

Lutte contre la pollution atmosphérique par véhicules diesel, essence ou électrique: beaucoup d'idées fausses à corriger

Et si les options de lutte contre la pollution atmosphérique n'étaient pas les bonnes? Gilles Dixsaut dresse pour *Info Respiration* un tableau plutôt inquiétant.

GILLES DIXSAUT

Fondation du souffle contre les maladies respiratoires
66, boulevard Saint-Michel 75006 Paris
gilles.dixsaut@free.fr

C'est lors du dernier CPLF (Lyon 2018) que nous avons entendu Gilles Dixsaut évoquer les problématiques de pollution atmosphérique liées aux véhicules automobiles. Gilles Dixsaut, ancien médecin général de santé publique, fut en charge des aspects médicaux des relations santé/environnement à la Direction générale de la santé avant d'intégrer l'Afsset, puis l'INCa. Ses réponses à nos questions pointent le décalage qui existe entre le *green washing* des constructeurs et la réalité technique des tentatives de limiter la pollution des véhicules, qu'ils marchent au gazole, à l'essence ou à l'électricité.

La vignette automobile pourrait échouer à limiter les véhicules les plus polluants: pourquoi?

La vignette dite *Crit air* tend globalement à favoriser les véhicules les plus polluants en termes d'effets sur la santé pour trois raisons.

- **Elle est fondée sur des marqueurs** non pertinents en termes d'effets sur la santé; la pollution particulaire est exprimée en masse par volume, ce qui favorise les plus gosses particules, alors que l'effet des particules sur la santé est une fonction, outre de leur composition, de leur surface développée et de leur nombre.¹ Il conviendrait donc que le paramètre de classification de la pollution particulaire des véhicules soit fondé d'abord sur leur nombre.



© izikmd fotolia.com

- **Elle est fondée sur les émissions** des véhicules en condition standardisée de test. Or, l'affaire du *dieseldgate* nous a montré qu'en situation courante de circulation, les émissions réelles de NO₂ des véhicules fonctionnant au gazole pouvaient être très largement supérieures aux émissions en conditions de test. Le rapport *Diesel, the true dirty story* publié le 17 septembre 2017 par l'ONG « *transport and environment* »² et le rapport de l'ONG *International Council on Clean Transportation*³ montrent que les émissions en situation réelle, et selon le système de dépollution utilisé, vont pour les véhicules diesel de deux à douze fois la valeur retenue pour la certification des véhicules — voire beaucoup plus. Les tests réalisés sur les véhicules truqués de Volkswagen en 2015 ont montré des valeurs d'émission de NO₂ jusqu'à 40 fois les valeurs limites de certification. Ces véhicules ont été interdits de circulation aux États-Unis et on estime que de 350 000 à 500 000 de ces véhicules attendent sur d'immenses parkings que l'on décide de leur devenir.⁴

En France, ces véhicules roulent toujours, et nous sommes toujours dans l'attente des résultats d'une hypothétique remise à niveau, toujours reportée, et surtout de la recertification de ces véhicules même pas encore évoquée. Des trucages comparables ont été mis en évidence chez beaucoup d'autres constructeurs de véhicules marchant au gazole, cependant ces derniers bénéficient toujours de la vignette *Crit Air* la plus favorable.

- **Elle ne prend en compte que la pollution primaire**, c'est-à-dire la pollution émise à la sortie du pot d'échappement et non les pollutions secondaires émises inévitablement par certains types de motorisation, en particulier en circulation urbaine.

Ce dispositif tend donc à favoriser les véhicules les plus polluants en termes d'effets sur la santé. Mais l'objectif était de renouveler le parc automobile, en partant du principe faux que des véhicules plus modernes étaient plus vertueux. La question de fond est: avec

quels outils mesure-t-on la pollution et sont-ils représentatifs des effets sur la santé?

Pourquoi la prise en compte des seuls gaz d'échappement à la sortie du pot n'est que le petit bout de la lorgnette, et pourquoi les systèmes de « dépollution » des véhicules diesel sont en réalité polluants ?

La pollution particulaire primaire n'est pas la seule cause de pollution en rapport avec la motorisation diesel. L'autre pollution assez spécifique — depuis l'utilisation des pots catalytiques trois voies sur les véhicules à essence — est la pollution par le NO₂ dont les moteurs diesel sont de gros pourvoyeurs. Globalement les NO_x — somme du NO, du NO₂ et du N₂O — ont diminué au cours des trente dernières années, mais le rapport NO₂/NO a beaucoup augmenté; c'est un traceur de la pollution liée à la motorisation diesel. Les véhicules roulant au gazole bénéficient sur ce point de larges dérogations dans les réglementations européennes par rapport aux véhicules à essence — 180 mg/km de NO_x contre 60 pour les véhicules à essence dans la norme Euro5. Le dioxyde d'azote est un fort irritant bronchique, mais en outre dans la « soupe atmosphérique » ce composé est à l'origine de deux polluants secondaires préoccupants: l'ozone et les particules secondaires.

En été, l'ozone est un fort irritant des voies aériennes et des muqueuses. C'est un polluant secondaire issu de la réaction des ultraviolets sur des polluants primaires et principalement le NO₂. L'augmentation des concentrations moyennes d'ozone a été parallèle à la « diésélisation » du trafic. L'autre polluant secondaire est constitué par les particules secondaires. La réaction du NO₂ et des COV avec les nitrates de l'agriculture en période d'épandage, conduit à la création de particules secondaires de nitrate d'ammonium. Ainsi les épisodes de pollution particulaire de mars 2014 et de mars 2015 étaient essentiellement liés à la formation de particules secondaires et relativement peu de particules primaires issues de combustions.⁵ Ces épisodes survenaient à l'occasion d'épandages agricoles concomitants avec des périodes d'inversions de températures et de fort trafic routier. En mars 2015 des

vents d'est amenant des pollutions industrielles, notamment en provenance d'Allemagne, ont conduit à étendre cette pollution sur l'ensemble du quart nord-est de la France. Les COV en cause dans cette pollution secondaire provenaient aussi des moteurs à essence et notamment des deux-roues à moteur anciens. Ensuite, les systèmes de dépollution des NO_x des véhicules roulant au gazole sont susceptibles également de produire des polluants primaires et secondaires.

Comment cela ?

Le système dit SCR (*selective catalytic reaction*) utilise de l'ammoniac NH₃ pour obtenir une réduction catalytique du NO₂ dans un catalyseur à l'oxyde de tungstène ou de vanadium.

- $4 \text{NH}_3 + 2 \text{NO} + 2 \text{NO}_2 \Rightarrow 4 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- L'ammoniac est obtenu par hydrolyse de l'urée (Adeblue):
 $(\text{CO}[\text{NH}_2])_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$
- L'ammoniac excédentaire est éliminé par une catalyse d'oxydation
 $4 \text{NH}_3 + 3 \text{O}_2 \Rightarrow 2 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

Comme toute réaction catalytique, cette réaction n'est effective que dans une plage de température précise, soit au-dessus de 200 °C. En dehors de cette plage de température, notamment lors des démarrages à froid, le système SCR va émettre dans l'atmosphère du NH₃ — non oxydé par le catalyseur d'oxydation — source de pollution particulaire secondaire de nitrate d'ammonium par réaction avec le NO₂ non réduit. Cette situation est particulièrement préoccupante en conduite urbaine engendrant des trajets trop courts pour atteindre la température optimale de catalyse. En outre elle est aggravée par l'utilisation des systèmes « *stop and start* » qui ne permettent pas de maintenir la température optimale dans le catalyseur. Il en est de même dans le cas des véhicules hybrides roulant au gazole. Pour pallier cet effet, un constructeur de bus hybrides diesel (Volvo) injecte dans le catalyseur du gazole pour maintenir la température au-dessus du minimum requis. On ne sait pas cependant quelle est la conséquence en termes d'émission de cette injection de gazole dans le catalyseur. En outre, à faible température, comme à très haute température, les systèmes SCR émettent du protoxyde d'azote (N₂O)⁶ dont

la principale caractéristique est d'être un gaz à effet de serre 298 fois plus efficace que le CO₂, ce qui ajoute à la production de gaz à effet de serre émis par les moteurs diesel.

Les véhicules diesel sont donc largement pourvoyeurs de gaz à effet de serre ?

Oui. Ces aspects ont été confirmés par une étude du Centre commun de recherche d'Ispra portant sur un camion conforme à la norme Euro5 et équipé d'un système SCR.⁷ Ces véhicules sont donc, comme l'a rappelé le rapport1 déjà cité, les véhicules les plus émetteurs de gaz à effet de serre.

Un autre dispositif de traitement des NO_x est le piège à NO_x. Son principe, associé à une recirculation des gaz d'échappement pour diminuer la température de combustion, est de capter les NO_x et de les traiter ensuite de manière discontinue. La caractéristique de ce dispositif (notamment utilisé par le constructeur français Renault) est de n'être efficace que dans une plage limitée de température extérieure: de 17 à 35 °C, ce qui conduit globalement aux plus mauvais résultats, comme en témoignent ceux présentés dans le rapport « *transport and environment* »¹ déjà cité. Selon cette étude, aucun constructeur de ce type de véhicules n'apparaît, en situation de conduite réelle, conforme à la norme Euro6.

Quel type de véhicule émet le plus de particules : essence ou diesel ?

Les filtres à particules, obligatoires sur les véhicules diesel depuis 2011 n'ont pas été la panacée attendue. En effet, on voit souvent des véhicules récents, notamment taxis et petits utilitaires urbains, équipés de filtres à particules, qui fument noir au démarrage et à l'accélération. La raison est qu'un filtre à particules doit être régénéré régulièrement par roulage à vitesse régulière et soutenue pendant au moins 60 km, ce que ne permet pas de faire un usage purement urbain. La régénération se fait soit par pyrolyse à haute température — avec une forte production d'oxydes d'azote —, soit par action catalytique d'un liquide injecté dans le filtre à particules.

Les particules diesel élémentaires ont un diamètre moyen de l'ordre de 100 nm. Comme elles sont recouvertes de composés