

CYCLOPOL

Etude comparative sur l'exposition des cyclistes / automobilistes et risques sanitaires associés pendant les pics de pollution atmosphérique



Nadia HERBELOT
Chef du Service qualité de l'air

- 1) Demande initiale et contexte
- 2) Méthodologie de l'étude
- 3) Résultats
- 4) Discussion et limites de l'étude

Loi du 12 juillet 2010 : missions de l'ADEME dans le domaine de la qualité de l'air = proposition et soutien à des mesures et à des plans d'actions visant à améliorer la qualité de l'air en appui aux politiques de l'Etat dans ce domaine

➤ Aider les collectivités qui veulent agir



Air extérieur et air intérieur

➤ Aider les entreprises et les industriels pour limiter les émissions de polluants (technologie, ...) et développer de approches intégrées Air-Energie-Climat

➤ Mieux comprendre pour agir : améliorer les connaissances (programmes R&D, études ...)

➤ Informer le grand public



<http://www.ademe.fr/pollution-lair-exterieur> & <http://www.ademe.fr/air-sain-chez>

Pour en savoir plus sur le rôle de l'ADEME

<http://www.ademe.fr/connaître/priorités-stratégiques-missions/stratégies>

et les appels à projets « Air » :

<http://www.ademe.fr/expertises/air-bruit/passer-a-laction/aact-air-actions-faveur-qualite-lair-territoires>

1) Demande initiale et contexte

- exposition des cyclistes à la pollution atmosphérique = question récurrente (*particulièrement lors des épisodes de pollution, lorsque les autorités publiques demandent de privilégier les mobilités actives au détriment des mobilités thermiques polluantes*).
 - De nombreuses études ont montré que le bénéfice sanitaire de l'activité physique liée à la pratique régulière du vélo est supérieur au risque lié à l'exposition chronique à la pollution atmosphérique
- **Mais qu'en est-il de la pratique du vélo pendant un épisode de pollution ? Un cycliste peut-il continuer à faire du vélo ? Ses risques sanitaires sont-ils supérieurs à ceux encourus par un automobiliste dans les mêmes conditions ?**

Comité de pilotage :

- ADEME
- InVS
- Ministère de l'écologie (DGEC)
- Ministère de la santé (DGS)
- INERIS

Expertise complémentaire:

- AIRPARIF
- Université de Nice Sophia Antipolis

- **Les impacts de la pollution de l'air diffèrent selon :**
 - le temps d'exposition (i.e. du temps de trajet) et de l'itinéraire,
 - le taux d'inhalation,
 - le niveau de concentration des polluants atmosphériques,
 - du polluant et du risque sanitaire associé.
- ⇒ *Doses journalières d'exposition selon les usagers et selon les polluants, qui peuvent ensuite être utilisées pour évaluer les impacts sanitaires associés en fonction des connaissances scientifiques actuelles.*
- **L'étude compare la situation d'un automobiliste et celle d'un cycliste pour estimer comment la différence en termes de doses d'exposition se traduit en termes de mortalité.**

- Cette étude se concentre sur les impacts sanitaires pour les cyclistes et les automobilistes (conducteur ou passager(s)) des polluants suivants :
 - ✓ les **$PM_{2.5}$** (pour les effets long terme)
 - ✓ les **PM_{10} , le NO_2 et l'ozone** (pour les effets court terme)→ **Polluants pour lesquels on dispose de plus de connaissances**
- La population concernée est la population **adulte** et les calculs d'impacts portent sur les **déplacements domicile-travail**, déplacements contraints qui ne peuvent pas aisément être reportés lors des pics de pollution.
- Par hypothèse, les cyclistes et les automobilistes sont supposés avoir des **caractéristiques physiologiques comparables**.

- Le contexte de l'étude est **urbain** (et non rural ou péri-urbain),
 - *Niveaux de pollution plus élevés (sauf pour l'ozone),*
 - *Présence plus nombreuse des cyclistes pour ce type de trajet, des distances de déplacement plus courtes*
 - *Connaissance des impacts sanitaires des polluants souvent issue d'études réalisées en agglomération.*
- Les impacts sanitaires retenus sont les **impacts sur la mortalité toutes causes**, afin de permettre des comparaisons sur les effets des différents polluants.
-
- Enfin, dans une approche conservative, les hypothèses de bases prises dans ce rapport **maximisent les hypothèses défavorables au vélo.**

- Exposition des automobilistes et des cyclistes par rapport aux **niveaux de fond** des polluants (résultats issus d'une revue de la littérature) :
 - *Ratio niveau de fond/habitacle*
 - *Ratio d'exposition automobilistes/cyclistes*
- **Nombre de déplacements** pris en compte selon la **particularité des polluants** : deux pour les $PM_{2.5}$, les PM_{10} , le NO_2 et un pour l'ozone
- Temps de parcours et itinéraire **équivalents**

- L'exposition totale à la pollution est la **résultante des expositions multiples qui se succèdent** au cours de la journée, expositions qui peuvent être très différentes selon le milieu (domicile, lieu de travail, environnement de transports ou de loisirs).

→ *Par simplification l'hypothèse est prise qu'une journée type se déroule de la manière suivante :*

- *Sommeil : 8 heures*
- *Travail et repos : 16 heures moins le temps de déplacement*
- *Temps de déplacement*

- **Fonctions dose-réponse :**
 - ✓ *PM_{2.5} : Projet européen Escape*
 - ✓ *PM₁₀, NO₂ et ozone : PSAS (Programme de surveillance air et santé de l'Invs : associations significatives entre l'augmentation des concentrations en particules, dioxyde d'azote et ozone et l'augmentation du risque de décès toutes causes le jour même ou le lendemain)*

Tableau 1 - Récapitulatif des différentes fonctions utilisées dans l'étude

	Exposition long terme aux PM _{2.5}	Exposition court terme aux PM ₁₀	Exposition court terme au NO ₂	Exposition court terme à l'ozone
Ratio de concentration habitacle auto / niveau de fond	2	1,4	3	0,20
Ratio d'exposition automobiliste / cycliste utilisé	1,16	1,21	2	5
Temps de trajet	20 minutes le matin 20 minutes le soir	20 minutes le matin 20 minutes le soir	20 minutes le matin 20 minutes le soir	20 minutes le soir
Itinéraire automobiliste / cycliste	identique	identique	identique	identique
Taux d'inhalation (hommes)	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 12,1 l/mn vélo : 28,8 l/mn	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 12,1 l/mn vélo : 28,8 l/mn	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 12,1 l/mn vélo : 28,8 l/mn	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 12,1 l/mn vélo : 28,8 l/mn
Taux d'inhalation (femmes)	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 9,6 l/mn vélo : 22,8 l/mn	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 9,6 l/mn vélo : 22,8 l/mn	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 9,6 l/mn vélo : 22,8 l/mn	sommeil : 5 l/mn repos : 10 l/mn voiture : 9,6 l/mn vélo : 22,8 l/mn
Niveaux de pollution en fond urbain	15 µg/m ³	22 µg/m ³	20 µg/m ³	50 µg/m ³
Niveaux de pollution en proximité trafic	19 µg/m ³	27 µg/m ³	42 µg/m ³	-
Fonctions doses-réponses pour une augmentation de 10 µg/m ³	RR = 1,14 [IC 95% : 1,04;1,26]	RR = 1,014 [IC 95% : 1,007;1,020]	RR = 1,013 [IC 95% : 1,006;1,019]	RR = 1,009 [IC 95% : 1,004;1,015]

- **Une différence d'exposition des cyclistes par rapport aux automobilistes négligeables avec les niveaux de fond observés en moyenne en France en 2013:**

Ratio de risque pour un cycliste par rapport à un automobiliste	Hommes	Femmes
Exposition long terme aux PM_{2.5} (15 µg/m³ en fond urbain)	1,017	1,014
Exposition court terme aux PM₁₀ (22 µg/m³ en fond urbain)	1,0017	1,0013
Exposition court terme au NO₂ (20 µg/m³ en fond urbain)	1,0006	1,0005
Exposition court terme à l'ozone (50 µg/m³ en fond urbain)	1,0020	1,0016

Tableau 12 : Ratio de risque associé à la différence d'exposition à différents polluants pour un cycliste par rapport à un automobiliste, en situation de fond urbain, sur un trajet comparable

- **Une exposition des cyclistes par rapport aux automobilistes négligeable même avec des niveaux de pollution de proximité élevés:**

Polluants	Ratio de risque pour un cycliste par rapport à un automobiliste
Exposition court terme aux PM_{10} ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en proximité trafic)	1,0025
Exposition court terme au NO_2 ($81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en proximité trafic)	1,0024
Exposition court terme à l'ozone ($57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en proximité trafic)	1,0022

Tableau 13 : Ratio de risque pour les hommes associé à la différence d'exposition à différents polluants pour un cycliste par rapport à un automobiliste, à proximité du trafic, sur un trajet comparable

- **Une exposition des cyclistes par rapport aux automobilistes négligeable même pendant les pics de pollution :**

Polluants	Ratio de risque pour un cycliste par rapport à un automobiliste
Exposition court terme aux PM₁₀ (134 µg/m³ en proximité trafic)	1,0101
Exposition court terme au NO₂ (248 µg/m³ en proximité trafic)	1,0072
Exposition court terme à l'ozone (245 µg/m³ en proximité trafic)	1,0097

Tableau 14 : Ratio de risque pour les hommes associé à la différence d'exposition à différents polluants pour un cycliste par rapport à un automobiliste, lors d'un pic de pollution, sur un trajet comparable

- **Des augmentations de risques comparables lorsque cyclistes et automobilistes conservent leur mode de déplacement habituel lors des pics de pollution:**

Polluants	Ratio de risque pour les automobilistes	Ratio de risque pour les cyclistes
Exposition court terme aux PM_{10} (134 $\mu g/m^3$ vs 33 $\mu g/m^3$)	1,1155	1,1145
Exposition court terme au NO_2 (248 $\mu g/m^3$ vs 81 $\mu g/m^3$)	1,2292	1,2201
Exposition court terme à l'ozone (245 $\mu g/m^3$ vs 57 $\mu g/m^3$)	1,0489	1,0516

Tableau 15 : Ratio de risque pour les hommes associé au changement d'exposition à différents polluants entre le niveau moyen et un pic de pollution, pour les automobilistes et les cyclistes, sur un trajet comparable

- **Des niveaux de concentration de polluants à partir desquels un excès de risque de mortalité pour un cycliste par rapport à un automobiliste pourrait justifier de modifier les recommandations sanitaires qui ne sont pas observés en France :**

Polluants	Niveaux de concentration pour atteindre un sur-risque pour le cycliste
Exposition long terme aux $PM_{2.5}$	90 $\mu g/m^3$ en fond urbain
Exposition court terme aux PM_{10}	1 300 $\mu g/m^3$ en moyenne journalière
Exposition court terme au NO_2	3 400 $\mu g/m^3$ en moyenne journalière
Exposition court terme à l'ozone	2 500 $\mu g/m^3$ en moyenne journalière

Tableau 16 : Niveaux de concentration pour atteindre un sur-risque de 10% pour un cycliste par rapport à un automobiliste, sur un trajet comparable

	Hypothèses conservatives utilisées dans les calculs (en défaveur du vélo)	Hypothèses alternatives
Ratio d'exposition aux PM _{2.5} pour les automobilistes par rapport au niveau de fond	2	1,5
Ratio d'exposition aux PM ₁₀ pour les automobilistes par rapport au niveau de fond	1,4	1,3
Ratio d'exposition au NO ₂ pour les automobilistes par rapport au niveau de fond	3	2
Ratio d'exposition au NO ₂ pour les automobilistes par rapport aux cyclistes	2	4
Ratio d'exposition à l'ozone pour les automobilistes par rapport au niveau de fond	0,2	0,7
Durée moyenne d'un déplacement à vélo	20 minutes	16 minutes
Itinéraire	Même itinéraire à vélo et en voiture	Itinéraires différents pour le vélo et la voiture
Fonction de ventilation pendant le temps de travail	10 l/min pendant 8 heures	13 l/min pour une activité légère, 30 l/min pour une activité modérée, etc. pendant 8 heures
RR PM _{2.5}	RR = 1,14 [IC 95%: 1,004 ; 1,26]	RR = 1,06 [IC 95%: 1,04 ; 1,07]
RR PM ₁₀	RR = 1,014 [IC 95%: 1,007 ; 1,020]	RR = 1,006 [IC 95%: 1,004 ; 1,008]
RR NO ₂	RR = 1,013 [IC 95%: 1,006 ; 1,019]	RR = 1,003 [IC 95%: 1,002 ; 1,004]
RR PM ₁₀	RR = 1,009 [IC 95%: 1,004 ; 1,015]	RR = 1,0031 [IC 95%: 1,0017 ; 1,0052]

Tableau 17 : Rappel des hypothèses de l'étude et des hypothèses alternatives

Aux concentrations observées en France, l'utilisation du vélo au lieu de la voiture n'augmente pas le risque pour la mortalité liée aux polluants étudiés, y compris pendant les pics de pollution, pour la population générale et en prenant en compte l'exposition à la pollution de l'air sur une journée complète.

- Le cycliste peut **minimiser son exposition** en adoptant certaines habitudes :
 - ✓ respirer par le nez plutôt que par la bouche,
 - ✓ rouler à une allure modérée afin de minimiser sa ventilation,
 - ✓ ne pas hésiter à mettre pied à terre plutôt que de se mettre en situation d'hyper-ventilation (si dénivelé important par exemple),
 - ✓ s'éloigner de la circulation en empruntant des itinéraires en site propre ou des rues moins fréquentées,
 - ✓ éviter de rester derrière un véhicule polluant

- **Limites de l'étude :**

- ❖ *L'étude se fonde sur l'état actuel des connaissances, qui sont sources d'incertitudes et de biais divers, liés à :*

- l'estimation de l'exposition des cyclistes et des automobilistes aux différents polluants,
- à l'estimation des fonctions doses-réponses,
- à l'estimation de la pénétration de l'air extérieur à l'intérieur du domicile ou des lieux de travail
- à l'estimation de différents facteurs influant sur le déplacement, telle la comparaison entre l'itinéraire réel emprunté en tant que cycliste et en tant qu'automobiliste pour aller entre deux mêmes points.

- **Limites de l'étude :**
 - ❖ *Enfin, l'utilisation de risques relatifs établis pour une population générale exposée l'année entière tout au long de la journée quelle que soit l'activité à une population exposée moins d'une heure deux fois par jour toute l'année pendant une activité spécifique est une **hypothèse extrêmement forte**, qui mériterait d'être approfondie.*

Merci de votre attention !

<http://www.ademe.fr/cyclo-pol-etude-comparative-lexposition-cyclistes-automobilistes-risques-sanitaires-associes-pendant-pics-pollution-atmospherique>

Nadia HERBELOT
Service Qualité de l'Air - ADEME
nadia.herbelot@ademe.fr

Corinne PRAZNOCZY
c.praznoczy@onaps.fr