

# Diesel et santé

## Compte rendu de rapport

JACQUES FONTAN

*« Premier organisme de recherche en Europe [...], le CNRS compte, parmi ses missions, la valorisation et le transfert des connaissances scientifiques à la société, autrement dit, le partage de l'expertise des scientifiques ». En application de ce principe, qui est rappelé dans l'avant-propos du rapport dont il est fait état ici, le CNRS a réalisé une expertise sur les incidences des émissions du moteur diesel sur la santé. Il s'agit, comme cela est également précisé dans l'avant-propos, d'une « expertise collective ». En effet, « lorsque des décideurs, publics ou privés, sont confrontés à un problème complexe, comme c'est souvent le cas pour les problèmes de société, touchant à de nombreux domaines et surgissant très souvent dans un contexte d'urgence et de débat public, un seul expert, voire une seule équipe ne peut plus apporter de réponse. Les questions à traiter relèvent, en général, de connaissances issues aussi bien des sciences physiques ou de l'univers que des sciences de l'homme et de la société, traitant de sujets d'ordre politique ou socioéconomique, en passant par les sciences du vivant, écologie, biologie, médecine. Il faut alors faire appel aux compétences de plusieurs spécialistes de différentes disciplines, choisis suivant des critères de qualité scientifique et d'indépendance, dans le cadre d'une expertise collective dont les éléments et le rapport final doivent être validés par le comité d'experts ». Tel est bien évidemment le cas en ce qui concerne la question abordée. Cette nécessité d'une expertise pluridisciplinaire justifie qu'il en soit rendu compte ici.*

JACQUES FONTAN  
Université  
Paul-Sabatier-Toulouse/CNRS  
Laboratoire d'aérodynamique  
14, av Édouard-Belin  
31040 Toulouse  
fonj@aero.obs-mip.fr

Ce rapport a comme objectif, comme il est indiqué dans le titre et l'avant-propos, de faire le point sur la relation entre les émissions des moteurs Diesel et la santé. Il n'est toutefois pas limité à une présentation des connaissances des effets sur la santé. La formation des polluants lors de la combustion, les technologies pour les limiter, l'état du parc automobile, la perception des nuisances, les mesures de prévention des pollutions sont traités de façon plus ou moins détaillée dans ce rapport d'expertise collective. Il s'agit d'un travail pluridisciplinaire qui a fait appel à des chercheurs des sciences de l'ingénieur, des sciences de l'univers, des sciences de l'homme et de la société, etc. Le sujet est d'actualité. Les principales questions auxquelles il faut actuellement apporter des réponses sont :

- Les émissions Diesel sont-elles néfastes pour la santé, en particulier les particules émises en plus grande quantité que par les moteurs à essence ?
- Peut-on rendre les moteurs Diesel moins polluants ?
- Faut-il prendre des mesures pour limiter le parc des véhicules Diesel ? Quelles seraient les conséquences économiques qui accompagneraient de telles mesures ?

Le rapport comprend quatre chapitres qui correspondent au travail de différents sous-comités. Les deux premiers concernent le fonctionnement des moteurs Diesel, les émissions, les techniques de dépollution. Le

troisième chapitre a pour thème le Diesel dans la ville. Ce titre très large englobe l'état du parc, les usagers du Diesel, les polluants et leurs évolutions dans l'atmosphère, la perception, et la prévention des pollutions, etc. Le quatrième chapitre fait le point sur l'objectif indiqué dans le titre, l'impact de la pollution due aux véhicules Diesel sur la santé. Nous allons revenir plus loin sur le contenu de ces chapitres.

La première impression qui ressort à la lecture du rapport est qu'il s'agit de la juxtaposition de quatre contributions écrites par des chercheurs qui ne se sont pas assez concertés et qui n'ont pas croisé leur expérience. Cette critique est aussi valable pour la rédaction des chapitres où les contributions des différents auteurs semblent avoir été juxtaposées. Il en résulte des répétitions qui nuisent à la clarté de la présentation. Par exemple, les émissions sont traitées dans le chapitre I et II et partiellement dans le chapitre III, l'évolution du parc automobile dans les chapitres II et III. En revanche, le dernier chapitre qui traite des effets ne fait pas assez référence aux données présentées dans les trois premiers chapitres qui sont indispensables pour déterminer les doses d'exposition, la qualité des mesures des concentrations, etc.

Le chapitre I, " Formation et caractérisation des polluants ", traite du fonctionnement des moteurs Diesel et de la formation des polluants gazeux et particulaires. L'amélioration des moteurs en matière d'émissions est en effet l'une des solutions pour diminuer la pollution atmosphérique et donc limiter les effets sur la santé. Une présentation plus complète et plus documentée aurait été souhaitable en matière de technologie des moteurs, en particulier l'injection à très haute pression qui est déjà commercialisée par plusieurs

### Rapport d'expertise collective du CNRS

Février 1998, 245 p.

Jacques Lahye, président du comité de projet

Évelyne Morel, coordination scientifique

Tél. 01 44 96 40 21

constructeurs et les conséquences sur les émissions de ces nouvelles technologies. La première partie de ce chapitre, sur les émissions, aurait gagné à être regroupée avec la première partie du chapitre II et une partie du chapitre III qui concerne l'évolution des émissions. Ce thème est en effet essentiel pour étudier et comprendre les effets sur la santé. Sa présentation répétée ne la rend pas pour autant exhaustive. Les émissions des véhicules Diesel dans le chapitre II ne sont comparées qu'aux véhicules essence avec catalyseur, les émissions d'autres véhicules comme les poids lourds doivent aussi être pris en compte. Le problème des particules est largement posé dans l'ensemble du rapport mais il n'y a pas de figures donnant les distributions granulométriques des particules émises, de l'aérosol atmosphérique, alors qu'il s'agit là d'un problème essentiel au niveau de la mesure et des effets sur la santé. Les mesures de granulométrie à l'émission indiquent une fonction de distribution dont le mode est proche de 0,1 µm, la majorité des particules se situant largement en-dessous de 1 µm. Dans cette gamme de dimension la masse des particules de l'aérosol atmosphérique est faible. Dans les réseaux de surveillance, ce sont les fumées noires et/ou les particules inférieures à 10 µm (PM 10) qui sont mesurées et exprimées en concentration massique. Quelle est la représentativité des ces mesures vis-à-vis des émissions Diesel et automobile en général ? Quelle est la proportion de particules fines fixée par coagulation sur les grosses ? Cette partie du rapport aurait mérité d'être mieux documentée avec les résultats qui existent dans la littérature. Aux États-Unis, l'EPA considérant que ce sont les particules les plus dangereuses en matière d'effets sur la santé, a fixé récemment un " *air quality standard* " pour les particules inférieures à 2,5 µm ou PM 2,5 (soit 15 µg et 50 µg respectivement pour la moyenne annuelle et la moyenne sur 24 h). Le comité de la prévention et de la précaution du ministère de l'environnement recommande une mesure des PM 2,5 dans les réseaux de surveillance en France. La mesure de la concentration massique n'est vraisemblablement pas la meilleure stratégie pour mesurer et représenter la concentration des fines particules. Une analyse critique des méthodes les mieux adaptées à la surveillance des particules aurait été utile. Dans le lexique, en fin de rapport, il aurait été utile de définir les mots, aérosol, particule, suie, poussière, qui sont parfois utilisés improprement dans le texte et qui risquent d'être mal connus des lecteurs.

La combustion des huiles de lubrification est signalée au moins deux fois dans le chapitre I, mais aussi dans le chapitre II, comme conduisant à une fraction notable des particules émises, mais le mécanisme n'est pas indiqué. Ce phénomène doit être important lorsque les véhicules vieillissent. Il se produit aussi dans les moteurs à allumage commandé. Ce phénomène est-il plus critique dans les moteurs Diesel ?

Dans le chapitre II, les méthodes d'élimination des polluants, hydrocarbures, NOx, particules sont présentées. Les procédés de piégeage d'hydrocarbures adsorbés sur les particules sont décrits. Il aurait été intéressant d'indiquer les solutions adoptées par les constructeurs et les performances des ces pots cataly-

tiques, puisque cet équipement est maintenant monté en série. Les catalyseurs devraient en principe réduire le pouvoir cancérigène des particules, puisque les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont partiellement éliminés. C'est un point à discuter dans un cadre interdisciplinaire.

Pour le piégeage des particules, les différents types de filtres sont décrits, le principal problème non résolu étant celui de la régénération des filtres. Le cas des poids lourds aurait mérité d'être traité, car c'est aussi un problème de pollution atmosphérique. Pour des engins de chantier, le programme européen Vert (rapport de décembre 1997) annonce une diminution de plus de 90 % des émissions. L'introduction d'additifs est considérée comme une alternative prometteuse. Toutefois les travaux de l'Institut français du pétrole (IFP), présentés lors du colloque Primequal/Predit en décembre 1997 semblent conduire à un effet peu important des additifs sur la granulométrie et le nombre de particules.

Contrairement à ce qui semble indiqué, les très fines particules (c'est à dire celles inférieures à 0,1 µm) sont plus faciles à filtrer que celles comprises entre 0,1 et 1 µm. Diminuer la dimension des particules fines devrait donc en principe faciliter leur filtration. Le problème des oxydes d'azote est bien analysé. Aucune solution n'est encore opérationnelle. Comme pour les particules, le cas des poids lourds où les contraintes énergétiques sont différentes aurait pu être envisagé.

L'analyse de la perception des nuisances et de l'acceptabilité des mesures de prévention est une contribution intéressante du troisième chapitre. L'étude de son aspect aurait été utile. Quel serait l'impact économique, en particulier pour les constructeurs et l'industrie automobile, d'un changement de politique des gouvernements (taxes sur les carburants, vignettes...). Le caractère moins polluant du moteur Diesel vis-à-vis de la pollution planétaire aurait dû être évoqué, puisqu'il consomme moins de carburant et rejette moins de gaz carbonique et qu'il y a en première analyse une opposition entre lutte contre la pollution de proximité et la pollution planétaire.

La partie dispersion et modélisation concerne les problèmes de pollution atmosphérique en général. Y a-t-il une spécificité des émissions Diesel ? Le texte fait porter l'accent sur la modélisation à petite échelle (de la rue) où les véhicules Diesel doivent effectivement contribuer en site urbain aux pics de polluants primaires (NO, particules). Des efforts particuliers doivent être faits pour modéliser à cette échelle les périodes de stabilité thermique. Les problèmes soulevés par cette modélisation auraient mérité un plus large développement.

Si l'on se réfère au titre général « Diesel et santé », le chapitre IV est une partie importante du rapport. La toxicité, la génotoxicité, les effets cancérigènes, les manifestations respiratoires sont successivement analysés. Dans chacun des cas, on a souvent du mal à séparer les études qui concernent la pollution atmosphérique comprenant l'ensemble des polluants, celles qui concernent spécifiquement les émissions Diesel et celles ne prenant en compte que les particules Diesel (ou d'autres sources). Il est certainement très difficile

d'étudier les effets de chaque polluant, il est donc nécessaire de bien faire une analyse critique des polluants concernés dans les études. Lorsque les concentrations sont indiquées, il est difficile de savoir de quel constituant il s'agit, émanation Diesel ou particules (voir chapitre sur la toxicité par exemple). Le problème des particules est récurrent. Les études sont faites, le plus souvent, avec les PM<sub>10</sub>, ce qui rejoint les remarques déjà faites concernant les émissions et l'aérosol atmosphérique.

Les parcs automobiles diffèrent en fonction des pays. Il aurait été intéressant d'analyser la situation particulière de la France où les voitures Diesel sont en proportion importante dans les villes. Des professions comme chauffeur de camion, autobus, chauffeurs de taxi sont considérées comme exposées aux émissions Diesel. Ils ne sont pas soumis en général aux émanations de leur véhicule mais à la pollution atmosphérique. On ne peut classer me semble-t-il ces professions comme exposées aux émissions Diesel spécifiquement, mais à la pollution atmosphérique. On peut y ajouter alors d'autres professions. Le tableau récapitulatif le risque relatif de cancer du poumon prend en compte ces professions pour déterminer le risque lié aux émissions des moteurs Diesel. Cela donne envie de connaître à quel type d'exposition sont soumis les sujets des autres études. Dans cette optique, il serait intéressant de connaître comment sont déterminées les doses d'exposition pour les cohortes utilisées pour la détermination du risque du cancer du poumon (employés des compagnies de chemin de fer américaines et des compagnies de transport par bus à Londres). Le rapport recommande une grande étude épidémiologique avec comme cohorte des professionnels du chemin de fer et de l'entretien des véhicules lourds. Les émissions de ces types de véhicules n'ont pas été envisagées dans les premiers chapitres. Sont-elles comparables à celles des voitures particulières ?

Les NO<sub>x</sub> sont considérés comme une spécificité (p. 223) des émissions de moteurs Diesel. Les automobiles à allumage commandé sans catalyseur, qui doivent être encore majoritaires dans le parc français, émettent plus de NO<sub>x</sub> que les moteurs Diesel.

Les allergènes fixés sur des particules Diesel sont considérés comme plus pénétrants dans l'appareil respiratoire. C'est la dimension de la plus grosse particule, pollen par exemple, qui va régir la pénétration et non le contraire. Je signale une erreur d'impression page 204 : mg/m<sup>3</sup> au lieu de µg/m<sup>3</sup>.

Les études in vitro semblent les plus concluantes quant à un effet sur la santé. Les expériences sur les animaux sont conduites avec des concentrations trop importantes pour être vraiment convaincantes.

J'ai déjà signalé des défauts de présentation susceptibles de gêner le lecteur. Le texte a plus souvent la forme d'une étude bibliographique que d'une expertise, étude bibliographique de chercheurs qui parfois ne semblent pas spécialistes des questions traitées. Au total, ce rapport fournit des informations intéressantes et il sera certainement utile pour la programmation de la recherche sur les moteurs Diesel et leurs conséquences sur la pollution atmosphérique. Il ne va pas donner aux politiques et à l'administration des arguments décisifs pour prendre des mesures pour limiter (ou développer pour éviter l'augmentation des rejets de CO<sub>2</sub>) le nombre de véhicules Diesel. Il arrive à la conclusion que les connaissances sont insuffisantes pour conclure sur la plupart des problèmes posés par les émissions Diesel.

Il aurait été intéressant qu'un rapport venant de chercheurs se termine par des propositions de recherche précises dans chaque discipline et en interdisciplinarité. Un travail de réflexion et d'actions a été lancé en 1993 par le programme Interorganisme pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale (Primequal/Predit), qui a fédéré en France les recherches sur la pollution atmosphérique de proximité, en particulier celle due aux transports. Il est dommage que ce programme de recherches, dont le CNRS est partie prenante, ne soit pas présenté. La mobilisation de chercheurs pouvant apporter de nouvelles ouvertures à la recherche est très souhaitable et le CNRS devrait pouvoir y contribuer à travers vraisemblablement une structure interdisciplinaire ayant une expérience du montage et de la gestion de ce type d'actions de recherche.