



Environnement  
Canada

Environment  
Canada



# **Analyse d'incertitude concernant l'estimation des émissions dans certains secteurs**

**Préparé pour: Environnement Canada**

**Février 2012**

ISBN : 978-0-660-20573-1  
N° de cat.: En14-88/2013F-PDF

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à [droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca](mailto:droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca).

Photos : © Environnement Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'environnement, 2013.

Also available in English

## Introduction

Une analyse d'incertitude des inventaires de polluants peut aider à prioriser les efforts visant à améliorer la précision future de ces inventaires et à guider les preneurs de décisions à l'égard des choix méthodologiques. Une analyse d'incertitude peut également fournir de l'information sur l'importance relative de la qualité des paramètres d'entrée (comme les données sur les activités et les facteurs d'émission) utilisés dans les estimations fondées sur leur contribution relative aux incertitudes globales.

L'objectif global de la présente étude consistait à fournir une analyse d'incertitude sur les rejets de substances dans l'air à partir de sources ponctuelles et de sources étendues, le cas échéant, à partir de l'inventaire compilé dans le cadre du programme de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP). Les secteurs choisis inclus dans l'analyse sont : l'industrie de l'aluminium, l'industrie du fer et de l'acier, l'industrie du ciment et du béton et la production d'électricité. Étant donné sa contribution importante aux émissions à l'échelle du Canada, le chauffage au bois résidentiel a également été inclus dans l'analyse. L'année de référence de cette étude était 2009. Les substances prioritaires suivantes, telles qu'applicables aux secteurs choisis, ont été inclus dans l'analyse :

1. polluants de l'air;
2. métaux lourds;
3. polluants organiques persistants;
4. sulfure de carbonyle et fluorure d'hydrogène

Une évaluation initiale a été menée pour déterminer les émissions de contaminants importantes provenant de divers secteurs. Le tableau 1 ci-dessous montre les substances considérées dans l'analyse.

**Tableau 1: Substances prioritaires par secteurs**

Groupe chimique	Produits chimiques	Industrie de l'aluminium	Industrie du ciment et du béton	Production d'électricité	Industrie du fer et de l'acier	Chauffage au bois résidentiel
Polluants de l'air	Ammoniac		Oui	Oui	Oui	Oui
	Monoxyde de carbone	Oui				Oui
	Oxydes d'azote		Oui	Oui		Oui
	Matières particulaires totales	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Groupe chimique	Produits chimiques	Industrie de l'aluminium	Industrie du ciment et du béton	Production d'électricité	Industrie du fer et de l'acier	Chauffage au bois résidentiel
	PM <sub>10</sub>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	PM <sub>2,5</sub>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Dioxyde de soufre	Oui		Oui		Oui
	Composés organiques volatils	Oui		Oui	Oui	Oui
Métaux lourds			Oui	Oui	Oui	Oui
Métaux lourds – partie 1				Oui	Oui	Oui
Autres		Oui		Oui		Oui
Polluants organiques persistants – dioxines, furanes, et hexachlorobenzène			Oui	Oui	Oui	
Polluants organiques persistants – hydrocarbures aromatiques polycycliques		Oui				

En ce qui a trait aux sources étendues du chauffage au bois résidentiel et de la production d'électricité, toutes les substances ont été choisies, toutefois, seules les matières particulaires ont été prises en compte pour les sources étendues de l'industrie du ciment et du béton.

## Approche pour l'étude

L'analyse détaillée des émissions au niveau des installations individuelles ne faisait pas partie de la portée de l'étude.

- Les hypothèses suivantes ont été formulées dans le cadre de cette étude :
- Les renseignements fournis à Environnement Canada étaient exacts et à jour.
- Les installations ont correctement déclaré leurs émissions.
- Les paramètres d'entrée (p. ex. niveaux d'activité et facteurs d'émission) étaient représentés par des distributions normales ou log-normales.

- Le niveau d'activité à l'échelle du secteur était considéré comme exact, sans incertitude ni biais.

La méthodologie consistait à classer les substances et secteurs par ordre de priorité en fonction de leur contribution aux valeurs des émissions publiées dans l'INRP. La procédure suivante a été suivie pour mener l'étude :

- Déterminer les données d'entrée et leurs sources.
- Établir les fonctions de densité de probabilité pour les données d'entrée en fonction de l'incertitude des données et du biais en utilisant les méthodes de calcul propres à chaque substance et sous-secteur. (Remarque : Les incertitudes en ce qui concerne les paramètres d'entrée étaient présentées comme des fonctions de densité de probabilité représentant la différence entre les émissions réelles et les émissions déclarées).
- Analyser les lacunes afin de déterminer les paramètres d'entrée sans aucune information disponible en ce qui concerne l'incertitude.
- Utiliser les synthèses scientifiques basées sur les opinions d'experts pour combler les lacunes identifiées.
- Déterminer l'importance relative et la contribution des méthodes de calcul des émissions et des sous-secteurs par rapport aux valeurs générales en matière d'émissions.
- Utiliser l'analyse Monte Carlo pour effectuer une analyse des incertitudes sur les données propres au secteur et une agrégation des résultats au sein des méthodes de calcul et des sous-secteurs. Les valeurs d'entrée pour chaque paramètre ont été obtenues en procédant à l'échantillonnage aléatoire des fonctions de densité de probabilité pour calculer les valeurs des émissions et effectuer des analyses des incertitudes.

Les méthodes de calcul des émissions suivantes ont été prises en compte dans les simulations d'incertitude Monte Carlo :

**Tableau 2: Méthodologies pour le calculs des émissions**

Code	Description
M1	Surveillance continue des émissions
M2	Surveillance prédictive des émissions
M3	Essai des sources
C	Bilan massique
E1	Facteurs d'émission propres au site
E2	Facteurs d'émission publiés
O	Devis d'ingénierie

Dans le but de mener la simulation, des fonctions de densité de probabilité ont été attribuées à ces valeurs en matière de variabilité et de biais (deux aspects d'incertitude) associées aux paramètres d'entrée, comme les niveaux d'activité et les paramètres d'émission. Un échantillonnage Monte Carlo a été mené pour l'analyse d'incertitude.

## Résultats globaux

Dans l'ensemble, les résultats indiquaient que les estimations des sources étendues présentent une variabilité relative beaucoup plus élevée pour chaque substance que les estimations signalées de l'INRP (sources ponctuelles). Cela est dû en partie à la variabilité plus élevée dans les fonctions de densité de probabilité des niveaux d'activité ainsi qu'à la combinaison de deux contributions d'incertitude comparativement à l'évaluation des émissions signalées de l'INRP.

Les résultats de la simulation Monte Carlo ont indiqué que la contribution à la variabilité des estimations signalées de l'INRP par les facteurs d'émission publiés (méthode de calcul des émissions E2) est plus importante, compte tenu de sa contribution aux valeurs des émissions globales. D'autre part, la surveillance continue des émissions (M1), l'essai des sources (M3) et les devis d'ingénierie (O) contribuent le moins à l'incertitude comparativement aux valeurs des émissions attribuées à ces méthodes de calcul des émissions. Ces résultats seront utiles pour établir la priorité visant à réduire l'incertitude des paramètres utilisés pour calculer les émissions signalées à l'INRP.

Les résultats de la simulation Monte Carlo ont également démontré que la distribution des émissions simulées suivait généralement des distributions normales et log-normales selon le type de distributions choisies pour les paramètres d'entrée. Le 95e centile des distributions des émissions simulées (limite de confiance supérieure) a varié de 1 à 130 % de plus que les valeurs de l'INRP pour divers secteurs et substances. Le 5e centile des distributions des émissions simulées (limite de confiance inférieure) se situait entre 2 et 61 % de moins que les valeurs de l'INRP pour divers secteurs et substances.

Le classement alphabétique des estimations a été déterminé en fonction de la différence du 95e centile des distributions simulées et des valeurs de l'INRP publiées. Le tableau 3 ci-dessous présente le classement alphabétique des estimations de l'INRP d'après la légende du tableau 4.

**Tableau 3 : Classement alphabétique par substance pour les secteurs choisis**

Substances	Industrie de l'aluminium	Industrie du fer et de l'acier	Production d'électricité			Industrie du ciment et du béton		Chauffage au bois résidentiel
			Charbon	Gaz naturel	Sources étendues	Sources ponctuelles	Sources étendues	
Ammoniac	-	E	B	-	E	A	-	B

Substances	Industrie de l'aluminium	Industrie du fer et de l'acier	Production d'électricité			Industrie du ciment et du béton		Chauffage au bois résidentiel
			Charbon	Gaz naturel	Sources étendues	Sources ponctuelles	Sources étendues	
Arsenic	-	E	-	-	-	-	-	-
B(a)P	C	A	-	-	-	-	-	C
B(b)F	C	A	-	-	-	-	-	C
B(k)F	C	E	-	-	-	-	-	C
Cadmium	-	E	A	-	E	-	-	C
Chrome	-	A	E	-		-	-	-
Monoxyde de carbone	A	-	-	-	E	-	-	B
Sulfure de carbone	A	-	-	-		-	-	-
Dioxines et furanes	-	A	A	-	E	A	-	C
Hexachlorobenzène	-	-	A	-	-	A	-	-
Fluorure d'hydrogène	A	-	A	-	-	-	-	-
I(1,2,3-c,d)P	B	A	-	-	-	-	-	D
Plomb	-	C	B	-	D	-	-	E
Manganèse	-	C	A	-	-	-	-	
Mercurure	-	-	A	-	E	A	-	C
Nickel	-	E	A	-	-	A	-	-
Oxydes d'azote	-	-	A	A	E	A	-	B
PM <sub>10</sub>	A	B	A	-	E	A	E	B
PM <sub>2,5</sub>	A	B	A	-	E	A	E	B
Dioxyde de soufre	A		A	-	E	-	-	B
Matières particulaires totales	A	A	A	-	E	A	E	B
Composés organiques volatils	A	A	A	-	E	-	-	C

**Tableau 4: Légende des cotes concernant la qualité des données**

Cotes des données	Incertitude/ Variabilité
A : Excellent	25 %
B : Au-dessus de la moyenne	45 %
C : Moyen	60 %
D : Au-dessous de la moyenne	65 %
E : Faible	80 %
U : Inutilisé dans AP-42	>80 %
"-" : Élément non pris en compte dans le cadre de l'étude	

## Conclusion

L'incertitude totale présente dans les données des émissions comprend la variabilité et le biais dans les estimations. La variabilité des totaux des émissions aura tendance à être plus faible si l'on considère tous les flux aléatoirement indépendants de la distribution des incertitudes. Cela s'explique par le fait que les flux qui sont fondés sur une surestimation auront tendance à s'annuler en raison des flux qui utilisent une sous-estimation. Le biais dans la méthode, étant donné qu'il est constant pour tous les flux, ne sera pas réduit.

Les estimations des sources étendues présentent une variabilité relative beaucoup plus élevée pour chaque substance que les estimations de l'INRP (sources ponctuelles). Cela est attribuable en partie à la variabilité plus élevée dans les fonctions de densité de probabilité des secteurs ainsi qu'à la combinaison de deux contributions d'incertitude comparativement à l'évaluation de l'INRP. De plus, l'établissement de moyennes est plus important dans une simulation de l'INRP, étant donné qu'il y a habituellement un nombre de flux échantillonnés beaucoup plus grand que les totaux du processus dans l'évaluation des secteurs.

Dans l'ensemble, les résultats de la simulation ont également indiqué que la contribution à la variabilité des estimations de l'INRP par facteurs des émissions publiés est plus importante, compte tenu de sa contribution aux valeurs des émissions globales. D'autre part, la surveillance continue des émissions, l'essai des cheminées et les devis d'ingénierie contribuent le moins à l'incertitude comparativement aux valeurs des émissions attribuées à ces méthodes de calcul des émissions. Ces résultats seront utiles pour établir la priorité visant à réduire l'incertitude des paramètres utilisés pour calculer les émissions signalées à l'INRP.



Les résultats de la simulation Monte Carlo ont également démontré que la distribution des émissions simulées suivait généralement des distributions normales et log-normales selon le type de distributions choisies pour les paramètres d'entrée. Le 95e centile des distributions des émissions simulées (limite de confiance supérieure) a varié de 1 à 130 % de plus que les valeurs de l'INRP pour divers secteurs et substances. Le 5e centile des distributions des émissions simulées (limite de confiance inférieure) se situait entre 2 et 61 % de moins que les valeurs de l'INRP pour divers secteurs et substances.

Dans le but d'améliorer la qualité des données de l'INRP, les efforts devraient être axés sur :

- une meilleure caractérisation du biais des méthodes de calcul des émissions;
- la collecte de facteurs des émissions de haute qualité publiés pour divers secteurs et substances,
- l'amélioration de la qualité et de la disponibilité de l'information concernant le niveau d'activité des émissions des sources étendues (p. ex. la quantité et le type de bois brûlé dans les résidences).

**[www.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)**

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement Canada

Informatèque

10, rue Wellington, 23<sup>e</sup> étage

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Téléphone : 1-800-668-6767 (au Canada seulement) ou 819-997-2800

Télécopieur : 819-994-1412

ATS : 819-994-0736

Courriel : [enviroinfo@ec.gc.ca](mailto:enviroinfo@ec.gc.ca)