

L'exposition aux nanoparticules en milieu aéroportuaire

Suivi longitudinal d'une cohorte en milieu aéroportuaire : exposition professionnelle aux nanoparticules atmosphériques et santé respiratoire

Nicolas MOLINARI, Université de Montpellier

Pascal Chanez, Univ. Aix-Marseille / **Véronique Chanel**, CEA, LABM, Grenoble / **Samir Derrough**, CEA, DRT/DSP/SMR/SRSE, Grenoble / **Michel Klerlein**, Air France, Aéroport Roissy Charles de Gaulle

Étude en cours depuis 2017 – Financement : 200.000 euros – Contact : nicolas.molinari@inserm.fr

Mots-clés : exposition professionnelle, nanoparticule, particule ultrafine, particule fine, aéroport, pollution atmosphérique, combustion, freinage, moteur diesel, aluminium, chrome, cadmium, inhalation, appareil respiratoire, stress oxydant, biomarqueur, peroxydation lipidique, cohorte, étude longitudinale, prévention, Marseille, Paris

Il est connu que le taux de nanoparticules (NP) est élevé dans l'environnement aéroportuaire et qu'il est comparable quantitativement à celui d'une grande métropole. Les NP sont majoritairement émises par les combustions des moteurs d'avions, mais aussi par le freinage de ces derniers⁷⁴, ainsi que par l'ensemble des véhicules diesel utilisés sur piste. Il s'agit de nanoparticules d'émissions secondaires dites « *particules ultrafines* » (PUF). Cette pollution nanoparticulaire génère une préoccupation de santé publique du fait de son impact potentiel cardio-vasculaire et respiratoire sur la population générale.

L'exposition en milieu aéroportuaire

Depuis juin 2012, les PUF des gaz d'échappement des véhicules diesel ont été déclarées cancérigènes pour l'homme (groupe 1) par le CIRC. Outre les NP émises par les moteurs, certains métaux sont omniprésents en milieu

⁷⁴ En particulier, le refroidissement des moteurs par ventilation dès l'arrêt.

aéroportuaire. L'aluminium (Al) est le métal le plus présent du fait de la constitution des carlingues d'avions, pour la très grande majorité de la flotte. Le chrome (Cr) est utilisé comme un anti-corrosif dans les peintures, les vernis et les mastics. Enfin, le cadmium (Cd) est présent dans certaines pièces des moteurs et son relargage peut être occasionné lors de l'usure des pièces. Au-delà des postes directement concernés par l'exposition professionnelle aux métaux (ex. chaudronniers, peintres), la question se pose de savoir si l'environnement aéroportuaire entraîne de façon globale, une exposition à ces métaux par inhalation.



Illustration 20 : Fret aérien (Crédits : Fotolia)

La surveillance biologique

La caractérisation de l'exposition aux NP aux postes de travail est un sujet récent pour lequel les stratégies sont encore relativement émergentes. Outre la surveillance atmosphérique, la surveillance biologique est l'approche permettant de déterminer au mieux l'exposition individuelle aux toxiques du travail. La surveillance biologique regroupe l'utilisation de :

- **Biomarqueurs d'exposition** qui renseignent sur le niveau d'exposition des personnes⁷⁵ ;
- **Biomarqueurs d'effets précoces** qui visent à mettre en évidence de potentielles altérations biologiques liées à l'exposition.

⁷⁵ Dans la surveillance des expositions professionnelles, les milieux biologiques généralement utilisés sont l'urine et le sang, avec une préférence pour l'urine lorsque cela est possible, en raison de son caractère non-invasif.

Dans le cas des NP, aucune préconisation de surveillance biologique n'est actuellement disponible, mais la nécessité de développer rapidement des méthodes standardisées est, de plus en plus, soulignée. Les études toxicocinétiques suggèrent que les NP sont préférentiellement absorbées par voie respiratoire et orale, avec une translocation systémique possible pouvant conduire à une accumulation dans les tissus périphériques ou une excrétion (fécale et/ou urinaire). Pour le cas des NP inhalées, les matrices respiratoires doivent également être explorées ; à ce titre, le condensat d'air exhalé (CAE) apparaît comme un outil de recherche intéressant.

Le projet de recherche : NAnERO

Très peu d'études ont évalué l'impact de l'activité aéroportuaire sur la fonction respiratoire. Aucune étude de surveillance biologique de l'exposition n'a été rapportée, ni de suivi longitudinal d'exposition aux NP aéroportuaires sur un échantillon de grande taille, notamment dans un cadre pluridisciplinaire. L'objectif principal du projet NAnERO est donc de déterminer si cette exposition professionnelle altère la fonction respiratoire des travailleurs au travers d'un suivi longitudinal. C'est pourquoi l'acquisition de données de mesures de l'exposition associées à des explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) et de biométrie dans ce milieu, sous l'égide des médecins du travail d'Air France, en collaboration avec des cliniciens spécialistes des pathologies respiratoires, des biologistes, des chercheurs et des statisticiens, apparaît comme une initiative importante.

Méthodologie

Entre 2011 et 2013, notre réseau de partenaires a mené une première étude sur l'évaluation de la santé respiratoire des salariés de la société Air France travaillant dans les aéroports de Marseille et Paris⁷⁶. Cette étude a permis d'inclure 471 salariés volontaires (travaillant sur le tarmac de l'aéroport ou dans les bureaux) pour lesquels un questionnaire relatif au mode de vie, une spirométrie, une mesure du

monoxyde de carbone (CO) et monoxyde d'azote (NO) exhalés et un prélèvement de condensat d'air exhalé (CAE) ont été réalisés. Pour cette nouvelle étude (phase 2), le potentiel d'inclusion est de l'ordre de 300 à 350 salariés⁷⁷.

Alors que le développement des biomarqueurs d'exposition vise à doser les NP elles-mêmes dans les matrices biologiques, le développement de biomarqueurs d'effets précoces passe par l'étude des marqueurs de toxicité. Une caractéristique commune aux particules est leur propension à générer du stress oxydant au niveau cellulaire. Parmi les nombreuses approches pour évaluer ce stress oxydant, le dosage des isoprostanes (et plus communément de la 8-isoprostane) est particulièrement d'intérêt car ce sont des molécules stables, présentes dans de nombreux tissus et fluides biologiques, et spécifiques de la peroxydation lipidique.

À terme, ce projet doit permettre de mettre en place des actions de prévention tant pour la santé humaine que pour l'environnement, avec une portée potentiellement internationale.

⁷⁶ No identification ANSM 2011-A00646-35.

⁷⁷ L'ensemble des salariés inclus lors de la phase 1 sera invité à participer à la 2^{ème} étude à l'exception de ceux présentant une pathologie respiratoire ou toute suspicion de pathologie respiratoire. Environ 25% des 471 sujets inclus lors de la première étude ont quitté l'entreprise et 15 salariés présentent un Volume Expiratoire Maximal par Seconde (VEMS) inférieur à 80% de la valeur théorique.