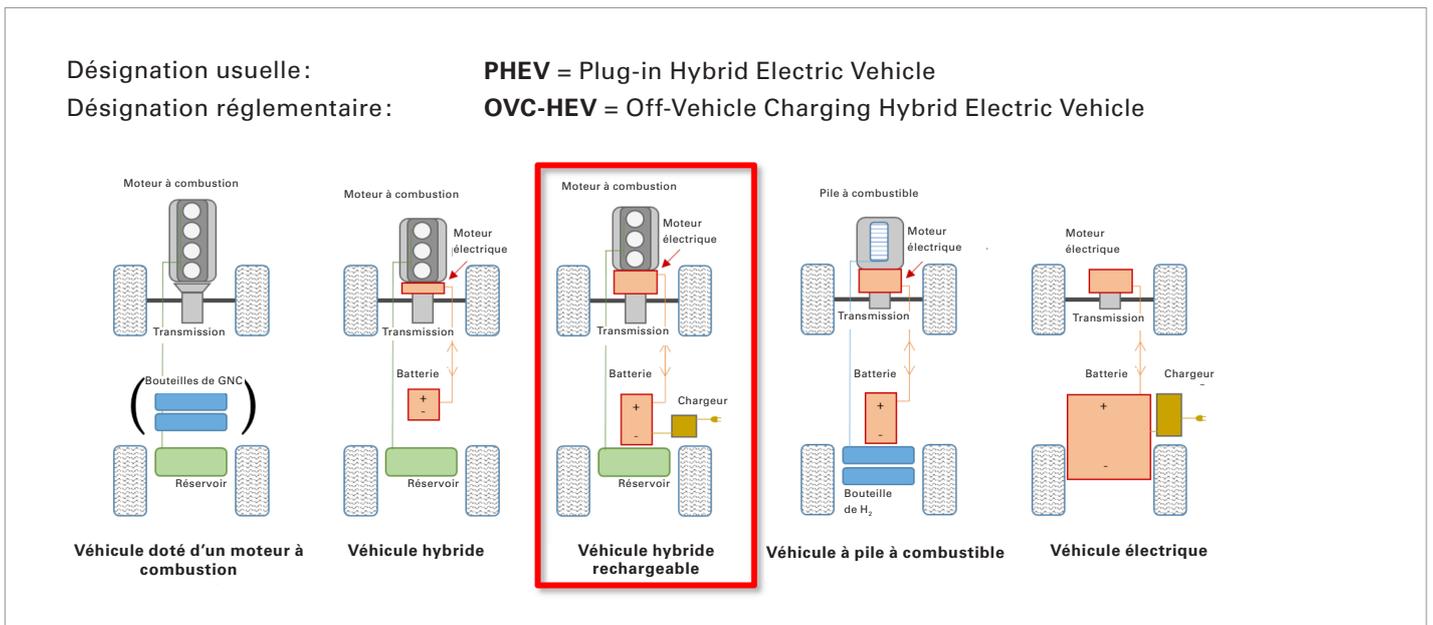


Forum technique FTPM : les véhicules rechargeables et leurs émissions de CO₂

Garantir un parcours de réduction avec des hybrides rechargeables

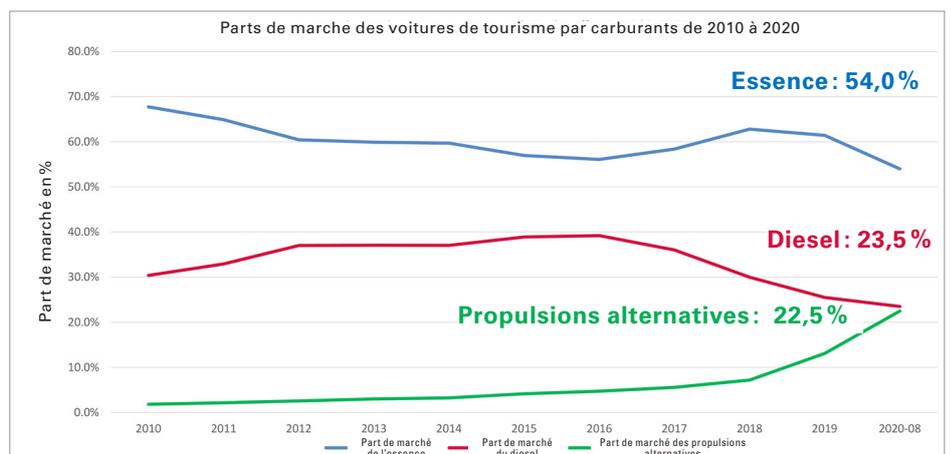
L'économie et la société ne sont pas les seules à devoir gérer de nouveaux problèmes dus au coronavirus. Les constructeurs et les équipementiers ont eux aussi dû interrompre la production, repousser les développements et livrer tardivement les nouveaux modèles pendant le confinement. L'adoption du cycle de calcul des émissions WLTP et le démarrage poussif des véhicules électriques accentue le défi des amendes de CO₂. **Andreas Senger**



Vue d'ensemble de la diversité des systèmes de propulsion: ce sont en particulier les hybrides rechargeables et les véhicules au gaz naturel/biogaz (GNC) qui permettent de réduire massivement les émissions de CO₂ des parcs à moyen et long termes. Les propulsions électriques associées à des piles à combustible ou à des batteries occuperont le devant de la scène à long terme. Les carburants synthétiques sont également envisageables. Source : Empa

Le Forum d'étude suisse pour la technique de propulsion mobile (FTPM) a fait la lumière sur la question du CO₂ à l'occasion d'un webinaire intitulé Forum technique. Des représentants des autorités (OFEN et OFEV), François Launaz, président d'auto-suisse, Roland Bilang, directeur d'Avenergy Suisse, et Christian Bach, le responsable technique du FTPM et directeur du département Propulsions automobiles à l'Empa sont intervenus.

Le plafond NEDC est fixé à environ 4 l/100 km d'équivalent essence ou à 95 g/km d'émissions de CO₂ pour les flottes en 2020. Si un importateur n'atteint pas cette moyenne avec les véhicules vendus, il devra s'acquitter cette année d'une pénalité de dépassement de 109 francs par gramme pour chaque g/km. Sur l'ensemble des véhicules vendus, des amendes se chiffrant à plusieurs millions sont donc possibles. La pression



Les propulsions alternatives doivent être disponibles et être acceptées par les acheteurs. La résonance dont bénéficient les propulsions alternatives et la volonté de les acheter se renforcent. Leur part de marché est presque égale à celle du diesel. En août 2020, la part des hybrides était de 11,7 %, celle des hybrides rechargeables de 4,6 %, celle des véhicules électriques à batterie de 5,8 % et celle du gaz naturel/biogaz de 0,4 %. Source : auto-suisse

que subissent les importateurs pour vendre des véhicules électriques à batterie (BEV) et des hybrides rechargeables est énorme, car ils peuvent faire valoir des émissions de

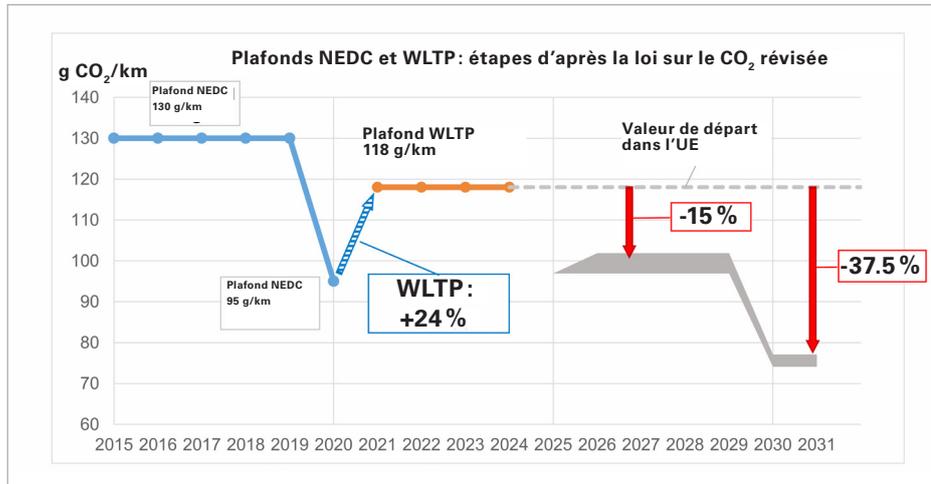
CO₂ nulles sur un BEV ou très faibles sur un PHEV du fait de la forte pondération de la part de trajets parcourus électriquement dans le cycle NEDC ou WLTP.

Deux problèmes en résultent. L'industrie automobile n'est pas en mesure de produire assez de BEV (difficultés d'approvisionnement de batteries, matières premières pour les batteries, capacités de production) et d'autres pays européens, en particulier l'Allemagne, subventionnent massivement les véhicules rechargeables. Le nombre de véhicules livrables en Suisse est donc faible. Les véhicules rechargeables ne sont que partiellement subventionnés par les cantons et non par la Confédération.

Les hybrides rechargeables restent donc la seule issue pour les importateurs. Ils font en effet état de consommations normalisées très faibles du fait du cycle d'essai et de la part élevée de conduite électrique. Ces consommations normalisées sont toutefois éloignées des consommations et des émissions de CO₂ réelles. Si le client ne recharge pas sérieusement son véhicule rechargeable, il peut le conduire comme un hybride, mais les consommations sont alors largement supérieures (voir l'encadré technique page 62).

Christian Bach sait que l'évolution ne conduit pas clairement à une réduction effective des émissions de CO₂. La procédure d'essai permet de faire passer des véhicules lourds et surmotorisés pour des véhicules propres. M. Bach ne pratique pas la langue de bois : « La réduction du CO₂ à l'aide des hybrides rechargeables est surestimée. Ces véhicules font état d'un potentiel élevé de réductions apparentes de CO₂, bien que l'approche s'appuie sur des réflexions correctes, à savoir parcourir les trajets courts électriquement, et les trajets de charge et trajets longs à l'aide du moteur à combustion. » Il faudrait toutefois dimensionner autrement la propulsion, « ce que l'industrie automobile ferait volontiers en raison des critiques actuelles vis-à-vis des PHEV. »

Au final, la concession vend au client un véhicule capable de délivrer les avantages prévus s'il est rechargé sérieusement et conduit sur des trajets courts, mais la combinaison des deux propulsions augmente la puissance et le poids et occasionne des consommations plus élevées en conditions réelles. L'environnement ne profite d'aucun avantage si le client recharge peu, voire pas du tout son vé-



Le passage du cycle NEDC au cycle WLTP aura lieu entièrement l'année prochaine. L'UE souhaite toutefois réduire encore massivement les émissions. La Suisse veut lui emboîter le pas avec la loi sur le CO₂ révisée. Source : OFEN

Suite en page 62

Consommation normalisée et émissions de CO₂ normalisées

Exemple: Ford Kuga ST-Line

Ford Kuga 1.5 EcoBoost

Moteur essence de 1,5 l (88 kW),
Boîte de vitesses manuelle
à 6 rapports, traction avant

Poids à vide max.: 1668 kg ¹⁾
Poids de l'attelage: 1600 kg ¹⁾
Prix à neuf: CHF 27 000 ¹⁾

Consommation normalisée:
6,8 l/100 km
Émissions de CO₂ normalisées:
155 g/km

Ford Kuga 1.5 EcoBlue

Moteur diesel de 1,5 l (88 kW),
Boîte de vitesses manuelle
à 6 rapports, traction avant

Poids à vide max.: 1703 kg ¹⁾
Poids de l'attelage: 1500 kg ¹⁾
Prix à neuf: CHF 32 000 ¹⁾

Consommation normalisée:
5,2 l/100 km
Émissions de CO₂ normalisées:
136 g/km

Ford Kuga 2.0 EcoBlue

Diesel hybride de 2,0 l (110 kW)
Boîte de vitesses manuelle
à 6 rapports, traction avant

Poids à vide max.: 1750 kg ¹⁾
Poids de l'attelage: 1900 kg ¹⁾
Prix à neuf: CHF 34 000 ¹⁾

Consommation normalisée:
5,1 l/100 km
Émissions de CO₂ normalisées:
135 g/km

Ford Kuga 2.5 PHEV

Hybride rechargeable essence de 2,5 l (165 kW)
Transmission CVT, traction avant

Poids à vide max.: 1914 kg ¹⁾
Poids de l'attelage: 1200 kg ¹⁾
Prix à neuf: CHF 42 000 ¹⁾

Consommation normalisée:
1,4 l/100 km
Émissions de CO₂ normalisées:
32 g/km
Consommation électrique: 86 Wh/km

⇒
-12% CO₂
+35 kg
+5000 CHF

⇒
Consommation/CO₂ presque
identique pour une puissance
accrue de 20%
+47 kg
+2000 CHF

⇒
-76% CO₂
pour une puissance
accrue de 50%
+164 kg
+8000 CHF

¹⁾Données d'après Ford

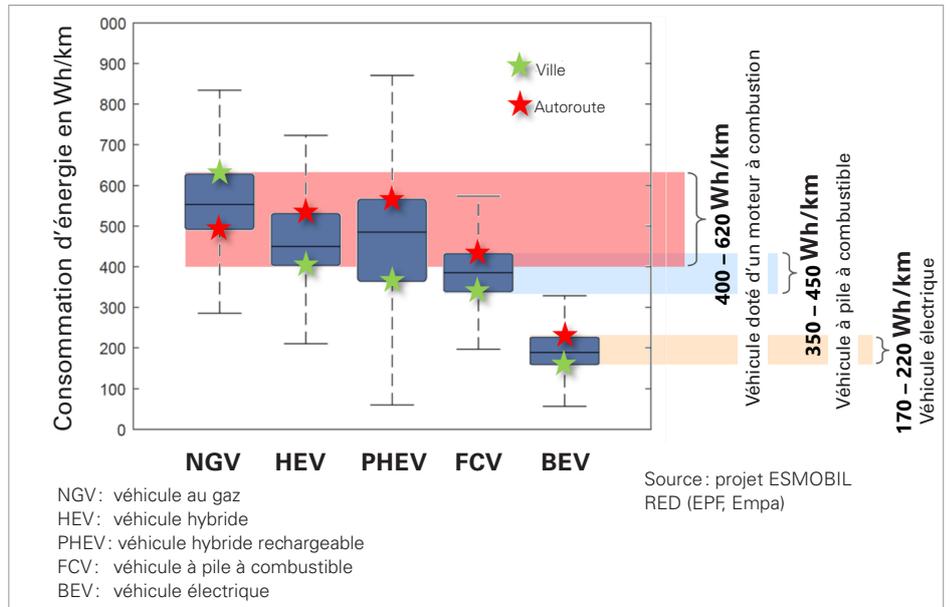
L'exemple montre clairement pourquoi les constructeurs et les importateurs sont obligés de commercialiser prioritairement leurs véhicules rechargeables. Pour les BEV, 0 g/km d'émission de CO₂ passent dans le décompte. Sur les hybrides rechargeables tels que le Ford Kuga illustré, la norme de mesure est telle que la part de l'autonomie électrique est fortement pondérée et qu'il en résulte une très faible valeur moyenne de CO₂. En pratique, cette consommation normalisée est rarement atteinte même si la batterie est chargée régulièrement. Source: ICCT

MIDLAND, MARQUÉ PAR PLUS DE 130 ANS D'EXPÉRIENCE. MIDLAND.CH



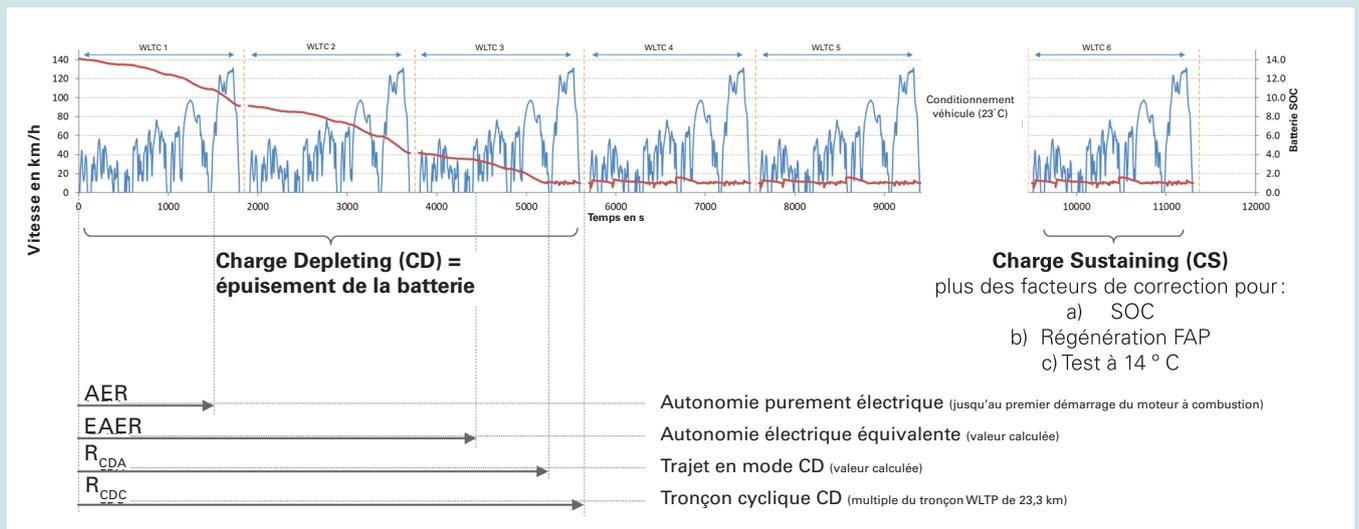
hicule rechargeable à la prise de courant. Au contraire, l'énergie grise utilisée pendant la production et les dépenses de recyclage dépassent largement les niveaux qui prévalent pour des véhicules conventionnels.

Dans leurs explications, tous les intervenants de l'industrie et de la recherche ont demandé à ce que l'énergie électrique ne soit pas incluse à un niveau d'émissions de CO₂ nul, car le mix électrique européen contient bel et bien du CO₂. Ils ont également noté qu'il n'y a pas assez d'électricité renouvelable pour produire des carburants synthétiques en quantité suffisante et que les carburants biologiques ne sont pas assez demandés. <



Le graphique indique clairement la propulsion la plus intéressante. Seul le bilan du réservoir à la roue est analysé dans tous les calculs. Source : Empa.

Mesure de la consommation de véhicules rechargeables selon le cycle WLTP – une affaire complexe



La mesure de la consommation et donc la détermination des émissions de CO₂ sont complexes. Les faibles émissions de CO₂ obtenues résultent du fait que plus la batterie installée à bord d'un véhicule hybride rechargeable est grosse, plus son autonomie purement électrique est élevée. Les faibles valeurs de consommation sont souvent éloignées de la réalité. Source : Empa

se. La norme d'essai WLTP (Worldwide Light Duty Vehicle Test Procedure) est très compliquée pour les hybrides rechargeables. La batterie est entièrement chargée (100 % SOC = State of Charge, état de charge de la batterie) après un conditionnement du véhicule (température ambiante de 23 °C). Le WLTC (Worldwide Light Duty Vehicle Test Cycle) est ensuite parcouru et répété jusqu'à ce que le SOC varie de moins de 4 %. Dans l'exemple ci-dessus, tel est le cas entre le 4^e et le 5^e cycle (ligne rouge = SOC). Les premiers cycles (1-3) servent au Charge Depleting (CD). Ils ne servent qu'à décharger la batterie et à conduire électriquement. En mode CS (Charge Sustaining), la voiture roule en mode hybride. Le moteur à combustion peut s'allumer et s'éteindre et le SOC ne peut varier que de 4 %. La batterie est ensuite entièrement chargée et la capacité de charge est mesurée. La part d'énergie électrique et de consommation du moteur à combustion dans les émissions de

CO₂ et la consommation d'énergie totale sont converties et calculées à l'aide de formules complexes. Diverses corrections, par exemple pour la régénération du filtre à particules diesel pendant l'essai, sont incluses. La consommation normalisée calculée se base sur l'hypothèse selon laquelle l'utilisateur du véhicule le charge à la prise domestique avant le trajet, qu'il démarre avec une batterie entièrement chargée (SOC = 100 %) et qu'il parcourt 70 à 80 % du trajet électriquement. En réalité, la part du trajet parcourue électriquement est bien plus réduite, car les clients achètent justement des PHEV parce qu'ils peuvent être utilisés sur de longs trajets. La phase CS s'adapte également à la suralimentation du fonctionnement du générateur grâce à la configuration optimale de la puissance électrique du moteur électrique et du dimensionnement du moteur à combustion. La part de conduite purement électrique est exprimée dans le « Utility Factor » (UF). S'il est égal à 1,

la voiture ne roule qu'à l'électricité. Plus il est petit, plus le moteur à combustion s'allume. La plupart des hybrides rechargeables affichent une autonomie électrique comprise entre 50 et 60 km. Il en résulte un UF compris entre 0,75 et 0,8 (environ 75 % des distances sont parcourues électriquement). C'est de là que proviennent les valeurs de consommation extrêmement faibles pour l'essence ou le diesel sur les hybrides rechargeables. Or ces véhicules roulent souvent en mode CS et non en mode CD. Il est également possible de calculer la consommation qui en découle. Le calcul et les consommations CD proches de la pratique sont présentés sous le lien suivant. Plus d'informations sur :



et

