

Direction de santé publique

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Les défis de l'utilisation de la biosurveillance pour des analyses de risque : le cas de l'aéroport de Saint-Hubert

Nabila Kadaoui, MD, M.Sc., FRCPC, DSP de la Montérégie
Louise Lajoie, MD, M.Sc., DSP de la Montérégie
Nolwenn Noisel, M.Sc., DSP de la Montérégie



Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie
Québec

Contexte (1)

- Transport aérien et émissions de Pb
 - Avgas utilisé pour les petits avions
 - Avgas 100LL contient ~0,56 g/L de $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4$
- Activités aéroportuaires
 - Aéroport de Saint-Hubert (--> 150 000 mvt/an)
 - Projet à Neuville
 - Plaintes et craintes des citoyens
 - Comité citoyen CAPA-L
 - Plaintes pour le bruit
 - Craintes pour la santé et la qualité de l'air

2 Destination prévention SANTÉ ENVIRONNEMENTALE Québec

Contexte (2)

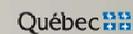
■ Éléments nouveaux publiés dans la littérature

- CDC 2012
 - Absence de seuil
 - 97,5 percentile pour les enfants 1-5 ans : 5 µg/dL
- Santé Canada 2013
 - Stratégie de gestion
- Miranda 2011
 - Étude sur l'exposition au Pb des enfants situés près des aéroports
- ANSES 2013
 - Effets néfastes du plomb à des plombémies < 10 µg/dL
 - 1,5 µg/dL est considérée comme plombémie critique associée à une augmentation de la prévalence de la maladie rénale chronique

3



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE



Stratégie de biosurveillance?

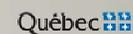
■ Questionnement de la DSP de la Montérégie

- Présence d'un risque?
- Pertinence de faire une étude de biosurveillance de l'exposition au plomb chez les enfants fréquentant les garderies du voisinage de l'aéroport de Saint-Hubert
 - Nombre d'enfants exposés suffisant pour puissance statistique?
 - Réaction des parents à l'idée d'autoriser une plombémie pour leur enfant?
 - Période de prélèvement?
 - Choix du recrutement? Volontaire, aléatoire ou systématique?
 - Valeurs de comparaison des résultats?
 - Probabilité de ne pas pouvoir conclure?
 - Stratégie de communication pour une absence de risque?

4



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE



Stratégie de biosurveillance?

■ Questionnement de la DSP de la Montérégie

□ Autres alternatives?

- Mesures dans le sol, dans l'air?
- Mieux quantifier et appréhender le risque existant par une analyse de risques

1. Identification du danger
2. Caractérisation toxicologique
3. Estimation de l'exposition
4. Estimation du risque

Et... des recommandations!

⇒ Difficulté de documenter l'exposition en l'absence de données



Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec 

Stratégie de biosurveillance?

■ Choix d'une analyse de risque théorique dont l'exposition est estimée à partir de :

□ Données environnementales

- 2 sources de données principales pour des aéroports de taille et d'activité comparables (Toronto-Buttonville et Santa Monica)

□ Données de biosurveillance

- Études et enquêtes réalisées au Canada et É.-U. (ECMS, NHANES)

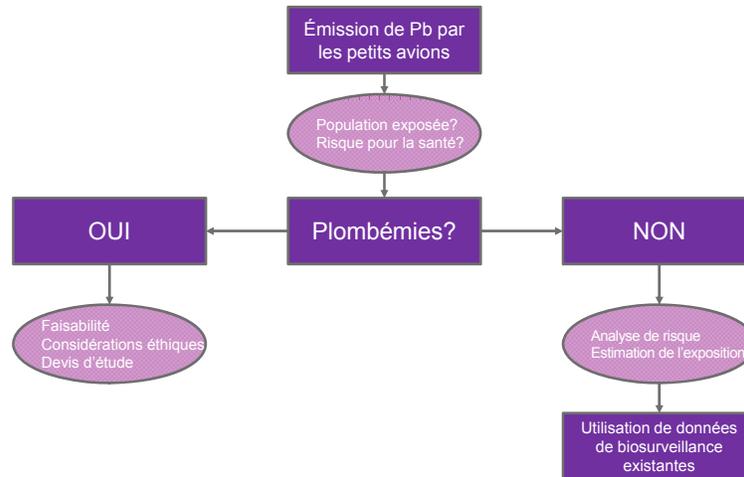


Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec 

Stratégie de biosurveillance?



7

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Analyse des données environnementales

Aéroport	Concentrations de plomb dans l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Moyenne arithmétique Min – Max (n)	Concentrations de plomb dans le sol ($\mu\text{g}/\text{g}$) Moyenne arithmétique Min – Max (n)
Toronto-Buttonville (2000)	PM _{2,5} : 0,0283 0,000 – 0,309 (40) PM ₁₀ : 0,0295 0,000 – 0,302 (40)	33,28 20,7 – 60,9 (8)
Santa Monica (2009)	Hiver : 0,043 <LD – 0,099 (43) Été : 0,036 <LD – 0,079 (28)	55,88 9,4 – 150 (14)
Saint-Hubert (2009)	<LOD	Non mesuré
Norme	US EPA : 0,15 Québec : 0,1 (annuel)	US EPA : 400 (aires de jeu) et 1200 (hors aires de jeux) Canada : 140 Québec : 500 (critère B)

8

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Estimation de l'exposition - Données de biosurveillance

	n	Âge des enfants	Concentrations de Pb (GM)	Ratio avec le seuil MAD0 (10 µg/dL)
INSPQ 2010 (Montréal)	306	1-5 ans	1,35 µg/dL	+ 7
ECMS Cycle 1 (2007-2009)	910	6-11 ans	0,90 µg/dL	+ 10
ECMS Cycle 2 (2009-2011)	495	3-5 ans	0,93 µg/dL	+ 10
NHANES 2007-2008	817	1-5 ans	1,51 µg/dL	+ 7
NHANES 2009-2010	836	1-5 ans	1,17 µg/dL	+ 9

9

Destination prévention

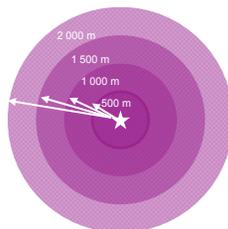
SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Analyse de risque

■ Miranda et coll. (2011)

- Les enfants près des aéroports (< 500 m) ont des concentrations 4,4 % plus élevées que ceux qui en sont éloignés
 - Pas de plombémie par groupe de distance
 - Plombémie moyenne de 3,88 µg/dL
 - Augmentation max de $3,88 * 0,044 = 0,17 \mu\text{g/dL}$



10

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Estimation de l'exposition - Données de biosurveillance

	n	Âge des enfants	Concentrations de Pb (GM)	Ratio avec le seuil MADDO (10 µg/dL)	Augmentation potentielle de Pb (4,4 %)
INSPQ 2010 (Montréal)	306	1-5 ans	1,35 µg/dL	+ 7	0,06
ECMS Cycle 1 (2007-2009)	910	6-11 ans	0,90 µg/dL	+ 10	0,04
ECMS Cycle 2 (2009-2011)	495	3-5 ans	0,93 µg/dL	+ 10	0,04
NHANES 2007-2008	817	1-5 ans	1,51 µg/dL	+ 7	0,07
NHANES 2009-2010	836	1-5 ans	1,17 µg/dL	+ 9	0,05

11

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

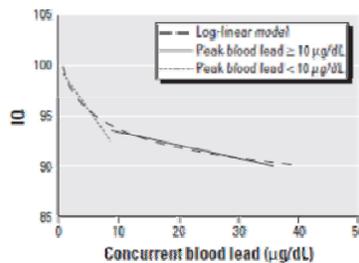
Québec

Analyse de risque

■ Lanphear et coll. (2005)

□ Effet critique : baisse QI

- Augmentation de Pb sanguin de 7,6 µg/dL (de 2,4 à 10 µg/dL) associée à une baisse de 3,9 points de QI
- Diminution moyenne de 0,5 point de QI pour chaque 1 µg/dL
- Scénario conservateur : 1 µg/dL \cong 1 point de QI



12

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Estimation de l'exposition - Données de biosurveillance

	n	Âge des enfants	Concentrations de Pb (GM)	Ratio avec le seuil MADO (10 µg/dL)	Augmentation potentielle de Pb (4,4 %)	Effet sanitaire appréhendé (baisse QI)
INSPQ 2010 (Montréal)	306	1-5 ans	1,35 µg/dL	+ 7	0,06	0,06
ECMS Cycle 1 (2007-2009)	910	6-11 ans	0,90 µg/dL	+ 10	0,04	0,04
ECMS Cycle 2 (2009-2011)	495	3-5 ans	0,93 µg/dL	+ 10	0,04	0,04
NHANES 2007-2008	817	1-5 ans	1,51 µg/dL	+ 7	0,07	0,07
NHANES 2009-2010	836	1-5 ans	1,17 µg/dL	+ 9	0,05	0,05

13



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE



Interprétation de l'analyse

- Baisse de QI appréhendée
 - Difficile à mettre en évidence tant au niveau individuel que populationnel
 - Probablement pas reliée à des effets cliniquement observables
 - Difficilement utilisable en évaluation quantitative du risque sanitaire

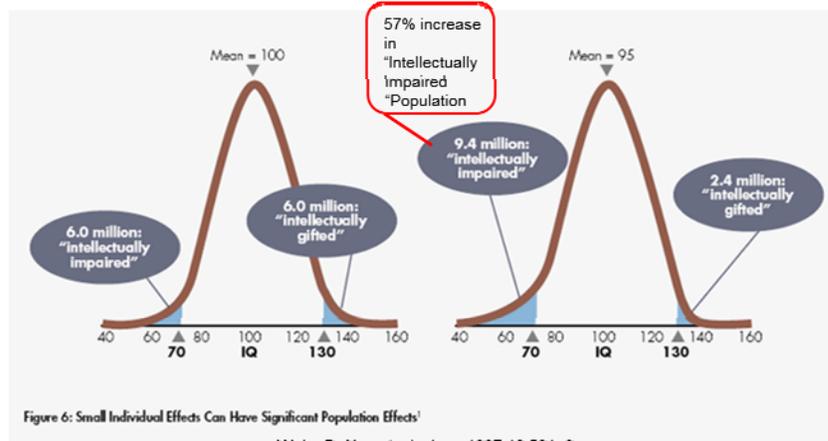
14



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE



Interprétation de l'analyse



Interprétation de l'analyse

Environmental Correlates of Children's IQ and Estimated Size of Effect (from Wilson et al., 2005)

Environmental Correlates of Children's IQ	Magnitude of Potential Effect on IQ (IQ points)*
Socio-economic status (SES)	± 12
Parent's education	± 15
Family size and child's position in family	± 8
Enriched pre-school	± 15
Breast feeding	± 3-5
Approximate error rate on children's IQ tests	± 3

* The magnitude of potential effect reported here reflects values reported in the literature. They should not be interpreted as definitive, but rather as an approximate indication of the relative importance of environmental factors of children's IQ.

Limites de l'analyse

- Comparabilité des aéroports
 - Toronto-Buttonville et Santa Monica avec Saint-Hubert
- Différentes sources de plomb
 - Peinture, logement, eau, etc.
- Relation entre Pb et QI

17

 Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec 

Conclusion générale

- Exposition au Pb des enfants vivant à proximité de l'aéroport de Saint-Hubert potentiellement plus élevée
- Analyse de risque ne militant pas en faveur de mesures de plombémie
- Possibilité de réviser cette position de santé publique
- Recommandations
 - Améliorer les pratiques de pilotage et de gestion des vols
 - Encourager toutes mesures préventives pouvant contribuer à la diminution de l'exposition des enfants au plomb
 - Renforcer la prévention primaire contre le saturnisme à l'échelle populationnelle

18

 Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec 



Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tables, Sept 2013

Blood Lead

Geometric mean and selected percentiles of blood concentrations (in µg/dL) for the U.S. population from the National Health and Nutrition Examination Survey.

	Survey years	Geometric mean (95% conf. interval)	Selected percentiles (95% confidence interval)			Sample size
			50th	75th	90th	
Total	99-00	1.66 (1.60-1.72)	1.60 (1.60-1.70)	2.50 (2.40-2.60)	3.00 (3.00-4.00)	7970
	01-02	1.45 (1.39-1.51)	1.40 (1.40-1.50)	2.20 (2.10-2.30)	3.40 (3.20-3.60)	8945
	03-04	1.43 (1.36-1.50)	1.40 (1.30-1.50)	2.10 (2.10-2.20)	3.20 (3.10-3.30)	8373
	05-06	1.29 (1.23-1.36)	1.27 (1.20-1.34)	2.01 (1.91-2.11)	3.05 (2.86-3.22)	8407
	07-08	1.27 (1.21-1.34)	1.22 (1.18-1.30)	1.90 (1.80-2.00)	2.80 (2.67-2.96)	8266
	09-10	1.12 (1.08-1.16)	1.07 (1.03-1.12)	1.70 (1.62-1.77)	2.58 (2.45-2.71)	8793
Age group 1-5 years	99-00	2.23 (1.96-2.53)	2.20 (1.90-2.50)	3.40 (2.80-3.90)	4.90 (4.00-6.60)	723
	01-02	1.70 (1.55-1.87)	1.60 (1.50-1.80)	2.50 (2.20-2.90)	4.20 (3.50-5.20)	898
	03-04	1.77 (1.60-1.95)	1.70 (1.50-1.90)	2.50 (2.30-2.80)	3.90 (3.30-4.60)	911
	05-06	1.46 (1.36-1.57)	1.43 (1.34-1.55)	2.10 (1.97-2.20)	2.98 (2.72-3.32)	968
	07-08	1.51 (1.37-1.66)	1.43 (1.30-1.60)	2.20 (1.98-2.31)	3.20 (2.65-3.65)	817
	09-10	1.17 (1.08-1.26)	1.15 (1.03-1.27)	1.70 (1.50-1.87)	2.39 (2.08-2.65)	836
Age group 6-11 years	99-00	1.51 (1.36-1.66)	1.40 (1.30-1.60)	2.10 (1.80-2.50)	3.30 (2.80-3.80)	905
	01-02	1.25 (1.14-1.36)	1.20 (1.00-1.30)	1.70 (1.60-2.00)	2.80 (2.50-3.10)	1044
	03-04	1.25 (1.12-1.39)	1.20 (1.10-1.40)	1.80 (1.50-2.10)	2.60 (2.10-3.10)	866
	05-06	1.02 (0.98-1.10)	.970 (0.90-1.01)	1.40 (1.28-1.55)	2.06 (1.80-2.72)	934
	07-08	.988 (0.914-1.07)	.960 (0.880-1.07)	1.31 (1.22-1.49)	1.90 (1.70-2.11)	1011
	09-10	.838 (0.792-0.887)	.810 (0.740-0.840)	1.13 (1.06-1.21)	1.64 (1.45-1.84)	1009

Analyse des données environnementales

■ Lien entre les concentrations air-sang

- US EPA (2008)
 - 1:3; 1:5; 1:7
 - $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cong 3 \text{ à } 7 \mu\text{g}/\text{dL}$

- EFSA (2010)
 - $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cong 1,64 \mu\text{g}/\text{dL}$ pour les adultes
 - $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cong 1,9 \mu\text{g}/\text{dL}$ pour les enfants

- OEHHA (2001)
 - $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cong 1,8 \mu\text{g}/\text{dL}$ pour les adultes
 - $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cong 4,2 \mu\text{g}/\text{dL}$ pour les enfants

21

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Analyse des données environnementales

Aéroport	Concentrations de plomb dans l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Moyenne arithmétique Min – Max (n)	Impact sur la plombémie ($\mu\text{g}/\text{dL}$) selon les ratios 1:3 et 1:7
Toronto-Buttonville (2000)	PM _{2,5} : 0,0283 0,000 – 0,309 (40) PM ₁₀ : 0,0295 0,000 – 0,302 (40)	0,085 – 0,198 0,089 – 0,207
Santa Monica (2009)	Hiver : 0,043 <LD – 0,099 (43) Été : 0,036 <LD – 0,079 (28)	0,129 – 0,301 0,108 – 0,252
Saint-Hubert (2009)	<LOD	
Norme	US EPA : 0,15 Québec : 0,1 (annuel)	0,45 – 1,05 0,3 – 0,7

22

Destination prévention

SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Québec

Analyse des données environnementales

■ Lien entre les concentrations sol-sang

□ EFSA (2010)

- 1 µg Pb/j dans la nourriture ou l'eau \cong 0,16 µg/dL pour les adultes
- 1 µg Pb/j dans la nourriture ou l'eau \cong 0,04 µg/dL pour les enfants
- 1000 mg Pb/kg \cong 2 µg/dL pour les adultes

23



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE



Analyse des données environnementales

Aéroport	Concentrations de plomb dans le sol (µg/g) Moyenne arithmétique Min – Max (n)	Impact sur la plombémie (µg/dL)
Toronto-Buttonville (2000)	33,28 20,7 – 60,9 (8)	0,067
Santa Monica (2009)	55,88 9,4 – 150 (14)	0,112
Saint-Hubert (2009)	Non mesuré	
Norme	US EPA : 400 (aires de jeu) et 1200 (hors aires de jeux) Canada : 140 Québec : 500 (critère B)	1

24



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

