

**Protocole d'Accord (4500415558) avec l'Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ):  
Impact des émissions industrielles de polluants atmosphériques sur l'incidence de l'asthme.**

**Rapport sur les impacts d'événements ou de politiques sur l'incidence de l'asthme infantile**

**Investigateurs:**

Audrey Smargiassi, professeure, Université de Montréal (UdeM); chercheure associée, INSPQ; Stéphane Buteau, chercheur INSPQ; Michel Fournier, consultant en statistiques; Eric Pelletier, Chef de secteur, INSPQ; avec la collaboration de Elhadji Anassour Laouan Sidi, Conseiller scientifique, statisticien, INSPQ et Ying Liu, conseillère scientifique à UdeM.

**Investigatrice à Santé Canada:**

Ling Liu, Head, Air Health Effects Research Section/ Chef, Healthy Environments & Consumer Safety Branch, Health Canada

## IMPACTS DES ÉMISSIONS INDUSTRIELLES DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SUR L'INCIDENCE DE L'ASTHME.

Ce document présente l'impact de la réduction totale des émissions industrielles de particules fines (PM2.5), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) sur les cas incidents annuels d'asthme infantile dans des régions du Québec. L'impact de la réduction totale des émissions industrielles a été utilisé comme « évènement/politique » étant donné que les niveaux de polluants n'ont pas été modélisés avec le modèle chimique de l'atmosphère POLAIR3D pour des scénarios d'émissions. Malgré que cet « évènement/politique » soit extrême, les résultats sont instructifs car ils informent sur l'impact maximal qui pourrait être observé en retirant complètement les sources d'émissions industrielles.

Les impacts ont été calculés à partir d'estimés d'association issus de modèles à effets fixes présentés en **Annexe**, avec un descriptif des données sources utilisées. Le dernier livrable du projet sera un article scientifique qui inclura l'ensemble de ces résultats.

Au **Tableau 1**, les cas annuels évités correspondent à une moyenne pour les années pour lesquelles les polluants de l'air issus des industries ont été modélisés (2002-2015). On remarque que dans les régions étudiées, au plus 6.8% des nouveaux cas d'asthme infantile pourraient être évités avec la fermeture de toute les sources industrielles des polluants étudiés. À des fins de comparaison, les cas annuels moyens qui pourraient être évités suite à la réduction des niveaux de PM2.5 issus de toutes les sources sont aussi présentés. Pour cette comparaison, nous avons assumé que si toutes les sources anthropiques de PM2.5 étaient réduites, les concentrations de PM2.5 seraient de 2.5µg/m<sup>3</sup>. Selon nos estimés, la réduction de toutes les sources de PM2.5 induirait une diminution du nombre de nouveaux cas d'asthme infantile environ 10 fois plus importante que celle des industries (-21.23% vs -2.57%).

En 2015, soit l'année la plus récente pour laquelle les niveaux de polluants ont été modélisés, les industries contribuaient de façon marginale aux concentrations de PM2.5 et NO<sub>2</sub> selon nos modélisations, soit en moyenne environ 4% (**Figure 1a**). Les industries contribuaient cependant de façon non négligeable aux concentrations de SO<sub>2</sub> (i.e. en moyenne environ 50%) et presque en totalité dans certaines régions (**Figure 1c**). Ces informations ont été produites en calculant, pour chacune des petites régions de l'étude, le rapport entre les concentrations de polluants des industries et les concentrations issues de toutes les sources modélisées avec POLAIR3D.

La part des nouveaux cas d'asthme infantile qui pourraient être évités par la réduction totale des émissions des industries en 2015 (**Tableau 2**) est plus faible que celle de la moyenne de toutes les années rapportées au **Tableau 1**. Ceci s'explique par la réduction des concentrations des polluants entre 2002 et 2015<sup>1</sup>. Néanmoins l'impact de la réduction des émissions industrielles de PM2.5 demeure faible en 2015 comparativement à celui de toutes les sources, parce que la contribution des industries aux concentrations de polluants est marginale.

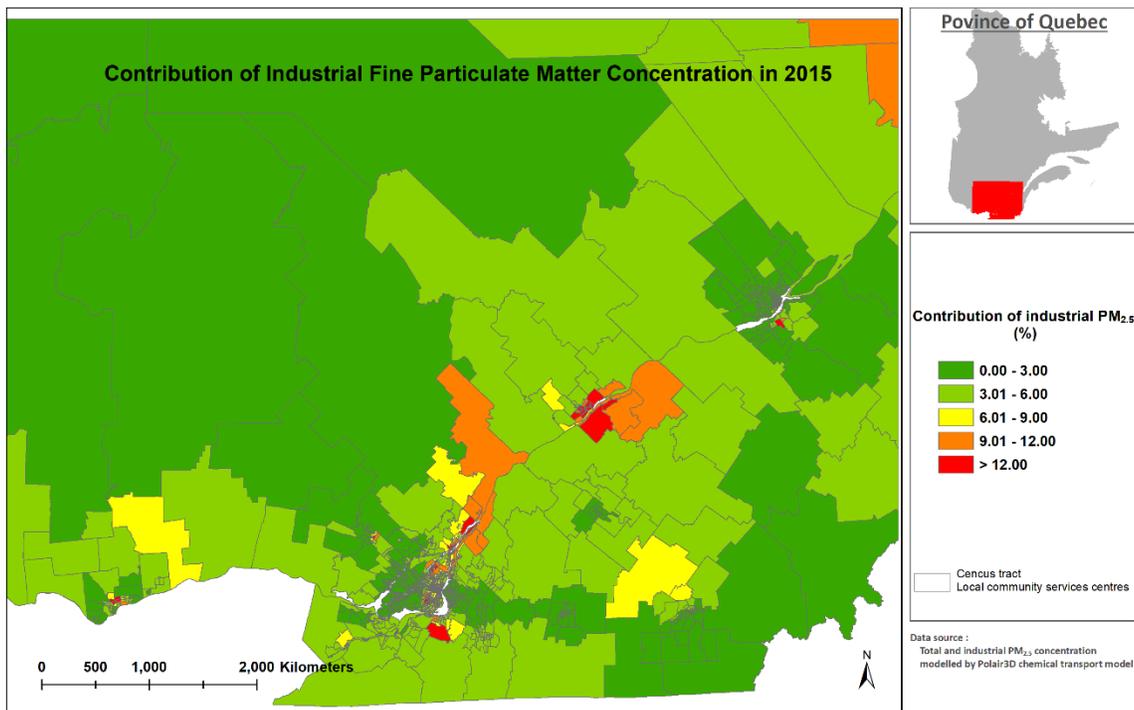
---

<sup>1</sup> À noter que les niveaux de PM2.5 des industries sont similaires en 2015 et en 2002.

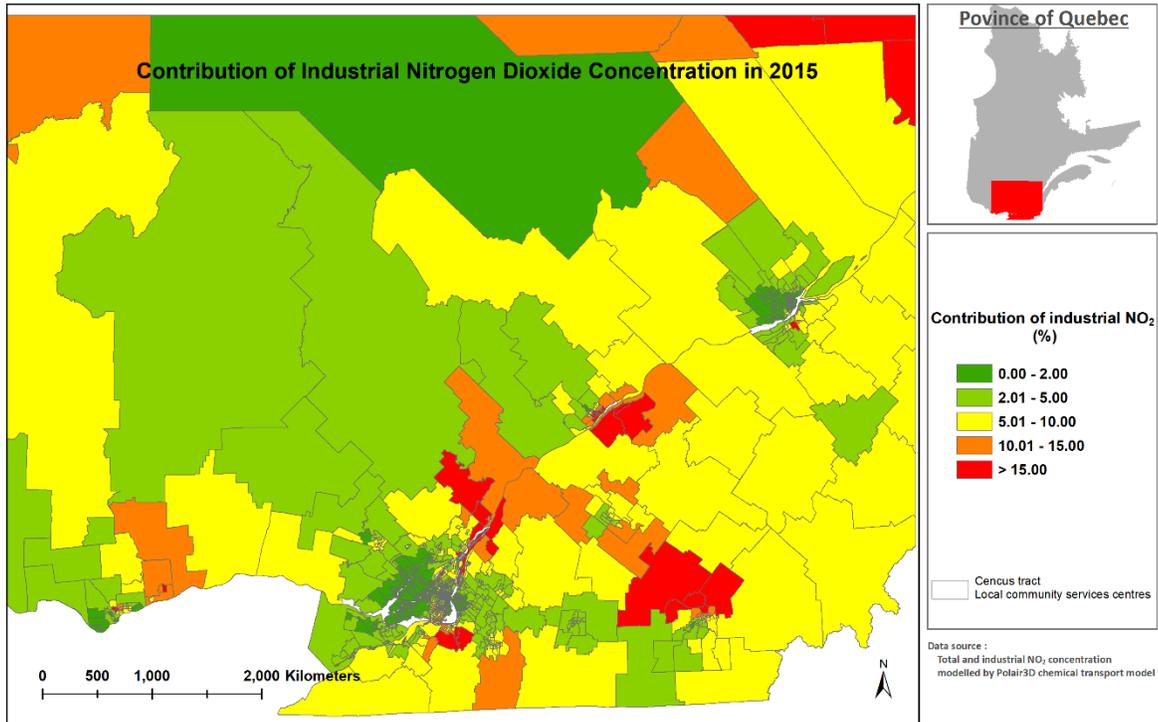
**Tableau 1.** Estimation du nombre de cas d’asthme infantile annuels évités avec la réduction des polluants des industries des régions (CLSC/CT) du Québec de l’étude pour les années 2002, 2004, 2005, 2006, 2015.

	Cas d’asthme moyen	Cas d’asthme moyen selon le scenario	Différence de cas /an	Différence relative /an
Sans émissions industrielles de NO2	12690	11826	-864	-6,81%
Sans émissions industrielles de PM2.5	12690	12364	-326	-2,57%
Sans émissions industrielles de SO2	12690	12139	-552	-4,35%
Réduction des PM2.5 régionales à 2.5 µg/m3	12690	9996	-2694	-21,23%

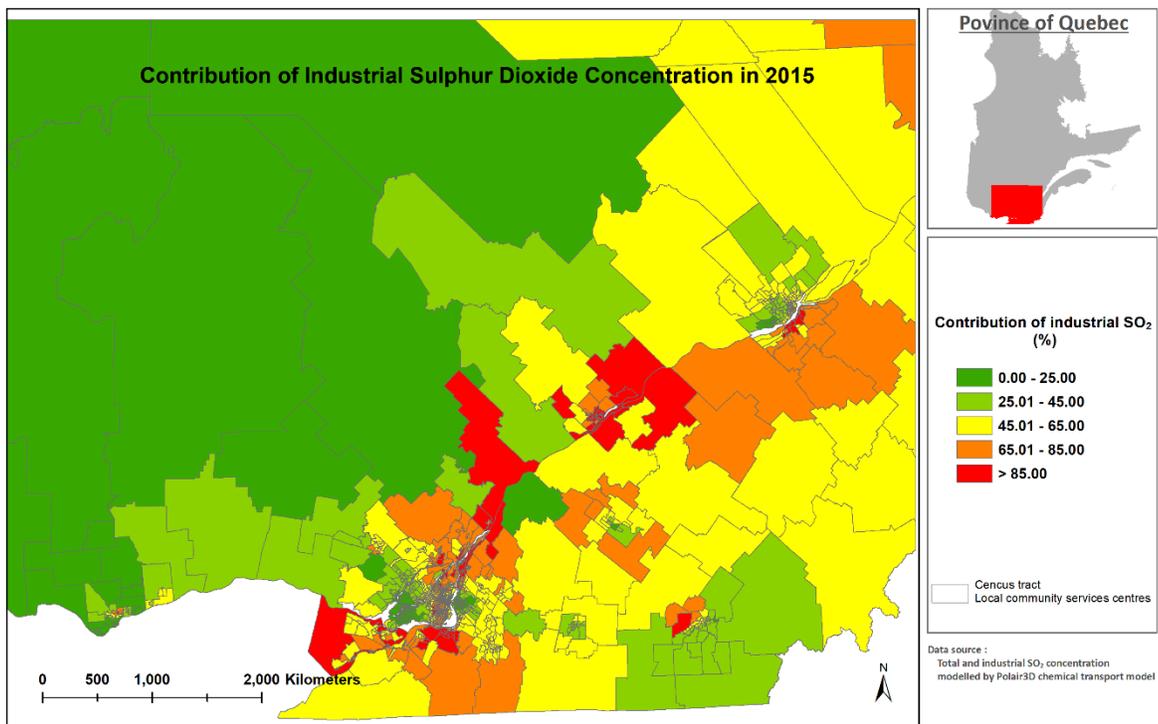
a)



b)



c)



**Figure 1.** Contribution des concentrations issues des émissions industrielles, aux concentrations totales de PM<sub>2.5</sub> (a), de NO<sub>2</sub> (b) et de SO<sub>2</sub> (c) modélisées avec POLAIR3D.

**Tableau 2.** Estimation du nombre de cas d’asthme infantile évités avec la réduction des polluants des industries des régions (CLSC/CT) du Québec de l’étude en 2015.

	Cas d’asthme	Cas d’asthme selon le scénario	Différence de cas /an	Différence relative /an
<b>Sans émissions industrielles de NO2</b>	10367	9898	-470	-4,53%
<b>Sans émissions industrielles de PM2.5</b>	10475	10230	-245	-2,34%
<b>Sans émissions industrielles de SO2</b>	10330	10183	-148	-1,43%
<b>Réduction des PM2.5 régionales à 2.5 µg/m3</b>	10113	8421	-1692	-16,73%

Enfin, au **Tableau 3** on retrouve le nombre total de cas d’asthme infantile évités avec la réduction des polluants dans les régions de l’étude entre 2015 et 2002. Cette estimation a été faite en considérant les caractéristiques de la population et en assumant que ces dernières en 2002, étaient identiques à celles de 2015, sauf l’exposition. La proportion des nouveaux cas d’asthme infantile évités avec la réduction des polluants des industries entre 2002 et 2015 (<3.5%), selon cette prémisse, est d’importance similaire à celle associée à l’élimination complète des polluants des industries en 2015 (<4.5%). Cependant la proportion de nouveaux cas évités avec la réduction des PM2.5 régionales (3.6%) est beaucoup moins importante que celle associée à l’élimination des PM2.5 de sources anthropiques en 2015 (16.7%).

**Tableau 3.** Estimation du nombre de cas d’asthme infantile évités avec la réduction des polluants des industries des régions (CLSC/CT) du Québec de l’étude entre 2015 et 2002.

	Cas d’asthme total en 2002*	Cas d’asthme total en 2015**	Différence de cas	Différence relative /an
<b>Émissions industrielles de NO2</b>	10615	10313	302	2,85%
<b>Émissions industrielles de PM2.5</b>	10463	10419	44	0,42%
<b>Émissions industrielles de SO2</b>	10651	10276	375	3,52%
<b>PM2.5 régionales</b>	10439	10060	379	3,63%

\*Les caractéristiques de la population de 2002 sont identiques à celles de 2015 sauf l’exposition;

\*\*Les n diffèrent légèrement des cas d’asthme du tableau 2 car pour le calcul, seuls les territoires ayant des informations tant en 2002 qu’en 2015 sont utilisés au Tableau 3.

## Annexe

**Table 1A.** Asthma rates and characteristics of predictor variables for areas (CLSC/CT) of Québec, for the years 2002, 2004, 2005, 2006, 2015 (n= 6,401).

Variables	Min	Max	P25	Median	P75	Mean	SD
Rate of asthma cases in ≤12 years of age per 1,000 children-year*	1.1	227.3	8.0	12.3	17.9	14.7	12.4
Median annual household income (\$)/10,000**	0	88.5	4.7	5.9	7.5	6.5	3.3
Regional annual background of PM2.5 levels (µg/m <sup>3</sup> )***	1	15.0	7.7	9.3	10.4	9.0	2.3
Total industrial annual PM2.5 levels (µg/m <sup>3</sup> )****	0	12.9	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8
Total industrial annual NO2 levels (ppb)****	0	28.8	0.7	1.2	2.1	1.8	2.3
Total industrial annual SO2 levels (ppb)**	0	494.3	2.2	5.7	10.1	9.8	24.1

CT: census tract; CLSC: Centre Local de Services Communautaires. P25: 25%; P75: 75%; SD: standard deviation.

\*Based on one hospital admission of two health service use for asthma within two years;

\*\* Based on the Canadian censuses;

\*\*\* Estimates at a 1km resolution based on satellite MODIS data, models and ground measurements from van Donkelaar et al., 2019.

\*\*\*\*Estimates at a 3km resolution based on the chemical transport model Polair3D; Canada's Air Pollutant Emissions Inventory spatially allocated with the SMOKE processor (APEI contains the National Pollutant Release Inventory emissions); WRF-Chem meteorological data; boundary conditions from CAM-Chem. See 4<sup>th</sup> deliverable of MOA 45004 15558 for details.

**Table 2A.** Associations from fixed effects negative binomial models between pollutant levels and the rate of asthma onset in children for 1,282 CLSC & CT geographic areas of Québec during the years 2002, 2004, 2005, 2006, 2015 (n= 6,401).

	Crude		Adjusted*	
	IRR**	95%CI	IRR**	95%CI
Total industrial annual PM2.5 levels ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.11	1.08 - 1.14	1.05	1.02 - 1.08
Total industrial annual NO2 levels (ppb)	1.15	1.13 - 1.16	1.05	1.03 - 1.06
Total industrial annual SO2 levels (ppb)	1.02	1.01 - 1.02	1.01	1.00 - 1.01
Regional annual background of PM2.5 levels ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.09	1.08 - 1.09	1.01	1.00 - 1.01

CT: census tract; CLSC: Centre Local de Services Communautaires; IRR: Incidence rate ratio.

\* Adjusted for median income;

\*\* IRR are per increase of one unit of pollutant levels.