

Défossilisation et décarbonation : le point sur les avancées techniques

# En finir avec le pétrole

La nouvelle année apporte son lot d'inquiétudes aux importateurs automobiles, entre problèmes de livraison, taxes sur le CO<sub>2</sub> et chute des ventes de véhicules. Les garagistes en subissent eux aussi les conséquences. Comment la Suisse appréhende-t-elle la décision de circuler d'ici 2050 sans énergies fossiles et avec la neutralité carbone ? Quelles sont les répercussions des décisions politiques sur la mobilité et pour les garagistes ? Nous faisons le point sur les évolutions technologiques. **Andreas Senger**



La production de batteries au lithium-ion se développe lentement en Europe. Pour l'année en cours, VW prévoit une augmentation significative des volumes à l'usine de Salzgitter qui produit depuis peu des batteries. Source: VW

Les termes « défossilisation » et « décarbonation » sont devenus les mots d'ordre de l'industrie automobile. La mobilité individuelle de demain devra se passer du pétrole, non renouvelable, de ses produits dérivés l'essence et le diesel, et émettre peu ou pas de CO<sub>2</sub>. La transition vers l'abandon du pétrole est lourde de conséquences : il reste tout de même des ressources en pétrole, il est précieux dans de nombreux secteurs industriels et (trop) peu cher comme source énergétique, et il est doté de nombreux atouts (densité énergétique élevée, disponible sous forme liquide ou gazeuse). La pression politique en Europe contraint les constructeurs à concevoir et à produire des véhicules plus propres et moins gourmands.

Mais l'ouverture technologique est à la peine. Les politiques ne jurent que par l'électromobilité. Les investissements en recherche dédiés aux énergies alternatives comme les carburants synthétiques pauvres en CO<sub>2</sub> (les e-fuels), adaptés aux infrastructures des

stations-services actuelles et à la technologie des moteurs conventionnels, sont rares. La mutation rapide de la mobilité individuelle vers l'énergie électrique doit toutefois surmonter plusieurs difficultés techniques.

Selon une estimation de l'alliance globale pour la batterie du Forum économique mondial, on aura besoin en 2030 de 10 fois plus d'accumulateurs pour appareils électriques par rapport à l'année précédente. Les biens de consommation électroniques comme les smartphones auront besoin d'ici 2030 de 69 GWh (43 GWh aujourd'hui). Le besoin d'un réservoir énergétique stationnaire, pour une production électrique décentralisée par exemple, augmentera de 10 à 221 GWh, et dans le domaine de la mobilité électrique, de 229 à 2333 GWh. La multiplication par dix de la capacité des accumulateurs produite chaque année est réalisable uniquement avec une extension massive de la production. Pour le moment, la majeure partie des batteries est fabriquée en Asie.



Encore beaucoup de travail manuel, une automatisation seulement partielle : les cellules des batteries sont assemblées en modules. Pour être concurrentielles, elles sont souvent produites dans des pays à bas coûts. Source: Mercedes-Benz

Pour que l'industrie automobile européenne puisse réussir sa sortie du pétrole, elle doit implanter sa propre production de batteries. VW est l'un des constructeurs à opter radicalement pour l'électrique. Toutefois, il ne faut pas oublier que la situation des matières premières est un véritable défi. Les chaînes d'approvisionnement sont souvent difficilement contrôlables, et la plupart des autorisations d'extraction des composants nécessaires, comme le cobalt, sont détenues par les Chinois.

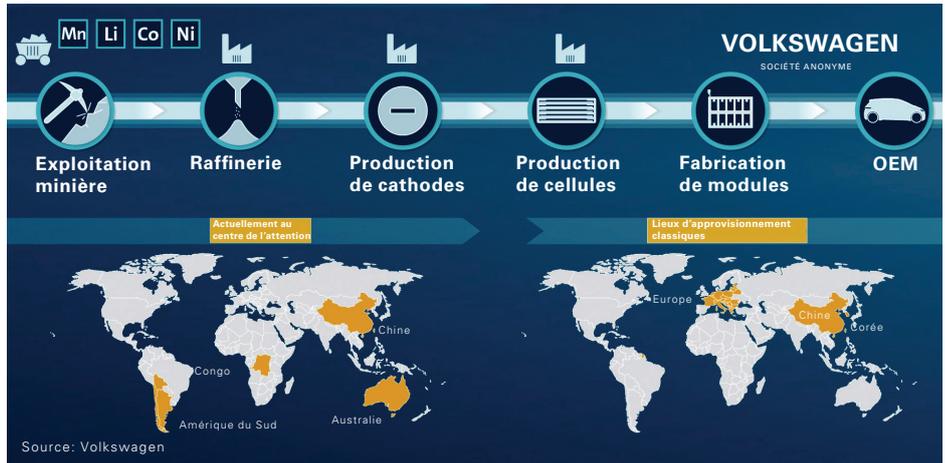
Autre enjeu : l'énergie consommée pour recharger les véhicules électriques. Les ménages suisses sont d'une part incités à acheter des véhicules à batterie électrique, d'autre part les hybrides rechargeables doivent réduire la consommation et donc les émissions de CO<sub>2</sub>. D'après les experts, ceci est loin d'être garanti, comme nous l'avons expliqué dans le numéro 12/20 d'AUTOINSIDE. L'extension de la production électrique et la construction d'infrastructures de recharge font cruellement défaut. Si le boom se confirme et que les

clients se ruent sur les véhicules électriques, il faut d'ores et déjà prévoir de construire des centrales électriques, des équipements photovoltaïques, encourager la production d'électricité et le stockage décentralisés, et aménager des stations de recharge pour les locataires et dans les parkings publics.

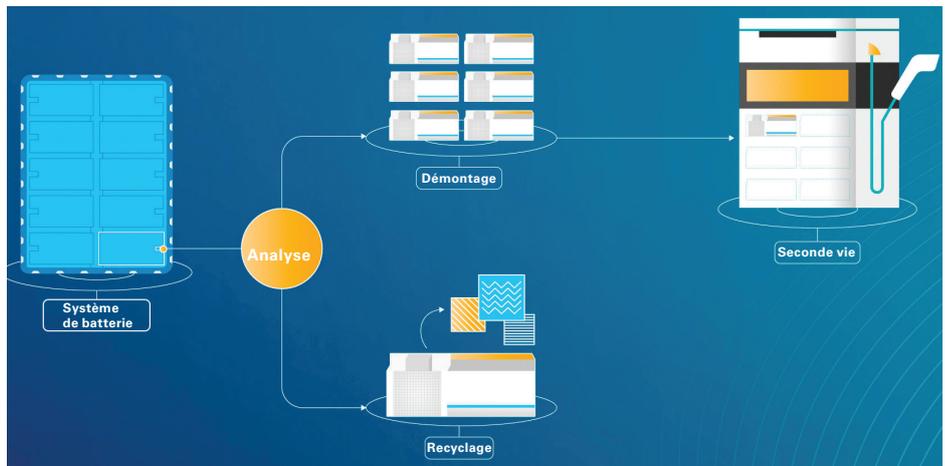
La nature même des véhicules électriques pose le principal défi technique: plus il faut charger de batteries dans une voiture, plus celle-ci est lourde. Pour qu'une voiture électrique parcoure 500 km, une tonne de batteries est nécessaire. Pour la même distance, un moteur essence ou diesel a besoin de 25 kg de carburant. Le potentiel de développement des batteries au lithium-ion est limité. En raison de la série électrochimique, les matières anodes et cathodes, qui permettent théoriquement de multiplier par 25 la capacité de stockage, sont envisageables. Les spécialistes, comme Ruben Kühnel de l'EMPA, estiment que la prochaine génération, incarnée par les batteries solides, va pouvoir doubler la capacité de stockage.

La question de fond, qui porte sur la pertinence de doter un SUV de 2,5 tonnes d'une batterie électrique, ne peut se poser à l'heure actuelle. Le surcrot lié aux moteurs électriques, aux accumulateurs coûteux et aux dépenses de développement considérables n'intéresse ce segment de véhicules que moyennement, d'un point de vue économique. En effet, sur le plan technique, la mobilité électrique est judicieuse uniquement pour les petites citadines. Le trajet moyen, de 30 km actuellement, a plus de pertinence s'il est réalisé avec une petite voiture électrique rapide à recharger.

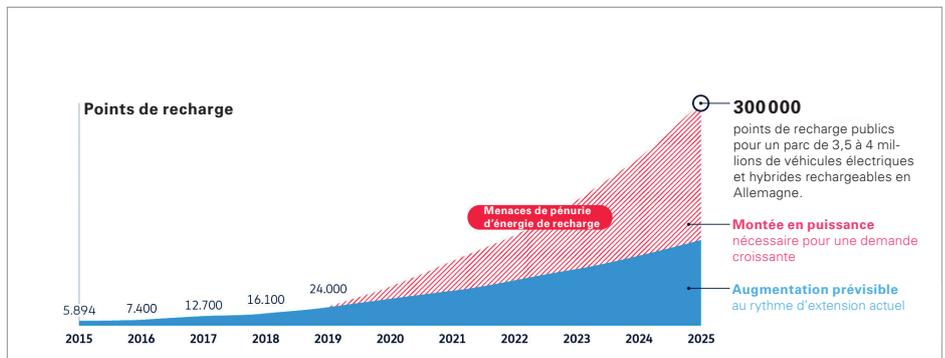
Mazda, avec son MX-30, est l'un des rares constructeurs à offrir aux clients une communication claire, en indiquant l'équation: « batterie lourde = grande autonomie, mais véhicule plus lourd et coût d'achat élevé ». Le constructeur japonais tente de rendre attractifs les avantages technologiques de la mobilité électrique:



Les gros constructeurs veulent et doivent garder un œil sur la chaîne de création de valeur: la production des batteries au lithium-ion nécessite de nouveaux fournisseurs et accentue la globalisation. Source: VW



Il serait judicieux de réfléchir maintenant à la revalorisation. Le système de batterie doit-il être recyclé ou réutilisé? Les critères de décision sont en cours d'élaboration. Source: VW



Les statistiques se basent sur les estimations de VW en Allemagne. Mais en Suisse aussi, il faut faire des efforts massifs pour étendre les infrastructures de recharge publiques, notamment pour les locataires et les parkings publics. Source: VW

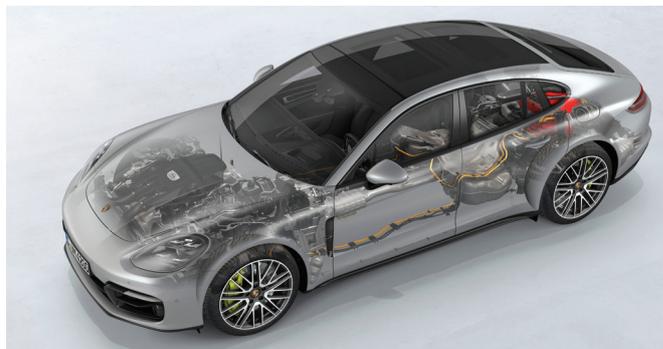
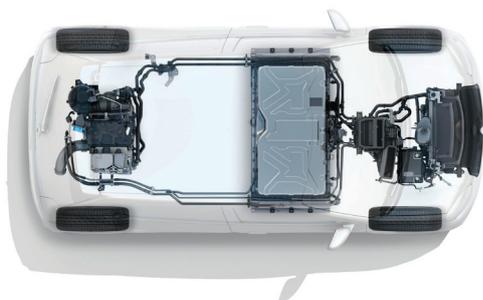
grande efficacité dans la transition énergétique et faible consommation (petite batterie, auto-

Suite en page 54

# CarNet

excellence in fleet management

CarNet Management AG – Zürcherstrasse 6 – CH-8952 Schlieren Tel. +41 44 733 60 10 – www.car-net.com – info@car-net.com

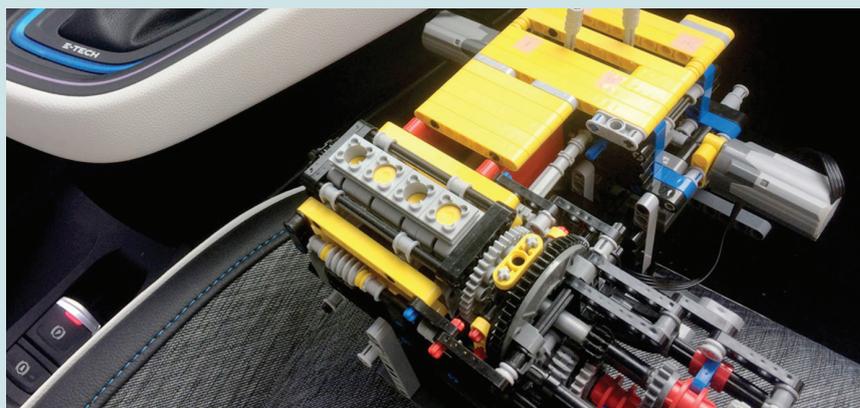


Qui sera le grand gagnant ? En matière de défossilisation et de décarbonation, l'électromobilité (avec batterie ou pile à hydrogène) est incontournable. À court et moyen termes, les moteurs hybrides et hybrides rechargeables offriront la meilleure alternative, notamment du point de vue des clients. Sources : Renault, Porsche

mie limitée). L'hybridation techniquement optimisée offrirait par ailleurs un potentiel d'économie important. Les grosses batteries des hybrides rechargeables ne sont pas toujours la solution. Un degré d'hybridation dans les déplacements du quotidien serait plus pertinent. De nombreux SUV hybrides rechargeables offrent certes des sensations de plaisir à la conduite, mais à chaque démarrage, il faut mettre 2,5 tonnes en marche, en raison de la taille des batteries. Les hybrides plus petits, comme ceux de Renault ou de Toyota, offrent une bonne efficacité énergétique et une consommation globalement plus faible.

Mais, quel que soit l'aspect considéré, le client doit être convaincu par une technologie, en retirer l'utilité qu'il attend et, lorsqu'il investit une somme importante pour un véhicule, il doit recevoir une prestation globale qui soit, à l'avenir, « politiquement correcte ». Le thème du diesel en Allemagne, avec la quasi expropriation des automobilistes, est encore dur à avaler. En Suisse, la mobilité à l'hydrogène est en constant développement et le véhicule utilitaire est placé au premier plan. Cela montre que les initiatives privées obtiennent de meilleurs résultats que les prescriptions technologiques édictées par les pouvoirs publics. En matière d'électromobilité, certains offices fédéraux se voilent la face, ce qui prouve qu'il n'y a pas vraiment d'ouverture technologique.

Par exemple, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a fait savoir que des pénuries d'électricité allaient apparaître au cours des prochaines années, et que l'énergie du charbon importée d'Allemagne serait chargée en CO<sub>2</sub>. Mais on reste accroché à l'idée qu'un véhicule électrique émet 0 g de CO<sub>2</sub> par km. L'énergie grise utilisée en amont pour la fabrication ainsi que le recyclage ne sont pas pris en considération. Reste à espérer que les pendules seront remises à l'heure dans une optique d'ouverture technologique pour la mobilité de demain. <

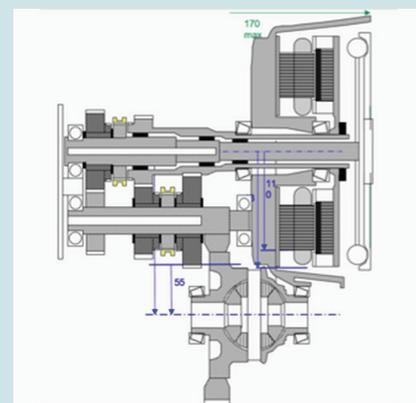


Les citadines sont équipées de moteurs hybrides à faibles émissions. Ce que Toyota propose depuis longtemps séduit les constructeurs européens. Renault met sa Clio à l'heure de l'hybride. Source : Renault

### Lorsque les ingénieurs jouent aux Lego Technic : voici l'E-Tech hybride de Renault

se. Nicolas Fremau, ingénieur en développement des boîtes de vitesse chez Renault, s'est amusé avec des Lego Technic en 2010. Cette histoire qui semble à peine croyable a donné naissance à la technologie de l'hybride électrique chez le constructeur français. Il s'agissait à la base d'une commande sur Internet de pièces de Lego en couleur pour ses enfants. Mais l'ingénieur avait une idée en tête, dont il voulait étudier la faisabilité à l'aide des pièces de Lego. Chez Renault, l'électromobilité a le vent en poupe ces dernières années, et la marque a fêté une victoire en formule 1 avec son moteur hybride. Le moteur hybride à puissance ramifiée, sur lequel un ou plusieurs moteurs électriques ainsi qu'un moteur à combustion se conjuguent automatiquement et de manière optimale, existe depuis un certain temps chez Toyota. Nicolas Fremau voulait mettre en œuvre une autre idée et a créé une boîte mécanique à trois vitesses, à activer commandée par électronique. Le moteur conventionnel (ici un moteur en ligne à quatre cylindres) entraîne un arbre plein et peut être relié via un collier d'arbre à un couple de roues d'engrenage dans un entraînement non axial. Un moteur électrique actionne l'arbre creux, qui assure une transmission plus ou moins grande via deux couples de roues dentées différents. La nouveauté : le moteur à combustible se détache du système de transmission (collier d'arbre en position neutre) et le véhicule fonctionne entièrement électriquement. Le moteur élec-

trique ne doit pas être trop puissant, car le couple de rotation est converti via l'entraînement à deux vitesses. Si le moteur à combustible se met en marche, le moteur électrique peut être activé comme générateur via l'une des deux transmissions électriques, ou la vitesse peut être progressivement atteinte par la juxtaposition des deux systèmes, via l'augmentation du couple de rotation. L'activation des colliers d'arbre s'effectue sans synchronisation. Incroyable mais vrai : les pièces de Lego peuvent contribuer à des innovations spectaculaires.



Du modèle Lego au schéma de construction. Le moteur hybride « E-Tech » s'intègre même sur la Clio.