



HAL
open science

Toxicité des émissions des véhicules diesel

Dominique Lafon

► **To cite this version:**

Dominique Lafon. Toxicité des émissions des véhicules diesel. Les Entretiens de Ségur : "La pollution atmosphérique urbaine", Sep 1994, Paris, France. pp.22-25. ineris-00971909

HAL Id: ineris-00971909

<https://ineris.hal.science/ineris-00971909>

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Toxicité des émissions des véhicules diesel

D. LAFON

Docteur en médecine à l'INERIS

De nombreuses questions ont été posées au cours de ce débat sur la toxicité des émissions des moteurs diesel. Il est vrai que c'est un sujet qui a beaucoup préoccupé les scientifiques ces dernières années et sur lequel de nombreuses études ont été réalisées. Pour tirer profit de cette masse d'information, le Ministère de l'Environnement a commandé à l'INERIS une synthèse bibliographique de toutes ces études ainsi que des études concernant la toxicité des émissions des moteurs à essence en ce qui a trait au risque cancérogène. Je vous présenterai les résultats de cette synthèse qui a été effectuée par des médecins toxicologue, épidémiologiste, vétérinaire, des ingénieurs chimistes et des toxicologues fondamentaux. Nous avons collecté environ 600 articles parus sur ce sujet. Le nombre traduit bien, je crois, la difficulté de la tâche que nous avons effectuée.

I. Composition des émissions du diesel

Avant d'aborder la toxicité des émissions du diesel je voudrais vous parler de la composition des émissions des moteurs diesel. Les polluants émis par les moteurs diesel comportent deux parties : une partie gazeuse, contenant des polluants classiques type vapeurs nitreuses, oxyde de soufre et oxyde de carbone ; et une phase particulaire qui fait la spécificité du diesel. Les particules diesel sont constituées d'un noyau qui comporte des suies sèches pour environ 43 % et d'une partie d'imbrûlés qui provient du lubrifiant (29 %) et du carburant.

La fraction soluble de ces particules représente 39 % et la fraction insoluble 61 %. Ces particules proviendraient pour 34 % du lubrifiant et pour 66 % du carburant. Les chiffres sont donnés à titre d'exemple.

La caractéristique la plus importante de ces particules est leur taille. Plus de 70 % ont un diamètre inférieur à 0,3 microns et la très grande majorité ont un diamètre inférieur à un micron. Ce sont donc des particules extrêmement fines et aisément respirables.

II. Résultats des diverses études menées sur la toxicité des moteurs diesel

Rentrons à présent directement dans le vif du sujet et étudions les résultats de la synthèse bibliographique. Les études de toxicologie peuvent être classées en trois grands groupes : les études *in vitro*, les études *in vivo* et les études épidémiologiques.

1. Les études *in vitro*

En ce qui concerne les études *in vitro*, les Américains se sont rendus compte dès les années 70 que la fraction soluble des particules de diesel était mutagène en utilisant le test d'Ames, très classique en la matière. De nombreuses études ont alors été menées pour déterminer si les particules diesel produisent des effets irréversibles sur le capital génétique des cellules. Les résultats de ces études concordent, aussi bien pour ce qui concerne les émissions des moteurs essence que pour les émissions des moteurs diesel : toutes les deux sont mutagènes.

Elles ont aussi révélé que la mutagénicité des émissions des moteurs diesel est principalement due à la fraction gazeuse et peut être diminuée par les liquides biologiques. Pour les essences catalysées, la mutagénicité est moindre même si elle persiste. Rappelons cependant qu'un produit peut être mutagène sans être pour autant cancérigène. Le national Toxicology aux Etats-Unis m'a observé une concordance entre les résultats des textes d'Ames et l'induction de cancer dans deux espèces de rongeurs que dans 50 à 60 % des cas. De même il a été montré que sur un panel de substances considérées comme non cancérigènes, 13 % présentent un certain degré de mutagénicité.

2. Les études *in vivo*

Des études toxicologiques ont aussi été menées *in vivo*, sur des animaux. Elles ont donné des résultats intéressants mais difficiles à transposer à l'homme. Il y a eu une dizaine d'études sur le rat concernant les émissions des moteurs diesel et six concernant les émissions des moteurs essence. De plus, une étude sur le singe, deux sur les hamsters et deux sur le souris ont été menées concernant le diesel.

Les études sur le singe et sur les hamsters n'ont pas révélé d'effet cancérigène des émissions des moteurs diesel. Les études sur les souris ont montré qu'il y a avait des effets cancérigènes lorsque les animaux étaient soumis à des concentrations de plus de 2 milligrammes par mètre cube. Les études sur les rats ont mis en évidence qu'il n'y avait jamais d'effet cancérigène lorsque les concentrations étaient inférieures à 2 milligrammes par mètre cube et qu'il y avait systématiquement un effet cancérigène lorsqu'elles étaient supérieures à ce seuil. Par ailleurs, il a été prouvé que chaque fois que des filtres à particules ont été utilisés pour les moteurs diesel, les émissions cessaient d'avoir des effets cancérigènes, alors que la partie gazeuse reste *a priori* la même.

3. Hypothèses sur la toxicité du diesel

Ces études sont au centre de la polémique concernant les raisons de la toxicité des émissions diesel vis-à-vis du risque cancérigène. Trois hypothèses sont actuellement proposées pour expliquer les effets cancérigènes des émissions diesel. Premièrement, il pourrait s'agir d'un phénomène génétique. Les effets génétiques seraient dus aux substances présentes sur les particules.

La fraction soluble réagirait avec l'ADN pulmonaire pour initier le cancer. Cette hypothèse est appuyée par le fait que des aldus ADN ont été retrouvés chez des rats après exposition, cependant également pour des quantités très faibles qui ne provoquent pas de cancer chez le rat.

Deuxièmement, il pourrait s'agir d'un phénomène épigénétique. Les cancers chez le rat seraient dus à une surcharge pulmonaire. Cette hypothèse est appuyée par le fait que l'on peut provoquer des cancers pulmonaires en exposant des animaux à des fortes concentrations de substances inertes. Elle est aussi étayée par deux études qui ont été menées aux Etats-Unis et en Allemagne.

Elles consistaient à exposer des animaux à des fortes concentrations soit de noir de carbone seul (c'est-à-dire sans la fraction soluble), soit de particules diesel seules et ce dans les mêmes conditions. Dans les deux cas, les deux études montrent qu'il y a la même survenue de cancer chez l'animal. Cela signifierait que le phénomène surcharge est nécessaire à la survenue de cancer pulmonaire, du moins chez l'animal.

Troisièmement, il pourrait s'agir d'un phénomène d'initiation par des substances organiques et de promotion par l'inflammation chronique. En somme, ce serait un composé des deux phénomènes précédemment cités. Ceci dit, on ne sait pas quelles sont les particules qui créeraient les aldus à l'ADN et provoqueraient l'initiation.

Enfin, en ce qui concerne les six études menées sur le rat concernant la toxicité des émissions des moteurs à essence, les résultats n'ont pas révélé de risque cancérogène. Toutefois, pour quatre de ces six études, la méthodologie employée est fort critiquable.

4. Les études épidémiologiques

La troisième source de données sur les effets des émissions des moteurs diesel sont les études épidémiologiques. Il y a eu plus de soixante études menées dans ce domaine, dont la majorité l'ont été sur les professions exposées aux émissions des moteurs diesel : des employés de chemin de fer, des taxis, des dockers, des mineurs, des chauffeurs de bus et de camion. Cependant, un grand nombre de ces études présentent des biais, notamment sur l'évaluation de l'exposition. En général, on ne sait pas si les personnes ont été exposées uniquement aux émissions de moteurs diesel (et pas aussi à celles des moteurs à essence) et avec quel type de moteur. On ne connaît pas les concentrations auxquelles elles ont été exposées ; au mieux on sait pendant combien d'années elles ont été exposées.

Enfin, nombre de ces études n'ont pas pris en compte le tabagisme, qui a une incidence certaine sur les cancers pulmonaires, ni les autres substances toxiques que ces personnes ont pu être amenées à côtoyer dans leur activité professionnelle.

Ceci dit, il ressort de cette manne d'études que l'on observe très fréquemment une augmentation faible mais certaine du risque de cancers pulmonaires et de cancers de la vessie chez les professions exposés aux émissions des moteurs automobiles. On ne peut cependant faire une part très nette entre ce qui proviendrait des émissions diesel et des émissions essence.

En conclusion de ces études, on peut avancer quelques certitudes ou quasi certitudes. Premièrement, les émissions des moteurs diesel et essence sont mutagènes. Deuxièmement, les émissions diesel sont cancérogènes chez l'animal à condition que les concentrations particulières auxquelles ils sont exposés soient élevées, c'est-à-dire dépassent les 2 milligrammes par mètre cube. En revanche, lorsque les concentrations particulières sont inférieures à ce seuil, on n'observe pas d'effet cancérogène. Troisièmement, les personnels exposés aux émissions des moteurs automobiles présentent très fréquemment une augmentation faible mais certaine du risque de cancers pulmonaires.

III. Risques pour la population

Si on voulait évaluer les risques pour la population des émissions de moteurs diesel, il serait nécessaire de procéder en quatre étapes : premièrement, identifier le risque ; deuxièmement, établir une relation dose-réponse ; troisièmement, évaluer l'exposition ; quatrièmement, à partir des ces trois éléments, estimer le risque.

En ce qui concerne la première étape, nous disposons d'un certain nombre de données sur l'identification du risque chez l'animal ; mais malheureusement, il nous manque un certain nombre d'informations pour pouvoir extrapoler à l'homme, notamment sur le mécanisme sollicité. En effet, s'il s'agit seulement d'un effet de surcharge, les concentrations qui seraient nécessaires pour créer des risques seraient bien supérieures pour l'homme que pour le rat.

En ce qui concerne la deuxième étape, nous manquons aussi de données pour établir la relation dose-réponse chez l'homme.

Nous disposons de très peu de donnée concernant la troisième étape. Des études ont été menées pour déterminer un marqueur qui puisse refléter ce qui sort réellement d'un moteur diesel mais elles ont été faites à poste fixe : or les mesures ainsi obtenues ne correspondent pas à ce que respirent réellement les gens sur une journée complète. Il faut, je crois, s'inspirer de ce qui a été réalisé dans le domaine industriel où les mesures à poste fixe ont été remplacées par des mesures individuelles, en faisant porter aux personnes testées des pompes près des voies respiratoires. On s'est alors rendu compte que les mesures à poste fixe n'étaient pas forcément corrélées aux mesures individuelles, que les concentrations respirées soient supérieures ou inférieures à celles relevées à poste fixe, d'ailleurs. De même, il serait judicieux de mesurer la quantité de particules diesel respirées par une personne dans son environnement quotidien urbain. De cette façon, on pourrait savoir si les concentrations auxquelles sont réellement exposés les citoyens comportent un risque et on pourrait suivre l'évolution des concentrations de particules diesel dans l'atmosphère urbaine.