



## Contribution to knowledge of exposure in car passenger compartments

Olivier Le Bihan, Agathe Grossmith, Frantz Gouriou, Mikaël Renaud, Robin Aujay

### ► To cite this version:

Olivier Le Bihan, Agathe Grossmith, Frantz Gouriou, Mikaël Renaud, Robin Aujay. Contribution to knowledge of exposure in car passenger compartments. JOUMARD, R. 2. Conference "Environment transport" including the 15. Conference "Transport and air pollution", Jun 2006, Reims, France. INRETS. Arcueil, pp.36-41, 2006. <ineris-00972541>

**HAL Id: ineris-00972541**

**<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00972541>**

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.

## **Contribution à la connaissance de l'exposition en habitacle automobile** ***Contribution to knowledge of exposure in car passenger compartments***

Olivier LE BIHAN\*, Agathe GROSSMITH \*\*, Frantz GOURIOU\*\*\*, Mikaël REYNAUD, Robin AUJAY\*

\* INERIS, Parc Alata, 60550 Verneuil-en-Halatte, France -  
Fax +33 3 44 55 63 02 - email : olivier.le-bihan@ineris.fr

\*\* ENSM, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, France

\*\*\* CERTAM, 1 rue J. Fourier, 76800 Saint-Etienne-du-Rouvray, France

### **Résumé**

*Au cours de sa journée, un citoyen répartit essentiellement son temps entre son domicile, son lieu de travail et les transports individuels ou collectifs. La dose reçue à l'échelle d'une journée, est la somme des doses reçues dans ces différents micro-environnements.*

*Le projet présenté ici a pour objectif l'étude des niveaux et de la dynamique de polluants entrant dans un micro-environnement particulièrement important, l'habitacle automobile.*

*Pour ce faire, un véhicule a été équipé de deux analyseurs de NOx (TEI), d'un analyseur de CO (Maihak), d'un granulomètre (ELPI / DEKATI) et d'un compteur de particules (P-Track / TSI).*

*Les mesures ont porté sur l'air fourni en sortie de l'aérateur de l'habitacle.*

*Des « roulages » ont été effectués, dans différents milieux tels qu'une autoroute, ou le périphérique parisien, ainsi qu'au niveau d'un tunnel donné, de nuit, à la suite d'un véhicule de nature connue pour une distance connue.*

**Mots-clefs :** habitacle, automobile, exposition, particules ultrafines, Nox.

### **Abstract**

#### **1) Objectives**

*During a typical day a person's time is mostly divided between their home, workplace and either public or private transport. The dose received over the timescale of a day is the sum of doses received in these different micro-environments, which supposes knowledge of the time spent in each of them as well as the quality and variability of pollutant concentrations.*

*The aim of the project presented here is to study the levels and dynamics of pollutants entering a particularly important micro-environment, that of the passenger compartment. This is done by considering:*

- nitrogen oxides, carbon monoxide, particle number and size;
- monitoring exposure during various trips (highway, beltways);
- taking into account factors that influence exposure, such as the distance between the source vehicle and the target vehicle.

#### **2) Method**

*A vehicle was equipped with two NOx analysers (TEI), a CO analyser (Maihak), a granulometer (ELPI / DEKATI) and particle counter (P-Track / TSI).*

*The measurements focused on the air expelled at the outlet of the passenger compartment ventilator.*

*Trips were made in different environments such as a highway and the Paris beltway, as well as in a tunnel at night behind a known type of vehicle for a known distance.*

#### **3) Results and conclusions.**

## **Introduction**

Au cours de sa journée, un citoyen répartit essentiellement son temps entre son domicile, son lieu de travail et les transports individuels ou collectifs. Il respire donc principalement les atmosphères de locaux fermés, que nous qualifions ici de « micro-environnements ».

La dose reçue à l'échelle d'une journée, est la somme des doses reçues dans ces différents micro-environnements, ce qui suppose la connaissance d'une part du temps passé dans chacun d'entre eux, et d'autre part du niveau et de la variabilité de la concentration en polluants.

A ce titre, et tout particulièrement en ce qui concerne le mode de vie citoyen, les habitacles automobiles jouent un rôle important, puisqu'ils concernent une grande partie de la population, et qu'ils sont caractérisés par une forte exposition aux polluants issus du trafic. En effet, ce type de micro-environnement se situe dans le panache des émissions des autres véhicules. Parmi les composés issus du trafic automobile on trouve notamment le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les particules.

La campagne a été menée du 28 juin au 9 juillet 2004. L'ensemble des moyens ont été basés sur le site du CERTAM, à Rouen.

## **1 - Dispositif**

### **Véhicule**

L'ensemble des appareils de mesure a été installé dans un véhicule utilitaire Renault Kangoo appartenant au CERTAM

Une remorque adjointe à l'utilitaire a permis le transport du groupe électrogène de 3,7kW alimentant les appareils de mesure.

Le fonctionnement des divers appareils dans l'utilitaire et du groupe électrogène entraîne différents rejets qu'il a fallu prendre en compte.

Le groupe électrogène est effectivement une source de particules et de polluants gazeux. Pour supprimer leur impact, ses rejets ont été détournés tout à l'arrière de l'unité mobile. De plus, pour être certain qu'ils n'avaient aucune influence, nous avons pris en compte pour notre étude, uniquement les mesures réalisées en mouvement.

Les analyseurs d'oxydes d'azote présents dans le véhicule utilitaire sont des sources d'ozone. Pour protéger les expérimentateurs nous avons donc évacué ces émissions à l'extérieur du véhicule. Les autres rejets des appareils, non toxiques, n'ont pas fait l'objet d'une évacuation spécifique.

### **Prélèvement des échantillons**

L'ensemble des résultats présentées dans notre étude est constitué de mesures réalisées sur l'air entrant dans l'habitacle, et non sur "l'air intérieur" au véhicule.

Ce choix se justifie en premier lieu par la contribution de l'ensemble des appareils de mesures présents dans le véhicule d'analyse à la pollution de l'habitacle. De plus, ce mode de prélèvement présente un autre avantage : il dépend très peu de la configuration du véhicule. Ainsi, les valeurs mesurées peuvent être comparées à celles d'une autre voiture. A l'inverse, des mesures directement réalisées dans l'habitacle sont spécifique d'un volume particulier, elles sont liées à une

problématique plus complexe et font intervenir des paramètres tels que le nombre de personnes dans l'habitacle, leur comportement et l'équipement du véhicule (chauffage, climatisation, etc.).

### Instrumentation

Les deux analyseurs de gaz utilisés au cours des roulages sont des analyseurs NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> à chimiluminescence THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS / MEGATEC , modèle 42-C.

Une mesure du CO a été assurée à l'aide d'un analyseur à Infra Rouge MAIHAK modèle UNOR 610.

En ce qui concerne la mesure des particules, nous avons mis en œuvre l'impacteur basse pression DEKATI ELPI (7 nm – 10 µm) ainsi que le compteur de particules CNC P-Track de TSI (20 nm – 1 µm).

## 2 - Résultats

### Représentativité du point de mesure vis-à-vis de l'exposition du conducteur

L'essai présenté ici a pour objectif de comparer les résultats obtenus avec le mode de prélèvement habituel, avec les caractéristiques de l'air directement respiré par le conducteur. Nous l'avons basé sur la mesure du NO.

Afin de disposer d'une source continue de NO<sub>x</sub> devant le véhicule, un véhicule essence non catalysé a été suivi, sur autoroute avec passages successifs au sein du même tunnel.

La comparaison entre air entrant et air intérieur montre :

- tout d'abord une période de "protection" où la concentration de l'air intérieur est inférieure à celle de l'air entrant ;
- puis une phase de "rémanence" pendant laquelle la pollution au niveau du conducteur persiste alors qu'il n'y a plus d'entrée de NO<sub>x</sub> dans l'habitacle. Ce phénomène perdure ici 3 mn 30 après la fin de l'épisode.

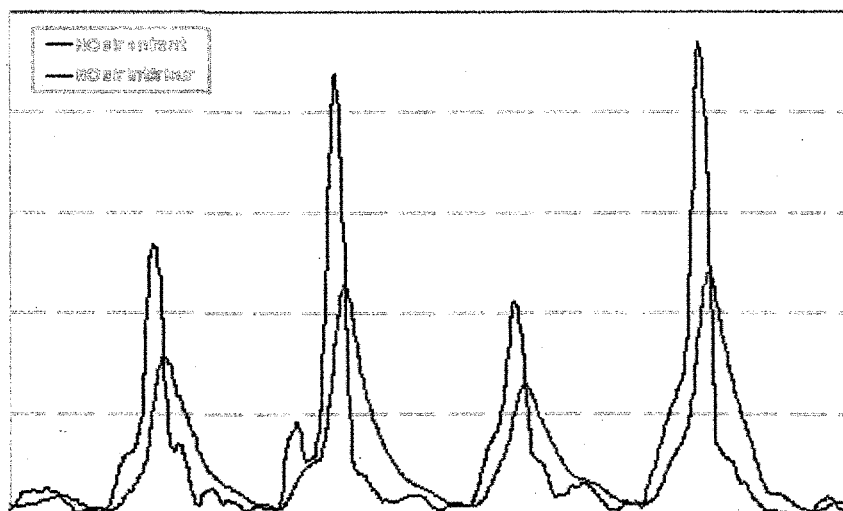


Figure 1 : Profils temporels de la concentration en NO dans l'air entrant et dans l'air intérieur sur un parcours autoroutier avec passages en tunnel.

*Figure 1 : NO time series for fresh air and indoor air.*

L'intégration des deux pics indique une surface identique pour chacun d'eux. Ainsi, les deux points de prélèvement ont été soumis à la même quantité de polluant. Ceci suggère que les deux mesures sont équivalentes en terme de quantification des doses reçues.

## Ordres de grandeur

Le tableau ci-dessous résume les résultats généraux obtenus à l'aide du CNC, au cours de deux roulages, l'un sur l'autoroute A13 (Rouen-Paris), l'autre sur le périphérique parisien. La figure 2 présente un exemple de mesurage de la concentration des particules.

	Valeur maximum	Valeur minimum	Niveau de fond	Niveau moyen
Périphérique parisien	230 000 p/cm <sup>3</sup>	25 000 p/cm <sup>3</sup>	110 000 p/cm <sup>3</sup>	75 000 p/cm <sup>3</sup>
Autoroute en milieu rural	220 000 p/cm <sup>3</sup>	3 800 p/cm <sup>3</sup>	64 000 p/cm <sup>3</sup>	10 000 p/cm <sup>3</sup>

Tableau 1 : Ordres de grandeur de la concentration en nombre mesurée sur le périphérique parisien et l'autoroute A13.

Table 1 : *number concentration levels during the highway A13 trip, and the « périphérique » trip.*

Ces résultats montrent une variabilité très importante des concentrations observées, d'une minute à l'autre (figure 4), voire même en fait, d'une seconde à l'autre.

Le fait que l'autoroute représente majoritairement un espace « ouvert », implique que le niveau de fond est bas, et l'exposition liée essentiellement à la présence dans un panache.

Dans le cas du périphérique, nous nous situons en milieu urbain, bien souvent encaissé voire semi-clos (tunnel), en présence d'une densité de voiture beaucoup plus importante, et avec une proximité plus nette.

Ceci explique un minimum et un niveau moyen beaucoup plus hauts.

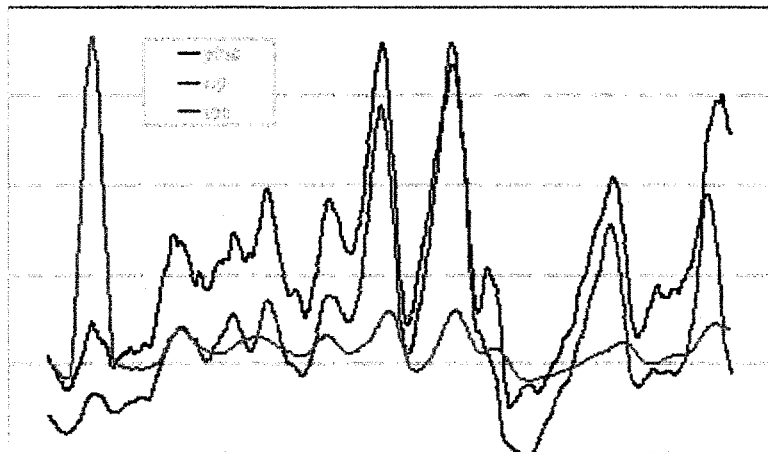


Figure 2 : Profil temporel de la concentration en nombre en habitacle lors d'un parcours sur le périphérique parisien (résultats moyennés sur 60 s).

Figure 2 : *example of particle concentration time serie during the « périphérique » trip (60s average)*

## Influence de la distance vis-à-vis du véhicule précédent

Cet essai a pour but de caractériser les variations de l'exposition aux polluants dans l'habitacle d'une voiture, en fonction de la distance au véhicule la précédent.

Le véhicule suivi est une voiture de tourisme Citroën Picasso à motorisation Diesel Hdi 2 sans FAP.

Afin de simplifier au maximum les conditions de l'expérience pour éviter l'interférence de paramètres autres que la distance au véhicule émetteur. Ainsi, les mesures ont été réalisées en tunnel. En effet, les mesures réalisées en tunnels sont beaucoup moins soumises aux facteurs de variation tels que le vent. Par ailleurs, pour limiter l'influence du trafic automobile, l'essai a été

réalisé entre 23h30 et 01h30 du matin, pendant une période de trafic réduit.

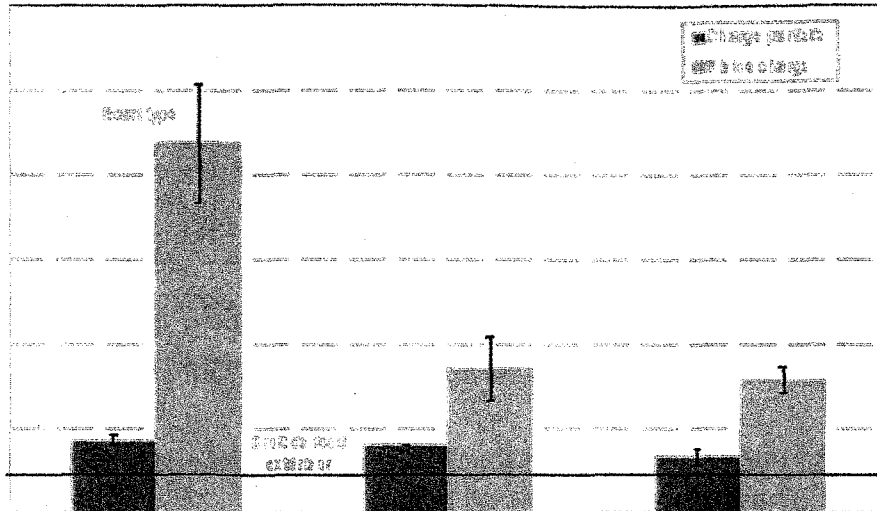


Figure 3 : Exposition aux particules (7 nm - 10 µm) mesurée par l'ELPI pour différentes distances au véhicule émetteur.

Figure 3: Exposure to particles (7 nm - 10 µm) measured with ELPI for three distances between the target and the source.

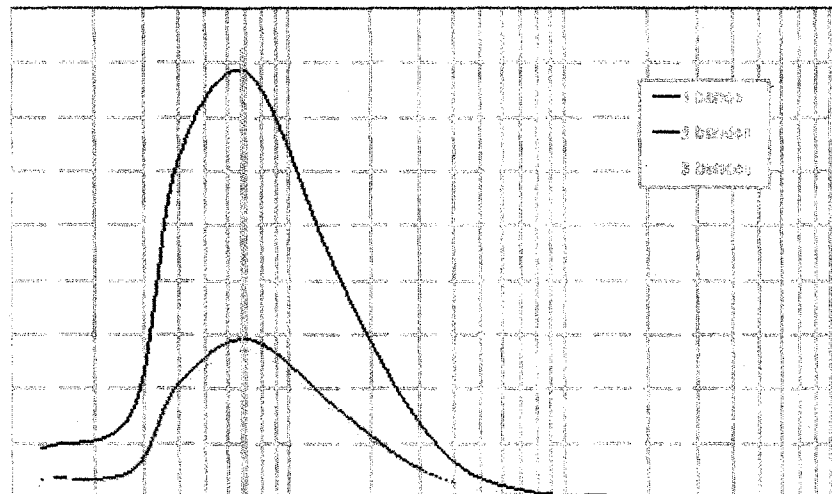


Figure 4 : Granulométries moyennes en montée pour différentes distances (diamètre en µm)

Figure 4 : size distribution for three distance separating the target and the source

La Citroën Picasso a été suivie à trois distances différentes : l'équivalent d'une, deux et trois bandes de signalisation autoroutière, soit environ 33, 66, et 100 mètres. Pour chacune de ces distances, six passages ont été effectués, dont trois en montée (fonctionnement à pleine charge) et trois en descente (charge partielle).

En passant d'une distance de sécurité de 1 à 2 bandes on diminue de façon significative (réduction de 2/3) l'exposition en habitacle.

Au delà de 2 bandes, l'augmentation de la distance de sécurité est sans effet sur l'exposition aux particules. Ceci est probablement à associer au fait de se trouver dans un tunnel.

Il est à noter que la distribution en taille mesurée par l'ELPI ne fait pas apparaître de déplacement du diamètre médian, au fur et à mesure qu'augmente la distance.

## **Remerciements**

Les auteurs remercient tout particulièrement le Ministère Français de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD), et la région Haute-Normandie (Programme TOPAASE) pour leur aide financière.

## **Références**

Gouriou F., Morin J.P., Weill M. (2004): On road measurements of particle number concentrations and size distributions in urban and tunnel environments. *Atmospheric Environment*, 38, 2831-2840.