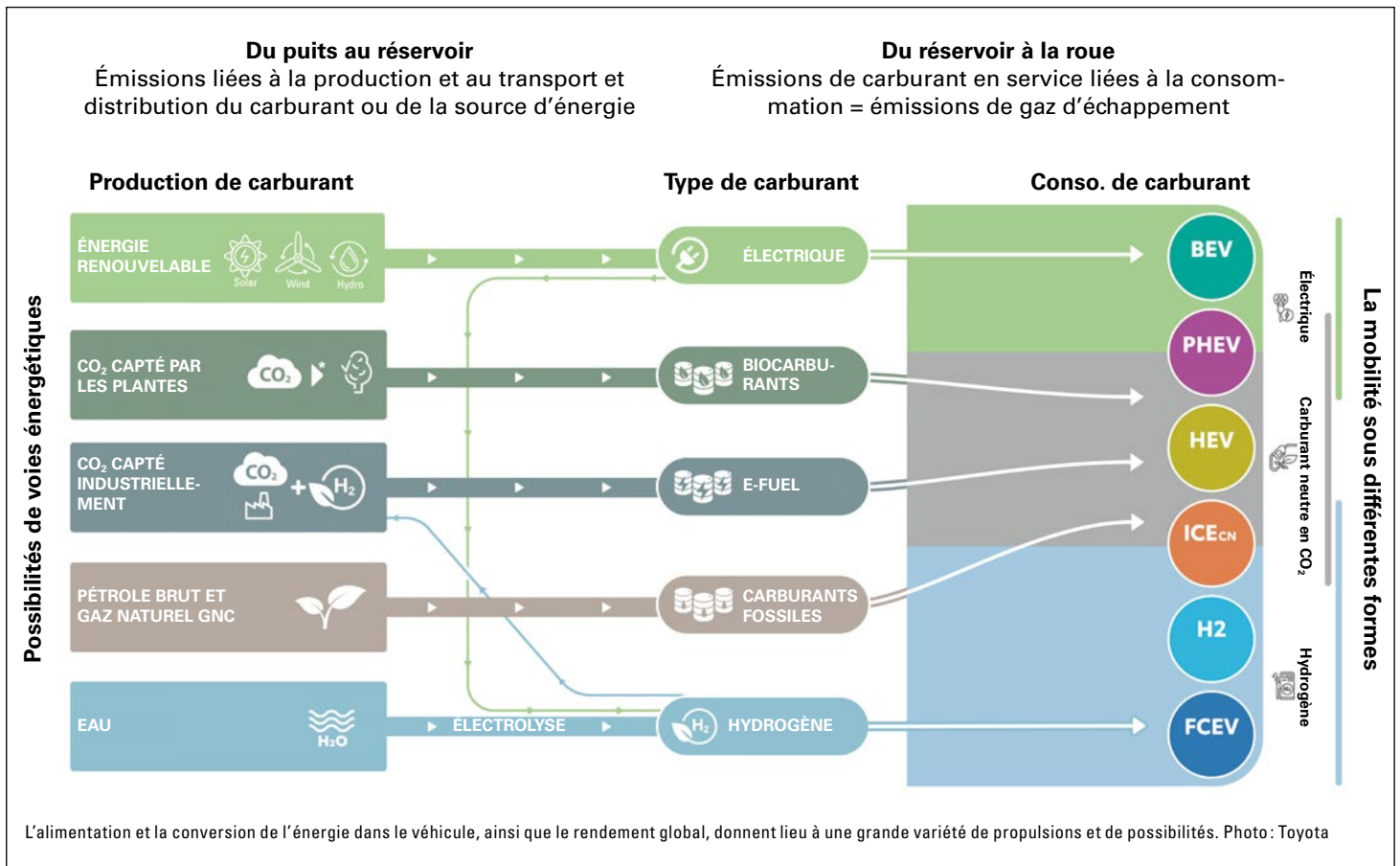


Propulsion des véhicules – laquelle fait la course ?

L'enthousiasme pour les hybrides

La trajectoire de réduction des émissions de CO₂ en Europe favorise la transmission électrique à batterie, car il n'y a pas d'émissions au niveau local. Mais dans l'ensemble, une BEV a aussi une empreinte carbone élevée, et le marché ne réagit pas de manière euphorique à cette transmission. En revanche, l'hybride jouit d'une grande popularité. **Andreas Senger**



D'ici 2050, l'Europe et la Suisse veulent atteindre la neutralité carbone. Cela signifie que dans les années à venir, les émissions devront encore être massivement réduites, y compris dans le trafic routier. Cependant, la transmission du « cochon de lait qui pond des œufs » n'a pas été trouvée. Même si le courant dominant considère la transmission électrique par batterie comme la voie royale, celle-ci a aussi ses défis à relever. Les mots-clés sont : la situation des matières premières, le manque d'infrastructure de recharge, en particulier pour les locataires, les longs temps de recharge, la valeur de revente réduite des véhicules d'occasion ainsi que la diminution de la capacité et donc de l'autonomie sur la durée de vie et en particulier en hiver. Le marché automobile montre en outre qu'une saturation s'est produite. Les

BEV ne se vendent plus comme des petits pains. Ceux qui peuvent se permettre d'acheter de grands véhicules électriques coûteux ont acquis un tel véhicule. L'offre de modèles bon marché et donc accessibles à la grande masse des acheteurs de voitures neuves ne prend que lentement son envol.

L'utilisation d'un moteur à combustion combiné à une ou plusieurs machines électriques est techniquement un levier à court terme pour faire progresser la réduction des gaz à effet de serre. La combinaison d'un moteur électrique à couple élevé à l'arrêt et d'un brûleur downsizing, dont le couple est disponible à partir d'environ 1600 tr/min au niveau du vilebrequin, assure un fonctionnement efficace grâce à l'optimisation des points de charge. Grâce à l'augmentation de la charge dans le

cas de l'hybride parallèle (moteur et machine électrique en série), le rendement optimal du moteur à combustion peut être atteint à environ un tiers du régime et presque à pleine charge grâce à l'augmentation de la charge dans certains points de fonctionnement. La machine électrique, qui est généralement installée entre le moteur et l'engrenage ou dans l'engrenage, fournit, grâce au fonctionnement en générateur, un couple de freinage permettant d'atteindre l'état de charge à rendement optimisé tout en chargeant la batterie.

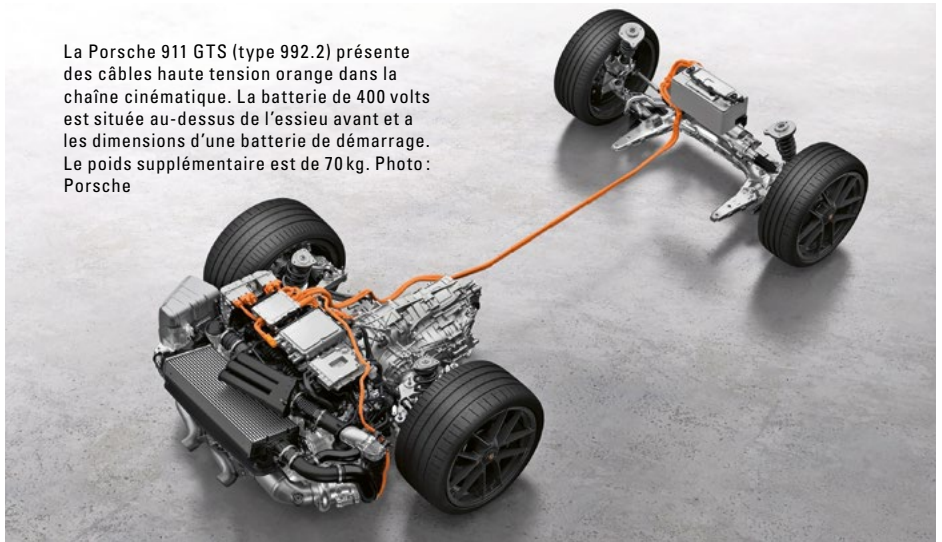
Un alternateur de 12 volts dans un micro-hybride ou un alternateur à démarreur à courroie de 48 volts dans un mild hybrid peuvent déjà assister le moteur à combustion dans le trafic routier grâce à la récupération et à la fonction « boost » et ainsi économiser du car-

burant. Ces économies ne sont pas énormes, mais chaque décilitre compte. De plus, cette technologie est peu coûteuse et donc utile pour les véhicules de petite et moyenne taille. En ce qui concerne la propulsion hybride, les variantes à prise ont un avantage si elles sont utilisées de manière conséquente: si la batterie est rechargée le plus souvent possible à la prise et que l'on roule en mode purement électrique, l'hybride rechargeable n'émet pas de CO₂ localement. Il faut toutefois démarrer périodiquement le moteur à combustion pour éviter d'endommager les composants (eau de condensation = corrosion de surface dans le cylindre, dilution de l'huile).

Les véhicules de grande série ne sont pas les seuls à pouvoir contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce à la propulsion hybride. Les voitures de sport sont également tenues de réduire leurs émissions de CO₂. L'exemple actuel est la Porsche 911 GTS. Sur la base du modèle actuel 992.2 (face-lift de la 992), les développeurs ont placé entre le moteur à combustion interne remanié (cylindrée de 3,6L, 357 kW/485 ch à 6500 tr/min; 570Nm de 2000 à 5500 tr/min) et la boîte à double embrayage à huit rapports une machine à synchronisation permanente (rotor interne) de 5,5 cm d'épaisseur avec une puissance de 40 kW et un couple de rotation de 150 Nm. À pleine charge, le duo de propulseurs produit un total de 398 kW/541 ch à 6500 tr/min et un couple maximal de 610 Nm entre 1950 et 6000 tr/min.

Ces chiffres montrent de manière impressionnante comment le moteur à combustion et la machine électrique peuvent optimiser la puissance/le couple du système. Le résultat se traduit en kilomètres parcourus: 0 à 100 km/h en 3 s, 312 km/h de vitesse maximale et une consommation moyenne WLTP de 10,5 L/100 km. Une petite batterie de 400 volts de 1,9 kWh et d'une masse de 27 kg stocke temporairement l'énergie électrique et assure à la fois l'e-boost et la montée en régime du turbocompresseur à gaz d'échappement. La puissance de

La Porsche 911 GTS (type 992.2) présente des câbles haute tension orange dans la chaîne cinématique. La batterie de 400 volts est située au-dessus de l'essieu avant et a les dimensions d'une batterie de démarrage. Le poids supplémentaire est de 70 kg. Photo: Porsche



Ce qui frappe sur le nouveau moteur GTS six cylindres à plat, c'est qu'il ne comporte plus qu'un seul turbocompresseur à gaz d'échappement sur le côté droit du véhicule (au lieu de deux comme sur toutes les autres variantes). Non seulement une machine électrique est utilisée entre le moteur à combustion et la boîte à double embrayage à huit vitesses, mais aussi, pour la première fois, un turbocompresseur à gaz d'échappement avec entraînement/récupération électrique. Photo: Porsche



Comme en Formule 1: un rotor à entraînement électrique ou conçu comme système de récupération alimente tous les cylindres en air pré-comprimé grâce à une roue de turbine et de compresseur dont le diamètre ne mesure plus 50 mais 80 mm. Au lieu de laisser passer les gaz d'échappement à la limite de la pression de suralimentation au moyen d'un clapet de dérivation, la roue de la turbine peut entraîner la machine électrique. Photo: Porsche

la machine électrique du chargeur est de 11 kW/15 ch maximum. Un turbolag n'est donc jamais perceptible et la réponse de la chaîne cinématique est immédiate. Sur toute la plage de régime et de charge, le brûleur fonctionne avec Lambda 1. Grâce au mélange stœchiométrique, les polluants sont donc transformés dans le catalyseur à trois voies, quel que soit le mode de fonctionnement. Les cartes de la propulsion automobile la plus performante à moyen terme sont une fois de plus redistribuées. À long terme, la décarbonisation et la défossilisation sont incontournables. Les efforts déployés dans l'UE pour ajouter davantage de carburants

biogènes à l'essence et au diesel, qui sont des carburants fossiles, représentent un levier d'économies de CO₂ nettement plus important que de miser uniquement sur les BEV. En conséquence, le moteur à combustion restera encore longtemps à la disposition des professionnels d'atelier, tant au niveau de la formation initiale que continue, et l'ouverture et la diversité des technologies permettront aux métiers techniques de l'automobile de rester attractifs et polyvalents.

Suite page 32

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

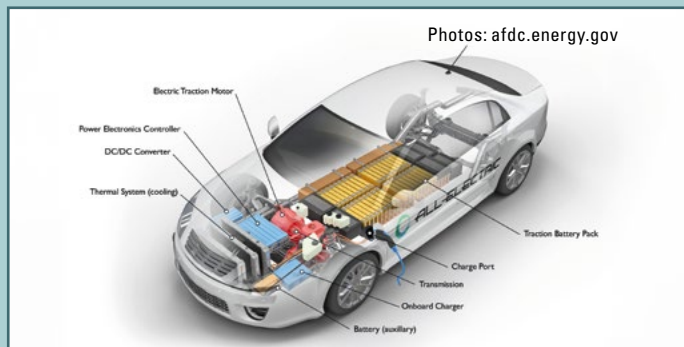
Nouveau: FGS, la remorque avec essieu élévateur et 100% d'équilibrage
Poids utile à 2,9t

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

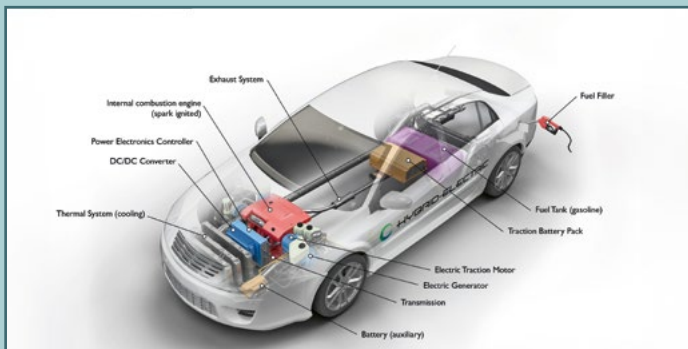
T&W Technik
 Dammstr. 16, 8112 Otelfingen
 tél. 044 844 29 62
www.fgs-fahrzeuge.ch

Variantes d'entraînement : avantages et inconvénients

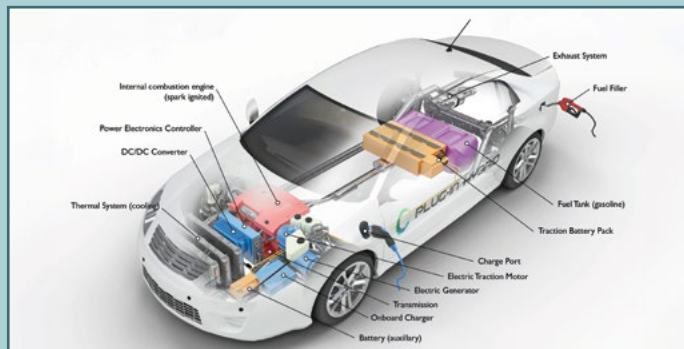
L'ouverture technologique est la clé pour définir la propulsion du véhicule en fonction de l'application souhaitée. D'un point de vue technique et économique, chaque variante d'entraînement présentée ici a des avantages et des inconvénients. Le bref aperçu résume le potentiel pour l'avenir. D'un point de vue énergétique, le rendement global est également déterminant. Actuellement, on se concentre uniquement sur le rendement «tank-to-wheel». La perte depuis l'accumulateur d'énergie jusqu'à la transmission de la puissance à la roue motrice est toutefois nettement insuffisante. Pour pouvoir évaluer la transmission dans son ensemble, il convient de toujours appliquer l'approche «cradle-to-grave». La chaîne énergétique complète est ainsi comprise, de la fabrication à la mise au rebut/recyclage, en passant par l'exploitation. Cette approche comporte de nombreuses hypothèses qui peuvent être prises en compte à l'avantage ou au détriment d'une transmission, selon la préférence de cette dernière. L'industrie automobile ferait bien de continuer à s'occuper de toutes les possibilités de transmission dans la recherche et le développement. En dernier lieu, c'est le consommateur qui décide quelle transmission il souhaite pour son véhicule.



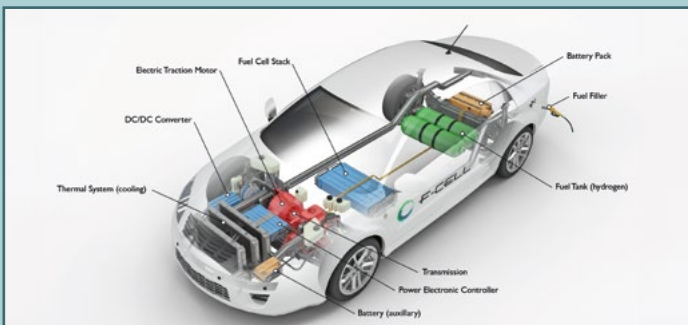
Transmission électrique par batterie : le rendement élevé de la batterie aux roues est son énorme atout. Localement, la transmission ne produit pas de CO₂. En amont et en aval (production/recyclage des batteries) et lors de l'approvisionnement en énergie (mix électrique européen), une grande quantité de CO₂ est émise. Les longs temps de recharge, le manque d'infrastructure de recharge, mais aussi le prix d'achat élevé et la faible valeur de revente sont des points négatifs. Les batteries doivent être recyclées de manière rentable, la facilité de réparation doit augmenter et des petites voitures bon marché doivent être proposées.



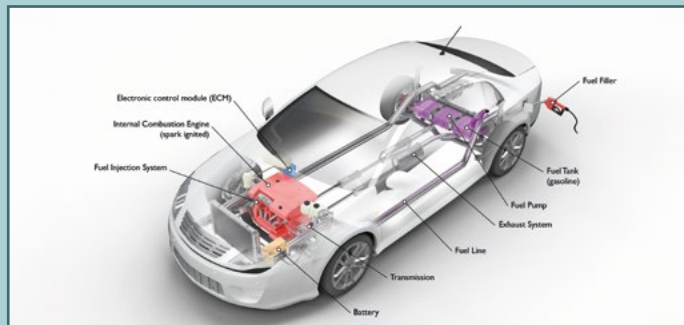
La propulsion hybride : la propulsion thermique pure n'a plus aucun avantage par rapport à une propulsion hybride fonctionnant de manière optimale. Un concept hybride 48 volts permet déjà de réduire les émissions de CO₂ non seulement sur le banc d'essai, mais aussi au quotidien. Grâce à la récupération, le bilan énergétique peut être amélioré. L'inconvénient est que le brûleur tourne généralement en même temps. L'avantage est qu'il peut être exploité dans une meilleure fenêtre de rendement grâce à l'augmentation de la charge en mode générateur.



Propulsion hybride plug-in : le meilleur des deux mondes. La propulsion électrique très efficace combinée à un moteur à combustion pour les longues distances. Pour les trajets pendulaires, le véhicule peut être déplacé en mode purement électrique. Avec environ 40% de parts de marché, les véhicules hybrides et hybrides rechargeables sont actuellement la variante de propulsion alternative la plus populaire en Suisse. Mais l'avantage en termes de CO₂ ne peut être mis en pratique que si la charge et la conduite sont systématiquement électriques.



La propulsion par pile à combustible : l'hydrogène est en train de rattraper son retard. Alors qu'au Japon, par exemple, un écosystème utilisant l'hydrogène est déjà une réalité (installation photovoltaïque avec électrolyseur domestique, FC pour l'électricité de secours), l'Europe rattrape lentement son retard dans ce domaine. La transmission sans CO₂ avec Fuel Cell n'est toutefois écologique que si l'on fait le plein d'hydrogène vert. La mise en place d'une production sans émissions de CO₂ continue de traîner. Par rapport aux VEB, les véhicules font rapidement le plein. Le rendement de la production et de la transformation en électricité est faible.



La propulsion au gaz naturel : depuis la crise ukrainienne, le thème des véhicules à gaz, et donc en particulier du GNC (gaz naturel comprimé), est passé au second plan. Dans le domaine des voitures de tourisme, les ventes de véhicules GNC sont quasiment inexistantes. Dommage sur le plan technique : malgré un carburant fossile, un véhicule fonctionnant au méthane CH₄ émet environ 25% de CO₂ en moins qu'une voiture équipée d'un moteur à essence, car le carburant contient plus d'hydrogène que d'atomes de carbone. Dans le secteur des véhicules utilitaires, le GNC continue d'avoir un effet de levier pour la réduction des émissions de CO₂. ●