

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **17 décembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Madame Marie RAMEL**

Titre de la thèse : Vers une prise en compte des mobilités quotidiennes dans l'exposition à la pollution de l'air : développement et application d'un modèle dans le cadre d'une étude épidémiologique sur le risque de cancer du sein

### Résumé



La pollution de l'air extérieur, responsable de plus de 4 millions de décès prématurés dans le monde, constitue une préoccupation majeure de santé publique. Estimer précisément l'exposition chronique à la pollution de l'air est crucial en épidémiologie environnementale pour comprendre ses effets néfastes sur la santé. Cet effort pose cependant plusieurs défis, notamment en raison de la variabilité temporelle des émissions de polluants et de la mobilité des populations. En raison du manque d'information sur les schémas de mobilité individuelle, les études épidémiologiques s'appuient souvent uniquement sur les adresses résidentielles pour estimer l'exposition. Néanmoins, la mobilité quotidienne peut représenter jusqu'à 8 % de l'exposition journalière aux polluants atmosphériques. Ignorer les schémas de mobilité peut donc entraîner des biais dans l'estimation des effets dans les études épidémiologiques. L'objectif de cette thèse était de développer un modèle d'estimation de l'exposition personnelle à la pollution de l'air lors des mobilités quotidiennes, applicable dans les études épidémiologiques rétrospectives à long terme. Cette recherche a été menée dans le cadre du projet APoPCo, visant à évaluer le risque de cancer du sein associé à l'exposition au dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) et aux particules fines ( $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2.5}$ ) pendant les trajets domicile-travail, à l'échelle nationale française, sur 10 000 sujets dans une étude cas-témoins nichée au sein de la cohorte nationale E3N Générations. Nous avons d'abord réalisé une revue systématique de la littérature internationale pour estimer des valeurs d'exposition tenant compte des variations entre modes de transport, adaptées à leur application dans les études épidémiologiques. Nous avons ensuite mené une étude de terrain sur l'exposition personnelle aux PM, aux particules ultrafines (UFP), au  $\text{NO}_2$  et au monoxyde de carbone (CO) dans la métropole de Lyon afin de fournir des données d'exposition liées aux transports, spécifiques à un contexte français. Enfin, nous avons quantifié l'exposition individuelle à la pollution et l'activité physique liée au mode de transport pour une large population sur une période de 21 ans dans le cadre du projet APoPCo, en appliquant le modèle développé intégrant

différents niveaux d'exposition allant des concentrations spécifiques aux modes jusqu'à la dose inhalée. Les résultats ont montré que les usagers de bus ont la plus forte exposition aux particules fines, suivis des modes actifs et des automobilistes. Les usagers de transports motorisés ont montré une exposition plus élevée aux polluants gazeux comme le CO et le NO<sub>2</sub>. L'étude de terrain à Lyon a révélé que le temps de trajet influençait significativement l'exposition ; par exemple, les cyclistes étaient moins exposés que les piétons se déplaçant lentement dans les zones à fort trafic. Lorsque l'on prend en compte l'activité physique et la dose inhalée, les usagers des transports publics ont présenté les valeurs les plus élevées en PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> et le NO<sub>2</sub> en raison de trajets plus longs et de l'augmentation du volume respiratoire lors des segments à pied. Malgré des taux de ventilation minute plus importants pour le vélo et la marche, la dose inhalée de NO<sub>2</sub> était plus élevée pour les automobilistes. Enfin, les piétons ont inhalé des doses plus élevées que les cyclistes, en raison de leur temps de déplacement plus long. Les résultats de notre recherche soulignent l'exposition différenciée des individus selon leur schéma de mobilité, insistant sur la nécessité d'améliorer les méthodes d'estimation de l'exposition personnelle de manière plus précise. Les efforts futurs devraient affiner les méthodes de collecte de données et la reconstruction des déplacements en tenant compte des divers modes de transport. L'impact de l'exposition liée à la mobilité sur l'exposition globale des individus et les estimations des risques dans les études épidémiologiques reste à explorer dans différentes populations étudiées.

**Mots-clés :** Pollution atmosphérique, Mobilités quotidiennes, Cancer du sein, Expositions environnementales, Modes de transport