

Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'eau, sur terre et dans les airs

# Le potentiel de la technologie

La crise énergétique et le changement climatique obligent les constructeurs de véhicules automobiles, d'avions, d'hélicoptères et de navires à exploiter les possibilités offertes par la technologie pour réduire durablement les émissions de CO<sub>2</sub>. Les carburants alternatifs ainsi que l'électrification et l'hybridation sont au centre de cette réflexion. **Andreas Senger**

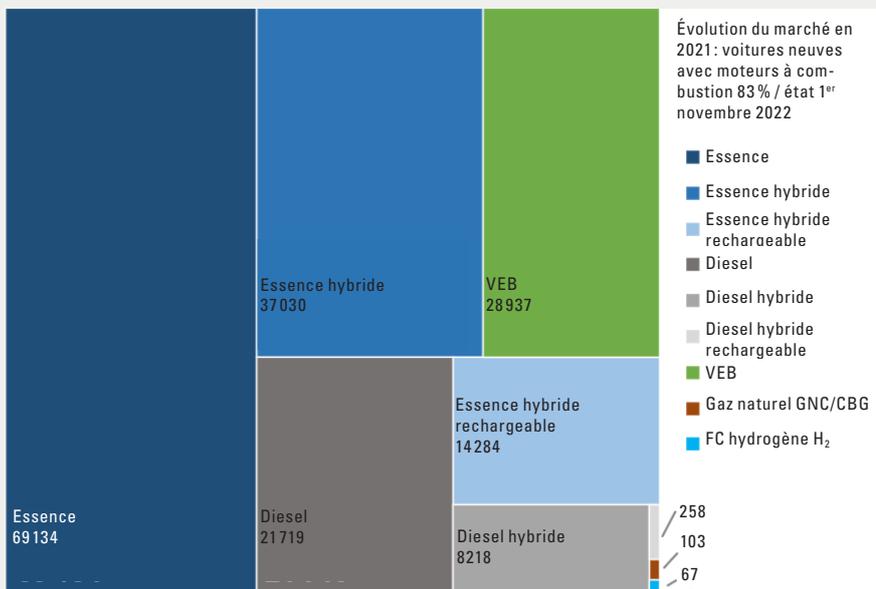
À la fin de l'année, il vaut la peine de réfléchir au passé et de penser à l'avenir. Pour concilier prospérité et protection du climat, deux objectifs fondamentalement opposés, la recherche et le développement de systèmes de transmission alternatifs sont indispensables.

L'accent doit aussi être mis sur l'ouverture technologique. La crise énergétique et la pénurie d'électricité ont sensibilisé l'ensemble de la population à ce sujet. Mais quels développements technologiques peut-on espérer en 2023 et au cours des années suivantes ?

En ce qui concerne les véhicules routiers, l'orientation vers la défossilisation et de la décarbonisation est définie par l'UE : à partir de 2035, les moteurs à combustion ne pourront plus être vendus pour les véhicules neufs (voitures de tourisme / véhicules utilitaires légers) en Europe. La transmission électrique à batterie est la solution la plus rapide à mettre en œuvre pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Selon l'approche « tank to wheel », un VEB émet 0g/km, quels que soient le poids et l'inefficacité de sa transmission. Les VEB actuels qui utilisent le mix électrique européen, avec de nombreux carburants thermiques fossiles, génèrent donc des émissions à l'étranger. L'électricité produite en Suisse est en principe pauvre en CO<sub>2</sub>.

Cette thématique a été amplement analysée et mise en lumière lors de la Mobility and Transportation Conference (MaT-Conference) à Berne. L'Association importateurs suisses d'automobiles met en œuvre l'objectif politique de réduction. Selon une enquête récente, les importateurs sont convaincus que d'ici 2025, plus de 50% des voitures neuves vendues seront des véhicules rechargeables. Toutefois, le directeur Andreas Burgener précise : « Si vous n'avez pas de clients, l'exercice ne fonctionne pas. » La clientèle doit suivre. Christoph Schreyer, de l'Office fédéral de l'énergie, formule lui aussi une déclaration claire : « Les hybrides rechargeables sont une technologie automobile qui, en tant que technologie de transition, est constamment au centre des réflexions. Mais cela n'a de sens que si la technologie est conduite dans les règles de l'art, c'est-à-dire principalement de manière électrique. »

Les chiffres du marché montrent clairement que les hybrides et hybrides rechargeables sont nettement en tête des ventes de voitures neuves pour les transmissions à faible émission de CO<sub>2</sub>. Mais un constat alimente actuellement la controverse au niveau technique sur la propulsion de ces véhicules : les



Durant l'année en cours, ces types de propulsion ont été achetés en quantités par les Suisses sur des véhicules neufs jusqu'au 1<sup>er</sup> novembre 2022. Les hybrides et hybrides rechargeables, comme les VEB, sont très appréciés. Photo: OFEN, auto-suisse

## Comparaison du stockage/de l'énergie du véhicule pour un trajet de 100 km d'une voiture de tourisme

Carburant	Essence	Batterie	Hydrogène H <sub>2</sub>
Consommation aux 100 km	6 l	18 kWh	1 kg
Masse Stockage d'énergie	5 kg	100 – 150 kg (batterie haute tension complète)	20 – 25 kg (réservoir haute pression 700 bar)
Émissions CO <sub>2</sub>	17 kg (combustion) 4 kg (en amont)	1,2 – 3,7 kg 0,2 – 1,9 kg (H <sub>2</sub> – Mix CH) 1 – 1,8 kg (fabrication de la batterie)	0,9 – 5,4 kg 0,5- 5 kg (H <sub>2</sub> – Mix CH) + 0,4 kg (fabrication du réservoir H <sub>2</sub> )
Temps pour faire le plein/recharger 100 km d'autonomie	> 15 secondes	7 – 22 minutes (150 kW – 50 kW)	> 30 secondes

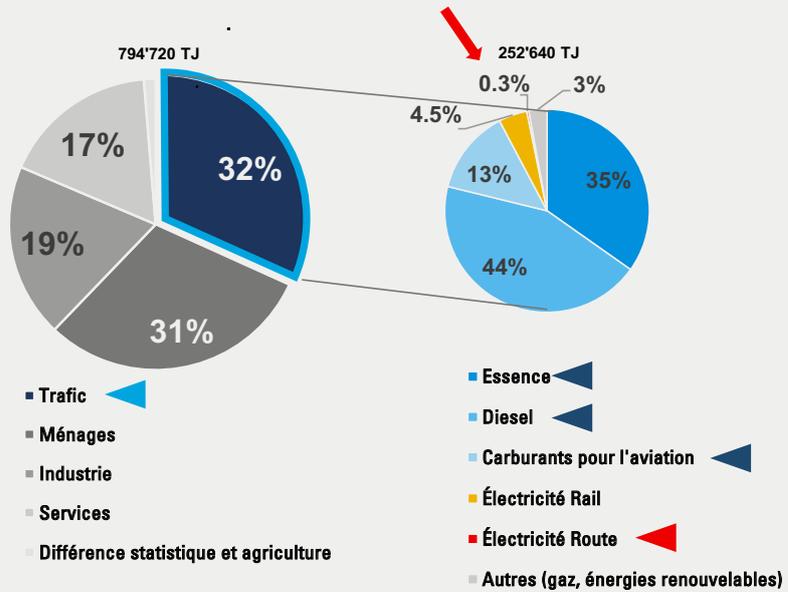
Décisif pour le client : combien de temps faut-il pour stocker l'énergie dans un véhicule et quelle quantité d'énergie peut-on emporter ? L'hydrogène aurait un fort potentiel d'économies de CO<sub>2</sub>. Photo: GreenGT / traitement Se

véhicules rechargeables, c'est-à-dire hybrides rechargeables et VEB, ne sont utiles que si 100 % d'électricité propre est utilisée. Pour accélérer l'électrification, il manque en Europe, mais aussi en Suisse, des capacités de production adéquates pour l'énergie en ruban. L'absence de possibilité de stockage et l'absence d'offre continue (24 heures par jour, 365 jours par an) empêchent de produire l'énergie électrique manquante à l'aide d'installations photovoltaïques et d'éoliennes. Ce n'est que lorsque les ménages seront en mesure d'utiliser directement et de stocker l'électricité qu'ils produisent eux-mêmes sur leur toit que l'on pourra mettre fin à la dépendance vis-à-vis de l'étranger, souvent citée, qu'il s'agisse de l'énergie fossile ou de l'électricité.

Mais le stockage est une tâche herculéenne. Les alternatives sont l'hydrogène et les carburants électriques. On reproche à ces deux carburants synthétiques leur faible efficacité de production. À l'heure actuelle, l'hydrogène ne peut être produit efficacement qu'au moyen de l'électrolyse et d'électricité excédentaire verte. Quant aux carburants électriques, c'est-à-dire les carburants fabriqués artificiellement à partir d'hydrogène et de carbone atmosphérique (Carbone Air Capture), ils présentent une consommation d'énergie et un bilan CO<sub>2</sub> encore plus faibles. Ces deux types d'énergie peuvent néanmoins être stockés, ce qui pourrait aussi réduire nettement les émissions de CO<sub>2</sub> de la flotte existante en les combinant au diesel ou à l'essence. Et ce, globalement, sans changer la distribution de l'énergie et l'infrastructure des stations-service.

La stratégie de transmission électrique à batterie actuellement choisie présente de nombreux avantages. Outre l'absence d'émissions locales, le rendement dans le véhicule est extrêmement élevé. Le tableau de la page précédente montre que le potentiel d'économies de CO<sub>2</sub> permet de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre malgré une consommation d'énergie élevée pour la production des batteries. L'hydrogène, en tant que source d'énergie pour les moteurs à pile à combustible, peut également être considéré comme produisant peu de CO<sub>2</sub>. Son seul défaut est l'absence de production d'électricité renouvelable. Sa durée de chargement élevée peut être diminuée par des systèmes de chargement rapide. Cela affecte cependant la batterie (durée de vie réduite) et la stabilité du réseau électrique. En outre, on ne sait pas encore vraiment comment recycler les batte-

### Consommation finale d'énergie 2021



Source : OFEN Statistique globale de l'énergie 2021

Sans énergie, pas de prospérité : 32% de l'énergie en Suisse est utilisée dans les transports. La consommation électrique des véhicules rechargeables n'est actuellement que de 0,3%. La tendance est nettement à la hausse. Photo: OFEN



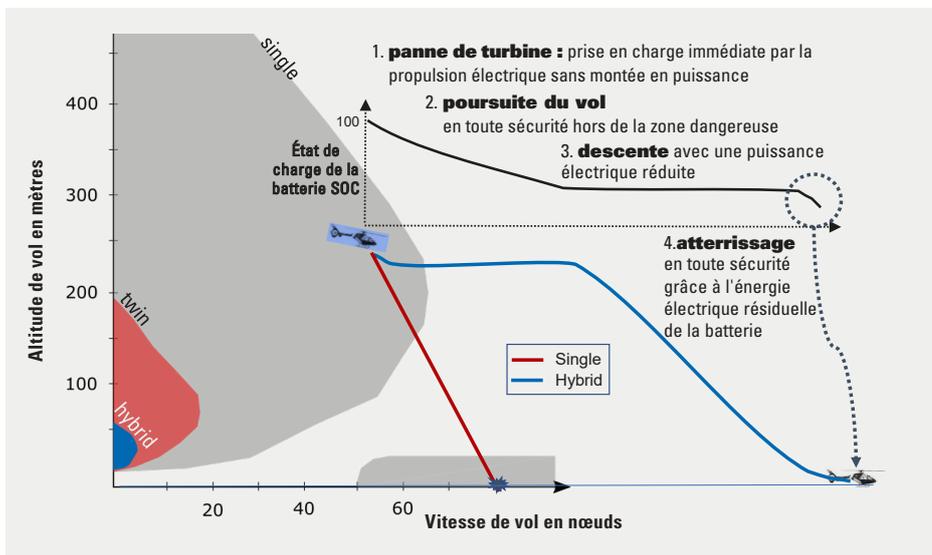
Les importateurs suisses de véhicules se montrent optimistes: dès 2025, plus de la moitié des voitures neuves devraient contribuer à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Photo: auto-suisse

ries et la recherche fondamentale fait défaut. Il est réjouissant de constater que des entreprises suisses comme Kyburz AG investissent de l'argent dans la recherche et le développement et ont une longueur d'avance en matière de recherche dans le monde entier. Les start-up telles que Librec, qui souhaite recycler à l'avenir à Biberist (SO) un grand nombre de batteries provenant entre autres de véhicules, méritent aussi respect et soutien car elles améliorent la situation des matières premières pour les nouvelles batteries. Actuellement, Kyburz tente, en collaboration avec l'Empa, d'utiliser des matériaux recyclés pour

fabriquer de nouveaux pôles plus et moins et d'en augmenter la proportion. Le projet suscite un vif intérêt parmi les acteurs mondiaux du secteur des batteries.

Mais il ne s'agit pas seulement de décarboniser les véhicules routiers avec des solutions technologiques intelligentes. Le transport maritime évolue également. Pour les bateaux de navigation intérieure, les développeurs recherchent le meilleur moyen de réduire la

Suite à la page 62



Pour les hélicoptères aussi, l'hybridation ne garantit pas seulement un gain d'efficacité, mais aussi une sécurité tangible. La société Kopter développe un hélicoptère monoturbiné qui, grâce à une transmission hybride, peut atterrir en toute sécurité en cas de panne de la turbine. Si le degré d'hybridation est augmenté, la transmission peut également devenir plus silencieuse. Photo: Kopter/Leonardo

consommation et d'utiliser la transmission à rendement optimisé en fonction de l'utilisation et de la fenêtre de charge. La gamme va de la transmission électrique à batterie au moteur électrique à pile à combustible à hydrogène en passant par les transmissions hybrides. Pour le transport maritime, c'est plus complexe. Peter Krähenbühl, Head Digital Transformation & Technology de l'entreprise WinGD à Winterthur, ne le cache pas : « La capacité de transport maritime de marchandises continuera d'augmenter. Seule l'optimisation de l'efficacité nous permettra de maintenir les émissions de CO<sub>2</sub> à un niveau constant. »

WinGD collabore actuellement avec l'EPF Zurich sur une hybridation des moteurs diesel des grands navires : grâce à l'hybridation, on obtient le même effet que dans l'automobile. En augmentant la charge du moteur électrique en mode générateur, les énormes moteurs à combustion peuvent être exploités à un point de fonctionnement plus optimal. En cas de manœuvre ou d'accélération, le moteur électrique soutient l'entraînement de l'hélice. Des concepts d'hybridation sont aussi en cours d'élaboration dans les airs. Pour les avions, les moteurs à hydrogène (alimentation des groupes motopropulseurs directement en hydrogène et combustion) ou les carburants

électriques sont actuellement envisagés. Dans le cas des hélicoptères, il pourrait toutefois y avoir à l'avenir un couplage entre turbomoteur et moteur électrique. Seul le rapport poids-puissance des batteries est défavorable. Avec une batterie de 600 kg, un hélicoptère de 2,8 tonnes peut théoriquement voler environ 20 minutes ou atteindre 50 km d'autonomie. Avec 600 kg de carburant, un hélicoptère peut voler pendant 5 heures et possède une autonomie de 800 km. Mais la société suisse Kopter, qui appartient à la société italienne Leonardo, est convaincue par le concept hybride. À l'avenir, en guise de protection contre les défaillances lors du survol d'une zone habitée, il y aura une turbine au lieu de deux et un moteur électrique à bord.

Pour Soeren Suesse, du département Développement et recherche de Kopter AG, les avantages sont évidents : « Au lieu de deux turbines, nous voulons voler avec une seule turbine et un moteur électrique de 600 kW pendant 2 à 3 minutes de fonctionnement d'urgence, afin de pouvoir atterrir en toute sécurité en cas d'urgence. » En cas de défaillance d'une turbine, la seconde turbine assure l'entraînement des rotors. Le moteur électrique permettrait en cas d'urgence un atterrissage sûr sans autorotation (entraînement des ro-

tors en cas de vol en piqué) et réduirait considérablement le risque de chute. Mais comme tous les nouveaux développements dans la branche aéronautique, la procédure d'autorisation prend beaucoup de temps à être mise en œuvre dans la réalité.

La nouvelle année donne un nouvel élan technologique à la mobilité. Des réductions des émissions de CO<sub>2</sub> sont réalisées sur de nombreux fronts, ce qui permet de décarboniser et de défoissiler progressivement le secteur des transports. Mais tout cela prend du temps. Les garagistes soutiennent la mutation technologique, qui peut être domptée par la formation continue des collaborateurs. L'attractivité de la branche automobile, y compris pour les futurs professionnels, continuera de croître grâce à la diversité des motorisations et à la numérisation, et se spécialiser dans ce secteur sera nécessaire. <

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  
 www.auto-steuergeraete.ch

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