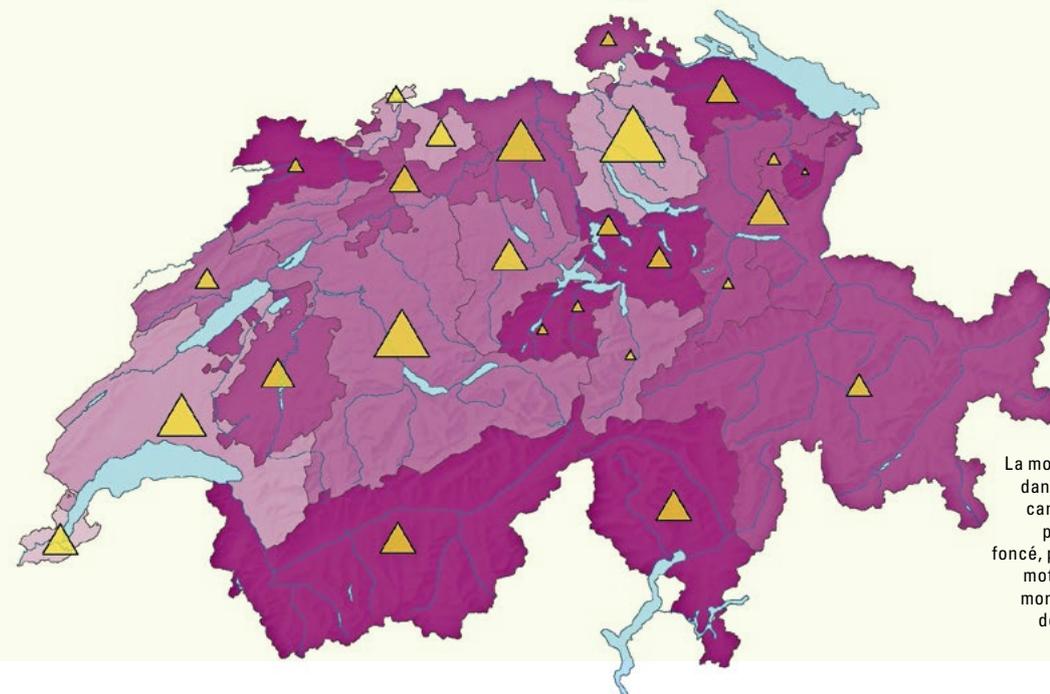
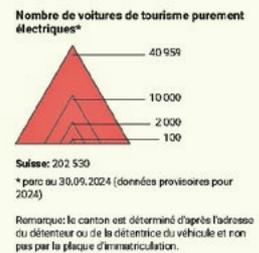
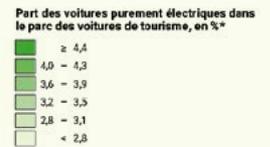
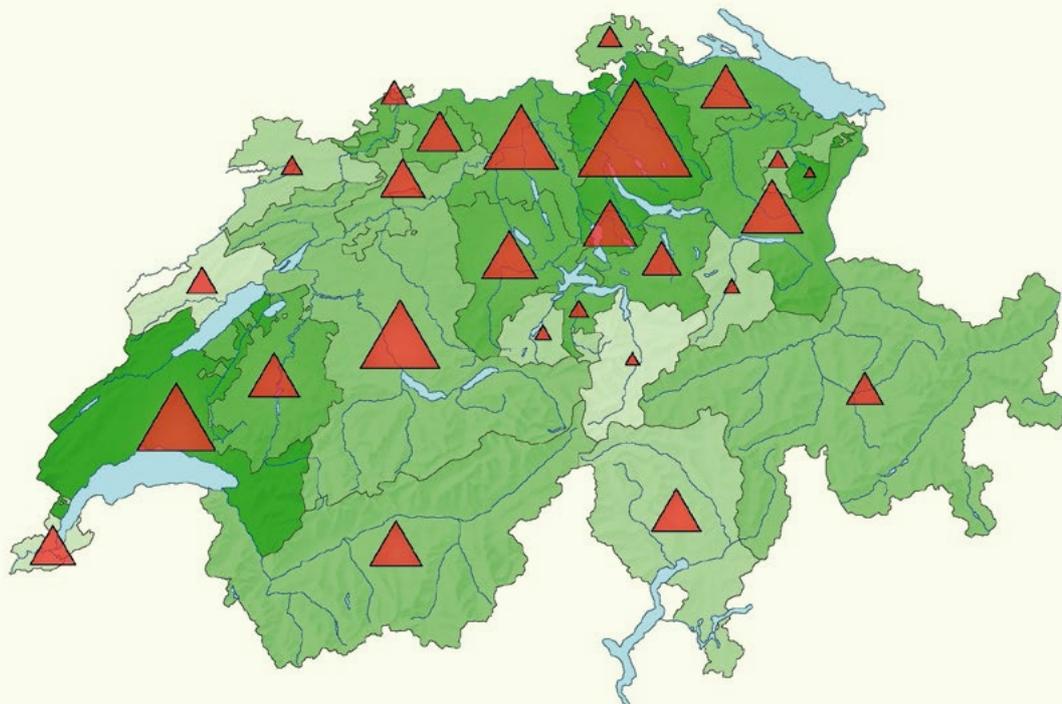
Suite page 22

- Couplage direct : l'installation PtX doit être directement couplée à ces sources de production renouvelables.
- L'approvisionnement en CO<sub>2</sub> : après 2025, il ne pourra plus être basé que sur des sources biogènes ou par capture directe de l'air DAC (filtrage du CO<sub>2</sub> dans l'air).
- Objectif de réduction : les émissions de CO<sub>2</sub> doivent pouvoir être réduites d'au moins 70% sur l'ensemble de la chaîne de rendement.

D'un point de vue réaliste, il n'est pas possible de développer l'électricité « propre » en Suisse, ni même en Europe. Pour l'expert C. Bach, il est donc clair que « la production de sources d'énergie synthétiques présente un rendement d'environ 50%. Pour produire les besoins de la Suisse en carburants et combustibles synthétiques dans la ceinture solaire, il faudrait des surfaces désertiques de l'ordre de 600 à 1200 km<sup>2</sup>. L'Empa est en train d'étudier une production de carburants et de combustibles synthétiques en Oman avec

25 partenaires industriels et économiques/financiers. C. Bach concrétise : « Oman a délimité 50 000 km<sup>2</sup> de désert pour la production d'hydrogène et d'E-Fuel; 10% de cette surface (soit 5 000 km<sup>2</sup>) devraient pouvoir être utilisés à des fins énergétiques. Il ne faut donc pas s'attendre à ce que les surfaces désertiques soient entièrement recouvertes d'installations photovoltaïques. »

Base pour les réflexions sur l'énergie dans le trafic routier : le 30 septembre 2024, l'Office fédéral de la statistique a publié des informations sur la part actuelle des véhicules électriques à batterie dans le parc total par canton. Plus le triangle est grand, plus l'effectif absolu est important et plus la couleur est foncée, plus la part en % est importante. Photo : Bfs

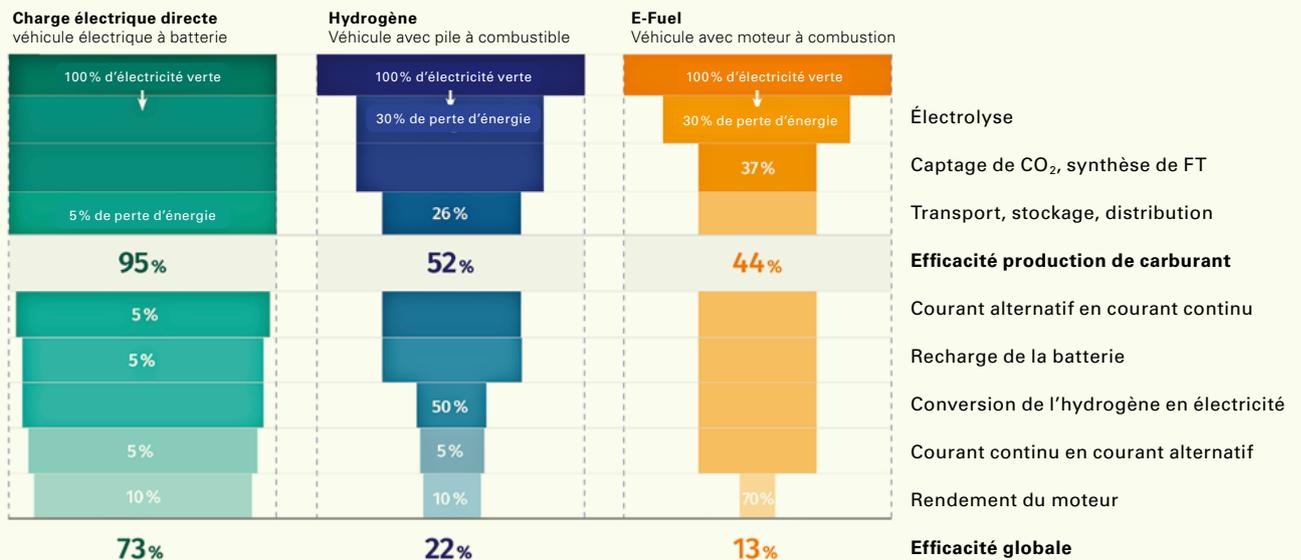


\*\* population résidente permanente au 31.12. de l'année précédente



Remarque: le canton d'immatriculation d'un véhicule est déterminé d'après l'adresse du détenteur et non pas d'après les inscriptions figurant sur la plaque d'immatriculation. L'adresse du détenteur ne correspond donc pas toujours à la localisation réelle d'un véhicule. Par exemple, dans le cas d'entreprises ayant plusieurs succursales, il arrive que seul le siège principal soit enregistré comme adresse du détenteur. Ainsi, les cantons dans lesquels se trouvent les sièges des entreprises disposant d'un parc automobile important (notamment les sociétés de location et d'autopartage) peuvent avoir un nombre de véhicules élevé par rapport à leur population.

La mobilité individuelle est moins importante dans les zones urbaines. Plus la surface du canton est claire, plus le stock de voitures pour 1000 habitants est faible, plus il est foncé, plus la part du TIM (transport individuel motorisé) est importante. Dans les régions montagneuses en particulier, les gens sont dépendants de leur véhicule. Photo : Bfs.



Le rendement Well-to-Wheel (de la source à la roue) du VEB est impressionnant. Les véhicules à hydrogène ou les E-Fuels sont nettement moins performants. Néanmoins, le H<sub>2</sub> et les E-Fuels sont intéressants en raison de leur capacité de stockage. Photo: VCÖ

**La chaîne d'efficacité est décisive**

L'avantage indiscutable des VEB réside dans la comparaison well-to-wheel avec les véhicules à hydrogène (H<sub>2</sub>, Fuel Cell, FC) et les véhicules à combustion E-Fuel. Les chaînes de rendement présentées ci-dessus sont simplifiées. Grâce à des rendements individuels élevés, aucune autre transmission ne peut marquer autant de points en termes d'efficacité globale. Le stockage et la volatilité peuvent toutefois être optimisés grâce au PtX. En ce qui concerne E-Fuel, C. Bach résume la situation en ces termes : « La Suisse n'a pas la possibilité de produire en Suisse les quantités de carburants et de combustibles synthétiques dont elle aura besoin à l'avenir. Il ne reste donc que l'importation, ce qui implique toutefois une dépendance de l'approvisionnement. Il est donc nécessaire de mettre en place une approche résiliente selon la devise: ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier ».

L'ouverture technologique et l'association intelligente des sources d'énergie permettent d'atteindre l'objectif. Et le fait qu'à l'avenir, la flotte existante, y compris les véhicules historiques, deviendrait progressivement moins émettrice de CO<sub>2</sub> grâce à l'ajout partiel d'E-Fuel, ne nuit pas à l'environnement. ●



depuis 1964 **CORTELLINI & MARCHAND AG** 061 312 40 40  
Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

**Le plus complet des services de réparation de boîtiers électroniques pour auto de Cortellini & Marchand AG**

**Vous cherchez, nous trouvons – Votre service de recherche pour pièces automobiles d'occasion**

[www.auto-steuergeraete.ch](http://www.auto-steuergeraete.ch) [www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch](http://www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch)

Nouveau: FGS, la remorque avec essieu élévateur et 100% d'équilibrage

Poids utile à 2,9t

Remorques pour le transport de voitures, carrosseries  
Visitez notre exposition ou demandez une démonstration. Disponible également en modèle communal.

**T&W Technik**  
Dammstr. 16, 8112 Otelfingen  
tél. 044 844 29 62  
[www.fgs-fahrzeuge.ch](http://www.fgs-fahrzeuge.ch)