

Diesel, la fin de l'usine à gaz ?

Les constructeurs doivent limiter davantage les émissions polluantes de ces moteurs. La chasse aux oxydes d'azote est ouverte...
Revue de détail des deux technologies existantes.

PLÉBISCITÉ PAR LES FRANÇAIS, le diesel déclenche toujours les passions dans l'Hexagone. Une fiscalité attractive en a fait la motorisation préférée des automobilistes. Sept voitures neuves sur dix roulent ainsi au gazole, alors que ce dernier, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), serait responsable de 42 000 décès prématurés en France. Au point que les politiques s'en émeuvent, comme Anne Hidalgo, première adjointe au maire de Paris et candidate aux prochaines élections municipales, qui affiche son objectif d'« aller vers la fin du diesel à Paris ». Pro-diesel ou anti, deux positions définitivement opposées ? Pas si sûr : la réconciliation pourrait venir de la future norme Euro 6 mise en place par l'Union européenne et qui entrera en vigueur en septembre 2014 (lire l'encadré p. 85). Elle réglera en effet plus sévèrement les émissions polluantes. Les précédentes normes, depuis leur mise en place en 1993, visaient à réduire trois polluants : le monoxyde de carbone (CO), un gaz toxique qui se fixe sur les globules rouges à la place de l'oxygène ; les hydrocarbures imbrûlés (HC), dont certains, comme le benzène, sont cancérigènes ; et



14 millions de voitures diesel anciennes, dépourvues de filtre à particules, circulent encore en France.

55%
des émissions de NO_x

sont issues du transport routier en 2010, dont 42 % pour les poids lourds, 32 % pour les voitures particulières et 14 % pour les véhicules utilitaires, tous diesels. (source : Citepa).

7
voitures neuves sur 10 vendues en France ont une motorisation diesel.

les particules (PM), des poussières de moins de 0,01 mm de diamètre considérées comme les principales responsables des morts dues à la pollution automobile. Restait un gros point noir : les oxydes d'azote (NO_x), gaz irritants et nocifs. Désormais, ces derniers seront limités à 80 milligrammes par kilomètre, contre 180 mg/km aujourd'hui. Une réduction drastique qui, annoncée dès 2007, a obligé les constructeurs à mettre au point de nouvelles technologies de dépollution. Ainsi, Peugeot a annoncé le 17 avril la mise en service sur ses véhicules de tourisme du système de « réduction catalytique sélective » (SCR), qui consiste à transformer les gaz

d'échappement en diazote (N₂) (voir l'infographie ci-contre). Il sera mis en place à partir de la fin 2013, et généralisé en 2014. Avantage notable de la SCR : c'est la seule technologie à ne pas augmenter la consommation de carburant. Un argument clé pour PSA, qui justifie le choix du diesel par sa moindre consommation par rapport à l'essence. Cette technologie permettrait même d'améliorer le rendement en faisant fonctionner le moteur dans des conditions optimales. « Grâce à la SCR, un moteur consommera 2 à 4 % de moins que le même moteur diesel sans SCR », promet Pierre Macaudière, expert en dépollution chez PSA. En effet, les oxydes d'azote se forment d'autant plus que la combustion dans le moteur est rapide et efficace, donc qu'elle a un bon rendement. Malheureusement, en l'absence de système de traitement de ces oxydes d'azote, les constructeurs sont parfois obligés de dégrader la combustion pour émettre moins de NO_x. Si l'on peut produire davantage d'oxydes d'azote, sachant qu'ils seront réduits par un système de post-traitement adapté, on peut se placer dans les conditions de combustion optimales, et ainsi améliorer le rendement. ▶

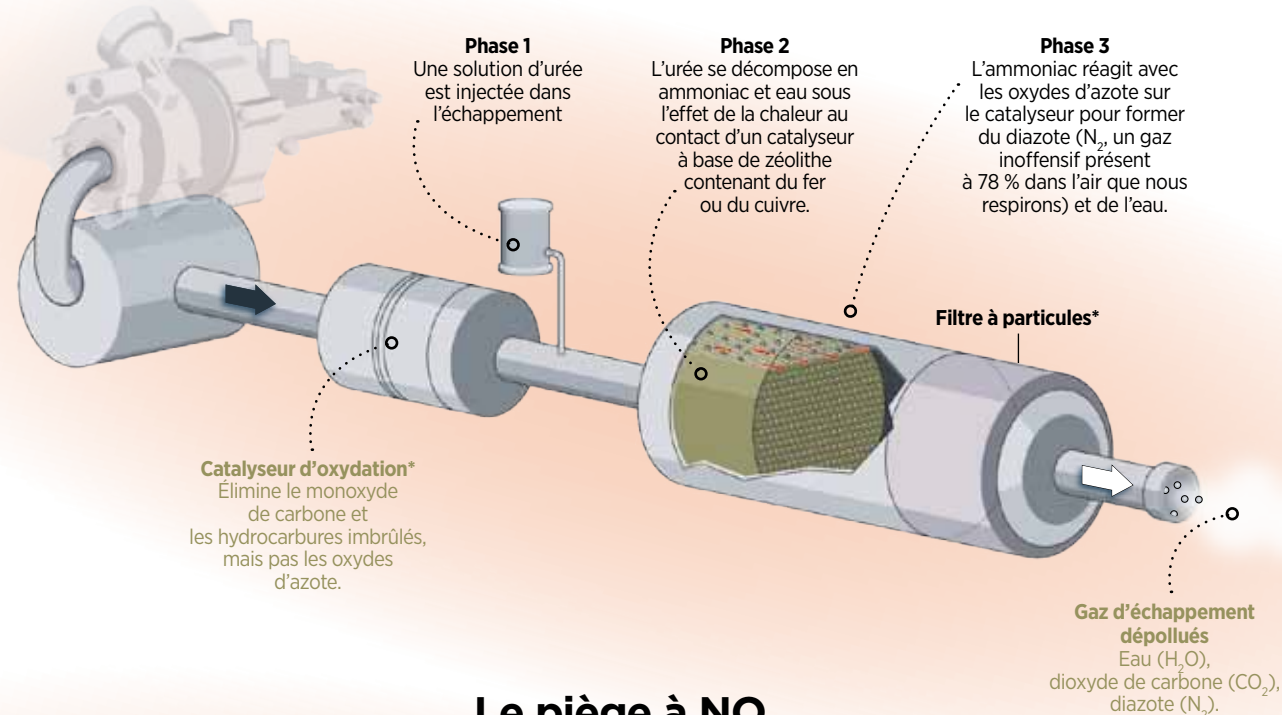
LES NO_x Ils regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂).

POLLUTION Le seuil d'information sur la pollution au dioxyde d'azote est fixé à 200 µg/m³, le seuil d'alerte à 400 µg/m³ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives.

LÉGISLATION L'Union européenne exige qu'aucun Européen ne respire plus de 40 µg/m³ de NO₂ en moyenne annuelle.

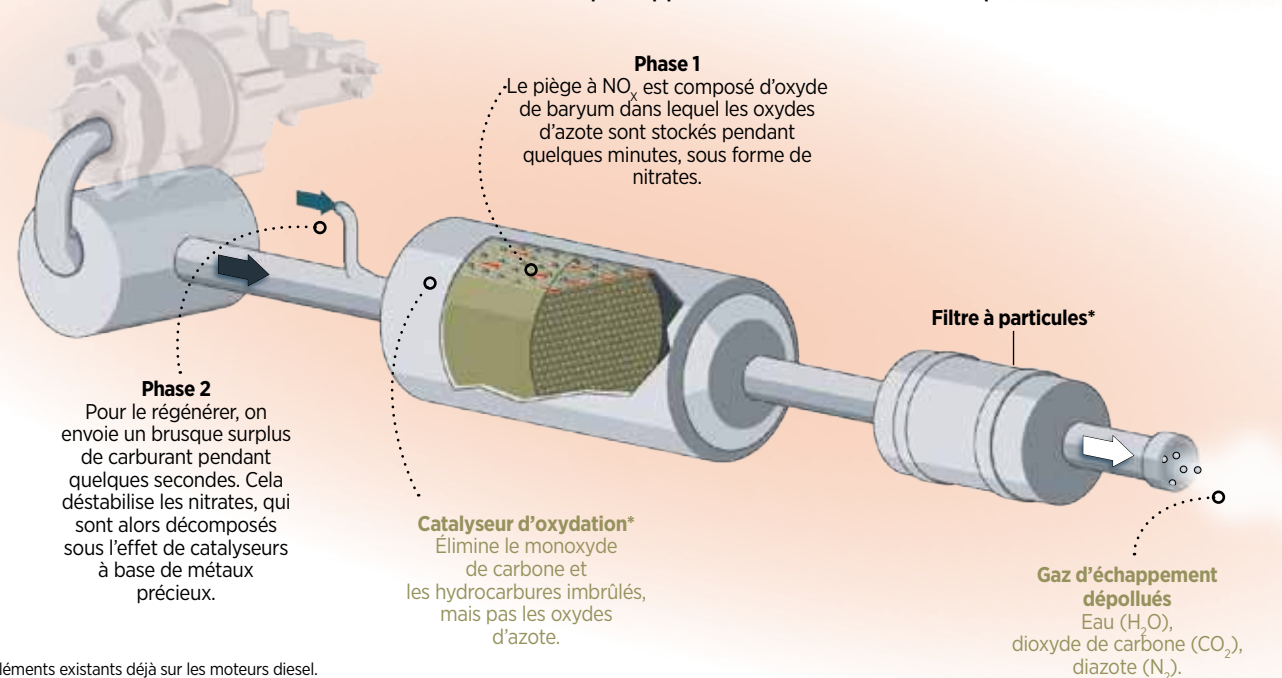
La réduction catalytique sélective (SCR)

Avantages : très dépolluant ; utilise le moteur dans des conditions optimales. Inconvénient : ce système implique la gestion d'un réservoir supplémentaire pour l'urée.



Le piège à NO_x

Avantages : très dépolluant et très simple à utiliser. Inconvénient : cette technique engendre une surconsommation de 2 à 5 % par rapport à un moteur diesel classique.



* Éléments existants déjà sur les moteurs diesel.



STÉPHANE DES SAKUTIN / APF

En Île-de-France, 3 millions de personnes sont exposées à des concentrations en NO₂ supérieures aux valeurs maximales annuelles admises par l'Europe.

POLLUTION

Le dioxyde d'azote, toxique pour la santé

Ce gaz, en pénétrant profondément dans les poumons, entraîne des maladies respiratoires.

C'est au contact de l'air que le monoxyde d'azote se transforme en dioxyde d'azote, un gaz irritant qui pénètre profondément dans les poumons et se lie à l'hémoglobine à la place de l'oxygène. Il provoque une hyper-réactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez les enfants. C'est pourquoi l'Union européenne a fixé une valeur maximale concernant la pollution chronique : 40 microgrammes de NO₂ par mètre cube en moyenne annuelle.

Cette obligation, qui a été transposée en droit français en 2002 (1), n'est pas respectée : rien qu'en Île-de-France, 3 millions de personnes sont exposées à des concentrations supérieures, selon Airparif. Faute de parvenir à respecter les seuils, la France a demandé un délai à l'Union européenne pour se mettre en conformité. Demande rejetée le 22 février (2), laissant prévoir de lourdes sanctions financières pour la France. Le dioxyde d'azote est également précurseur d'un autre polluant, l'ozone, qui se forme sous l'effet

du rayonnement solaire. Or, si l'ozone est utile dans la haute atmosphère pour nous protéger du rayonnement ultraviolet, il est néfaste à nos altitudes. C'est un gaz irritant pour les yeux, la gorge et le nez. Il peut provoquer des difficultés respiratoires et des crises d'asthme. Les pics de pollution à l'ozone sont associés à une surmortalité liée à des problèmes respiratoires et cardio-vasculaires.

(1) Décret n°2002-213 du 15 février 2002.
(2) http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/NO2_FR_FR.pdf

► Revers de la médaille, la SCR est un système contraignant, encombrant et pesant. Elle implique l'ajout d'un réservoir contenant une solution d'urée diluée, auquel se branchent la tuyauterie nécessaire et l'injecteur pour amener ce liquide au catalyseur. Un système de chauffage permet d'éviter que la solution ne gèle en hiver, sans oublier l'informatique embarquée pour calculer la production de NO_x et adapter la consommation d'urée. Par ailleurs, il faut rechar-

ger régulièrement cette dernière. Peugeot a donc choisi d'installer un réservoir plutôt volumineux, environ 20 litres, pour que la recharge soit peu fréquente. La marque au lion ne précise pas le surcoût de ce dispositif, que l'on peut estimer à quelques centaines d'euros. Devant toutes ces contraintes, les autres constructeurs renâclent. Ainsi, Renault réserve la SCR aux véhicules les plus lourds, émettant le plus de NO_x : utili-

taires et 4x4. Pour tous les autres, y compris les monospaces, elle fait le choix d'une technologie dite de piège à NO_x (NO_x Trap), consistant à emmagasiner les NO_x notamment grâce à la présence de métaux précieux. Cependant, ceux-ci nécessitent l'injection de bouffées de carburant pendant quelques secondes toutes les deux ou trois minutes, entraînant une surconsommation de 2 à 5 % par rapport à une motorisation diesel « classique ». Un gros handi-

LÉGISLATION

Euro 6, une nouvelle norme en 2014

La norme Euro 6, en vigueur à partir de septembre 2014, impose une réduction des émissions de NO_x de 180 mg/km à 80 mg/km. Outre la SCR et le piège à NO_x, d'autres systèmes de dépollution existent déjà sur les voitures : le pot catalytique d'oxydation réduit les émissions d'hydrocarbures imbrûlés et de monoxyde de carbone (CO), tandis que le filtre à particules s'attaque, comme son nom l'indique, aux particules, l'un des polluants les plus toxiques des moteurs Diesel.

cap à l'heure où les économies de carburant sont la priorité des constructeurs. Toyota, de son côté, développe l'ensemble de ces technologies afin « de pouvoir choisir la solution optimale pour chaque véhicule », souligne François-Alexandre Lafossas, spécialiste des motorisations chez Toyota Motor Europe. Chez Volkswagen, plusieurs modèles dont la Golf GTD répondent déjà à la norme Euro 6, grâce au piège à NO_x. Opel et Ford optent également pour cette solution.

Les systèmes sont choisis en fonction des cylindrées

Comment se fait le choix ? « Généralement, les constructeurs préfèrent les pièges à NO_x pour les petits moteurs et les petits véhicules, par manque de volume disponible à bord pour intégrer le réservoir d'urée, et surtout pour des raisons de coût », observe Stéphane Raux, chef du projet Systèmes de post-traitement à l'IFP énergies nouvelles. En effet, alors que le prix d'un piège à NO_x est sensiblement proportionnel à la cylindrée du moteur, les éléments nécessaires au fonctionnement de la SCR représentent un coût quasi fixe. Même si les constructeurs ne communiquent pas sur ces montants, on peut estimer une SCR à 300 €, une somme considérée comme élevée pour un système de dépollution, et que certains constructeurs ne répercuteront pas sur le prix de vente. Le coût d'un piège à NO_x pour une voiture de bonne taille est similaire.

Des montants qui pourraient baisser avec la généralisation de ces technologies.

Un nouvel élément pourrait complètement redistribuer les cartes : le cycle d'homologation (1), qui permet de mesurer de façon standardisée les consommations et les émissions de polluants. Un nouveau cycle devrait voir le jour, probablement vers 2017. En effet, l'actuel (2), qui ne prend en compte ni les fortes accélérations, ni les vitesses supérieures à 120 km/h, ni les côtes, sous-estime d'au moins 10 à 20 % les émissions réelles des véhicules.

Le nouveau cycle, plus réaliste, pourrait favoriser la méthode la plus efficace aux vitesses élevées, donc la SCR aux dépens du piège à NO_x. À moins qu'une innovation ne vienne mettre tout le monde d'accord : certains constructeurs comme Renault travaillent sur un nouveau type de SCR dans lequel l'ammoniac ne serait plus fourni par un réservoir d'urée : « En faisant fonctionner le moteur dans certaines conditions, on génère un peu d'ammoniac, suffisamment pour compléter la dépollution des pièges à NO_x », indique Catherine Gauthier, spécialiste du système de traitement des gaz d'échappement chez Renault. De quoi réconcilier les promoteurs du piège à NO_x et les tenants de la réduction catalytique sélective.

■ Cécile Michaut

(1) Le Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedures (WLTP), conçu par l'Europe, le Japon et l'Inde.
(2) Le Nouveau Cycle de conduite européen (NDEC), utilisé depuis 1973.



Sean Hall, Hazan, 192 p., 28 €

Comment les images font signe

La sémiotique est l'étude des signes, de leurs sens. Et ce livre est une sorte d'initiation à cette science fascinante. A partir d'exemples simples, Sean Hall, chercheur à la Goldsmiths University de Londres, décrypte la signification des images et leurs ambiguïtés. Il explique en particulier l'importance du contexte et des « a priori ». Exemple emblématique : le fameux tableau de Magritte *La Trahison des images* représentant une pipe sous laquelle est inscrit « Ceci n'est pas une pipe »... ■ Oliver Hertel



Collectif, La Documentation française, 707 p., 24 €

Les Drones aériens : passé, présent et avenir

Certes, il faut aimer les drones pour se plonger dans cet ouvrage. Mais sa lecture intégrale n'aurait pas forcément beaucoup de sens. Il faut plutôt voir ce livre comme un guide de référence sur le sujet dans lequel des spécialistes — essentiellement militaires —, chacun dans leur domaine, font le point de la situation. En une dizaine d'années, ces engins sont devenus incontournables dans les applications militaires et envahissent peu à peu le domaine civil. Ils entraînent dans leur sillage une multitude de questions et de débats sur les usages, les aspects technologiques et leur évolution, mais aussi des questions de droit. ■ O. H.



Collectif, Nane Éditions, 48 p., 10 €

La Police technique et scientifique

Comment prélève-t-on des traces sur une scène de crime ? De quelle manière détermine-t-on la date d'un décès ? Que révèlent les douilles récupérées après une fusillade ? Ce petit livre retrace, dans un style quelque peu bureaucratique, les métiers et techniques de la police scientifique et technique. Loin des enquêteurs décrits dans la série télévisée *Les Experts*, ces scientifiques analysent une multitude d'éléments, depuis l'ADN jusqu'aux empreintes dentaires en passant par l'observation d'insectes ou les communications des téléphones portables. ■ C. M.