



Le passage du cycle NEDC au cycle WLTP engendre une consommation accrue, et donc davantage d'émissions de CO<sub>2</sub>. Le nouveau cycle présente des composantes de vitesse supérieures. Les valeurs déterminées sur le banc dynamométrique sont vérifiées sur la route avec des appareils de mesure mobiles PEMS. Ainsi, il n'est plus possible d'installer des dispositifs trompeurs. (Photo : Mercedes-Benz)

## L'avenir du moteur diesel

# Imbattable en matière d'émissions, d'efficacité énergétique et d'autonomie

En 2020, les importateurs automobiles sont confrontés à un défi de taille : s'ils ne vendent pas une part assez importante de véhicules économes en énergie au moteur à combustion, hybrides (rechargeables ou non) ou électriques, ils seront exposés à une lourde taxe sur le CO<sub>2</sub>. Le diesel conserve aussi toute son importance. **Andreas Senger**

Les émissions maximales autorisées de 95 g de CO<sub>2</sub> par km fixées pour le parc de voitures neuves vendues constituent un nouveau jalon. Pour comparaison, les émissions de CO<sub>2</sub> s'élevaient en moyenne encore à 138 g/km en Suisse en 2019, ce qui correspond à une consommation d'essence d'environ 6 l/100 km. Le moteur diesel se distingue par sa grande efficacité énergétique, qui permet de consommer moins de carburant, un traitement ultramoderne des gaz d'échappement et un couple élevé. Grâce à l'innovation, il restera un système de propulsion central pour les véhicules de tourisme et les utilitaires.

Les moteurs diesel convertissent une plus grande partie de l'énergie chimique du carburant en énergie thermique. Le taux de compres-

sion des cylindres est en moyenne plus élevé que dans les moteurs à essence. Depuis l'introduction du catalyseur à trois voies dans le moteur à essence et du catalyseur d'oxydation dans le diesel, les polluants que sont le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures (HC) ne sont plus un problème. Le moteur diesel fonctionnant avec un excès d'air, les deux parts d'émissions sont de toute façon presque égales à zéro et quasiment plus détectables au niveau du pot d'échappement pour les véhicules les plus récents répondant à la norme actuelle Euro 6 TEMP.

Le problème des émissions de particules est lui aussi résolu : tant les moteurs essence à injection directe que les diesels possèdent un filtre à particules. Comme le diesel suralimenté fonc-

tionne avec une pression de compression et de combustion plus élevée et un mélange plus pauvre que le moteur à essence, il émet davantage d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>). Mais un système SCR (réduction catalytique sélective) et/ou des pièges à NO<sub>x</sub> permettent de les réduire fortement. Volkswagen a présenté un nouveau système à double dosage (voir encadré) permettant de réduire les émissions de NO<sub>x</sub> presque à zéro. Ce système fonctionne avec une double injection d'AdBlue et deux catalyseurs SCR. Une recirculation des gaz d'échappement interne (chevauchement des soupapes) et/ou externe (à l'aide d'une vanne ou d'un refroidisseur EGR) apporte un soutien supplémentaire.

De par le pouvoir calorifique légèrement plus élevé du carburant diesel, du degré d'efficaci-

té thermique plus important du moteur diesel et de l'alimentation sans étranglement de l'air d'admission, le diesel bat très nettement le moteur à essence pour ce qui est de la consommation. Or moins de consommation, c'est aussi proportionnellement moins d'émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Mais pourquoi diable les constructeurs automobiles ne misent-ils que sur les onéreux hybrides, rechargeables ou non, et les véhicules électriques à batterie (VEB), qui augmentent encore la masse des véhicules ? Pour faire court, ce qui les intéresse avant tout n'est pas le degré d'efficacité ou les solutions techniquement optimales, mais seulement de pouvoir conduire au banc d'essai selon le cycle WLTP une forte proportion de véhicules partiellement ou entièrement électriques (hybrides ou VEB). Il est ainsi possible de réduire de façon drastique la consommation d'énergie fossile (p. ex. 1,7 l/100 km pour un SUV de 2,3 tonnes). L'énergie électrique est évaluée à 0 g/km de CO<sub>2</sub>, bien que le mix électrique européen soit loin d'émettre peu ou pas du tout de CO<sub>2</sub>.

Une moyenne des émissions de CO<sub>2</sub> est ensuite établie en fonction des modèles de véhicules vendus. Ainsi, si l'importateur vend davantage de VEB, il peut conserver des SUV de grande cylindrée dans son assortiment.

Les constructeurs automobiles européens doivent donc particulièrement rattraper leur retard sur les constructeurs asiatiques, qui ont parfois plusieurs années d'avance en matière de motorisations. Cela signifie que les investissements et la main-d'œuvre délaissent les moteurs à combustion pour aller vers les moteurs électriques. Le fait que des dizaines de milliers d'emplois aient été supprimés il y a peu en Allemagne, pays de l'automobile par excellence, est une autre conséquence de cela. Certains fabricants européens d'équipements d'origine ont en partie cessé le développement des moteurs à combustion.

L'année en cours montrera si le marché et donc les clients optent majoritairement pour des VEB, beaucoup plus chers. Le fait est que les défenseurs des VEB minimisent la problématique de l'autonomie de ces véhicules. Ces derniers permettent difficilement d'effectuer de longues distances, car la recharge de la batterie, même à une borne rapide, dure au minimum une demi-heure. Le diesel bat tous les autres types de propulsion sur ce plan aussi. La densité énergétique du carburant fossile diesel est si élevée qu'on peut facilement effec-

tuer plus de 1200 km avec une voiture de tourisme dotée d'un réservoir de 60 litres, lequel est rempli en quelques minutes.

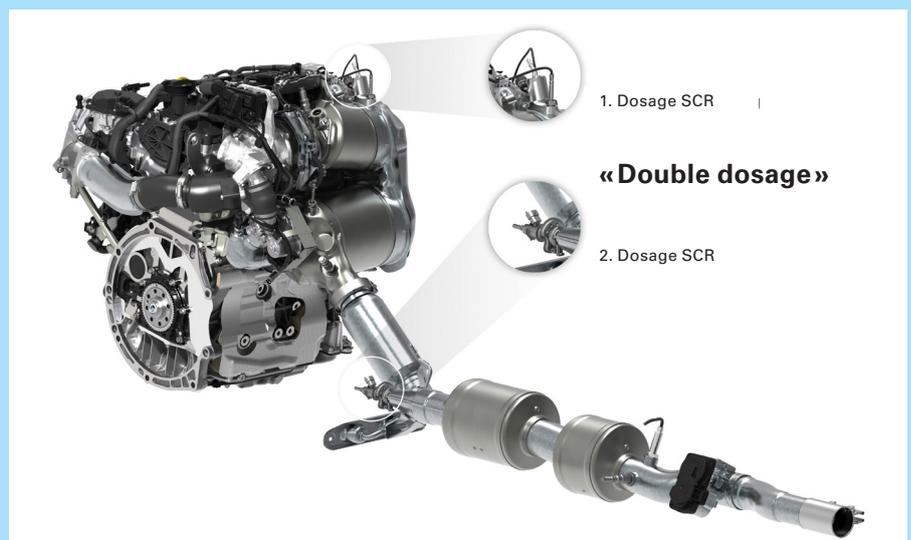
Les moteurs électriques sont donc plutôt faits pour les véhicules petits et légers et les courtes distances. Toutefois, du point de vue de l'environnement, il est peu judicieux que l'automobiliste acquière deux véhicules, soit un VEB pour les trajets courts et un gros véhicule à combustion pour les longs, car l'avantage en termes de CO<sub>2</sub> serait ainsi réduit à néant. Et les émissions de CO<sub>2</sub> découlant de la production et du recyclage seraient doublées.

Pour les véhicules utilitaires aussi, le diesel restera longtemps encore le moteur de prédilection. La charge utile du moteur diesel est plus importante que celle de tout autre type de propulsion. Les VEB s'avèrent pertinents unique-

ment pour le secteur de la distribution, car ils permettent une conduite locale sans émissions. Le gaz de pétrole liquéfié (GPL), le gaz naturel/biogaz (GNC) ou l'hydrogène (H<sub>2</sub>) constituent quant à eux des solutions intéressantes pour les poids lourds. Si l'on abordait la thématique du CO<sub>2</sub> de manière vraiment cohérente, il faudrait étoffer de façon considérable l'offre de carburants synthétiques.

L'hydrogène produit à partir du surplus d'électricité issu de l'électrolyse de l'eau peut être transformé, à l'aide du procédé Fischer-Tropsch (avec le CO<sub>2</sub> de l'air), en composés HC et, ainsi, en carburants synthétiques liquides. On pourrait continuer d'utiliser tant l'infrastructure de recharge que la technique automobile, et la mobilité deviendrait neutre en CO<sub>2</sub>. Hélas, le litre de carburant diesel synthétique coûte à ce jour près de CHF 2.20 hors taxes. <

### Comment fonctionne le système SCR à double dosage ?



Les moteurs diesel suralimentés par des turbocompresseurs à gaz d'échappement VTG fonctionnent constamment avec un excès d'air. Toutes les émissions brutes sont converties au moyen du filtre ou du catalyseur. Sur la photo : la nouvelle quatre cylindres 2.0 TDI de série du groupe Volkswagen avec 110 kW/150 ch et le système à double dosage pour la Passat et la nouvelle Golf 8.

se. Avec les émissions de particules, les oxydes d'azote étaient considérés comme le talon d'Achille du moteur diesel. Le filtre d'oxydation, placé près du moteur, ajoute de l'oxygène (O<sub>2</sub>) aux molécules de carburant diesel imbrûlées (composés HC) et au monoxyde de carbone (CO issu d'une combustion incomplète). En brûlant, les composés HC se transforment en CO<sub>2</sub> et en eau (H<sub>2</sub>O) et fournissent, par la post-combustion, de la chaleur au filtre à particules diesel en aval et au catalyseur SCR. Le FAP filtre les particules et assure leur élimination par post-combustion. Par l'ajout d'AdBlue (solution aqueuse d'urée), le catalyseur SCR transforme les NO<sub>x</sub> en N<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>. Jusqu'ici, le moteur diesel ne comprenait qu'un simple module doseur pour l'AdBlue et un catalyseur SCR. Certains constructeurs ont installé un deuxième catalyseur passif SCR pour utiliser dans celui-ci l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) qui apparaît dans le module de dosage par l'injection d'AdBlue et la réaction avec la vapeur, et qui n'est pas utilisé

pour la conversion dans le premier catalyseur. Ainsi, on s'assure que le pot d'échappement ne rejette pas d'ammoniac.

Volkswagen a développé un système à double dosage pour la nouvelle version de la 2.0 TDI. Un revêtement SCR dans le FAP diesel installé près du moteur et un catalyseur SCR situé en aval permettent de convertir plus efficacement les NO<sub>x</sub> en N<sub>2</sub> par une injection séparée de l'AdBlue. VW indique que ce nouveau moteur permet de réduire les émissions de 80 % par rapport à son prédécesseur. Le catalyseur SCR près du moteur commence la conversion dès le départ à froid, car la température requise pour ce faire, qui se situe entre 220 et 350 °C, peut être atteinte rapidement. Le deuxième catalyseur assure la réduction des NO<sub>x</sub>, surtout lorsque le véhicule est très chargé, car il est placé plus loin du moteur et atteint son taux de conversion optimal à charge élevée.