

Pollution de l'air intérieur par les hydrocarbures aromatiques polycycliques

Yvette Bonvalot, Ph.D^{1,2,3}, France Labrèche, Ph.D⁴
et Gaëtan Carrier, Ing., MD, Ph.D²

1: Chaire d'analyse et gestion des risques toxicologiques, Université de Montréal
2: Département de Santé Environnementale et Santé au Travail, Université de Montréal
3: Santé Canada, Région du Québec - Programme de la Sécurité des Milieux
4: Institut Nationale de la Santé Publique du Québec

Étude financée par l'Initiative de Recherche sur les Substances Toxiques
de Santé Canada et Environnement Canada

Colloque sur "Les hydrocarbures aromatiques polycycliques,
de la recherche à la prévention", Université de Montréal
3-4 septembre 2008

Quelques rappels sur les HAP...

- Caractéristiques physico-chimiques
- Origine (naturelle, anthropique)
- Milieux où ils se retrouvent
- Sources majeures d'exposition humaine et voies d'exposition

Et sur la mesure de l'exposition aux HAP...

- **Approche Indirectes :**
 - Échantillonnage du médium d'intérêt
 - Analyse « fréquentiste »
- **Approches Directes :** Biomarqueurs d'exposition
 - Matrice : Urine
 - **Recommandés/Validés (CDC, GerES I-IV) :**
 - 1-, 3-, 9- hydroxybenz[a]anthracène
 - 1-, 2-, 3- hydroxybenzo[c]phénanthrène
 - 1-, 2-, 3-, 4-, 6-hydroxychrysène
 - 3-hydroxyfluoranthène
 - 2-, 3-, 9-hydroxyfluorène
 - 1-, 2-, 3-, 4-, 9-hydroxyphénanthrène
 - 1-hydroxypyrrène (1-OHP)
 - 3-hydroxybenzo[a]pyrrène
 - 1-, 2-hydroxynaphtalène (naphtols)

Sauf que...

- 1-OHP très utilisé (milieu professionnel + population générale)
- Alimentation et tabac limitent son intérêt pour départager une exposition environnementale reliée à l'air intérieur !!
 - Comment mesurer, par exemple, l'impact de la combustion du bois ?
- Phénanthrène émis ++ lors de la combustion du bois mais présent dans alimentation
- Naphtalène émis ++++ lors de la combustion du bois mais absent de l'alimentation
- 1-, 2-naphtols marqueurs plus spécifiques de la combustion du bois en population générale ?

Contexte (1)



- **La combustion du bois :**
 - 3^{ème} source en importance d'émission de particules fines au Canada (22% des $PM_{2.5}$ annuelles)
 - Source importante de particules totales en suspension (53%) et de composés organiques volatiles (26%), dans la région de Montréal
- **Tempête de verglas - Janvier 1998**
- **Enquête pancanadienne (1998) :**
1/3 des Québécois brûlent ...
- **Autres : Coût des combustibles fossiles**

Contexte (2)



- **Polluants émis :**
En plus des HAP et HAP halogénés (oxygénation incomplète) : CO , CH_4 , particules fines, aldéhydes, COV
- **Effets sur la santé :**
littérature = peu d'études ou limitées
 - **Laboratoire** = potentiel mutagène
 - **Effets aigus chez l'humain :**
exacerbation asthme (enfants & adultes),
↗ bronchites + pneumonies (enfants)
 - **Effets chroniques chez l'humain :**
?? cancers des voies aéro-digestives supérieures,
?? Hypertension artérielle pulmonaire (1-)

Objectifs & Justification



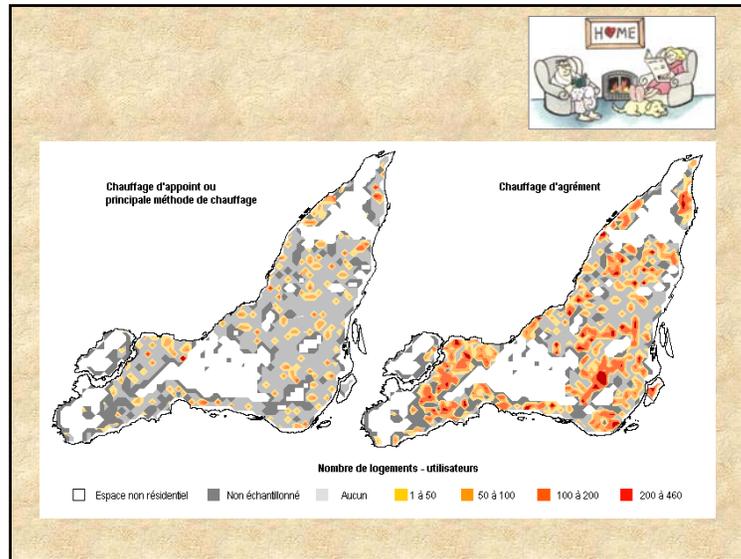
- **Objectifs :**
Évaluer la pertinence d'une étude à 3 variables catégoriques (zone d'exposition, système de combustion du bois, tabagisme), pour caractériser l'exposition en plus de la faisabilité pratique et technique.
- **Justification :**
Vérifier la possibilité de caractériser la relation entre polluants cibles de l'exposition et utilisation de système de combustion au bois avant de s'engager dans un projet de recherche sur les effets sanitaires potentiels de la combustion du bois.

Matériel & Méthodes (1)

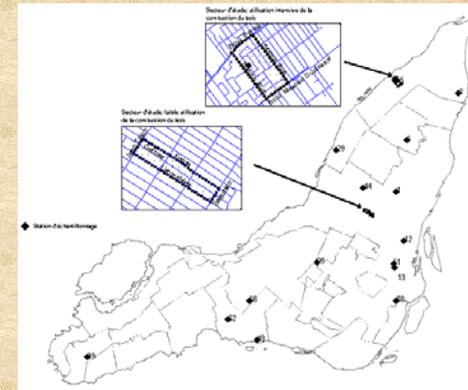


- **Zones d'étude et sélection des participants :**
 - Sondage téléphonique réalisé par la Direction de la Santé Publique de Montréal-centre à l'automne 1999 sur 1% des ménages de l'Île (n=7971)*
 - Principaux résultats :
 - 12.5% des Montréalais brûlent du bois (soit 10% des Québécois sur 0.04% de la surface du Québec)
 - 76.6% utilisation occasionnelle, 18.8% chauffage d'appoint
 - 79.3% = foyers, 19.3% = poêles, 1.4% = fournaies
 - Distribution spatiale des systèmes de combustion au bois sur l'île de Montréal

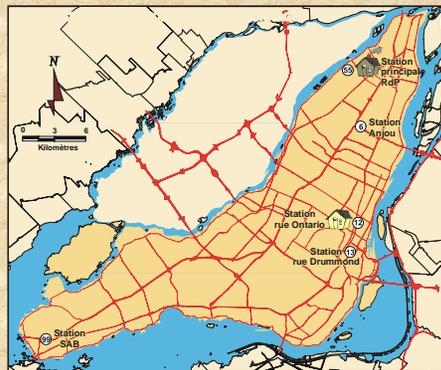
* Enquête financée par Environnement Canada, la Communauté Urbaine de Montréal et la Direction de la Santé Publique de Montréal; Analyses spatiales financées par l'Initiative de Recherche sur les Substances Toxiques (Projet #213)



Matériel & Méthodes (2)



Localisation des stations d'échantillonnage



Matériel & Méthodes (3)

Recrutement des participants :

- Mi-janvier à mi-mars 2000
- 20 maisons recrutées par zone (40 maisons en tout)
- Adresses ordonnées aléatoirement
- Appel téléphonique
- Foyer retenu dès acceptation et après vérification du respect des critères d'inclusion (brûlage de bois ou non et consommation de cigarettes à l'intérieur de la maison ou non)

Matériel & Méthodes (4)



- **Mesures 24h intérieures et extérieures :**
PM_{2.5}, HAP gazeux & solides, aldéhydes, particules totales en suspension, métaux, CO
- **Métabolites urinaires :**
1-OHP, 1- et 2-naphtols, hydroxyphénantrènes, ...
(en micromoles/mole de créatinine et en nanomoles cumulées sur l'échantillon total)
- **Questionnaire**
- **Journal de bord**

Matériel & Méthodes (5)



Optimisation recueil mictions urinaires

- Caractéristiques cinétiques 1-OHP (Viau et al., 1995)
- Voie urinaire = 2 à 5% de l'élimination + Taux d'élimination varie avec le temps

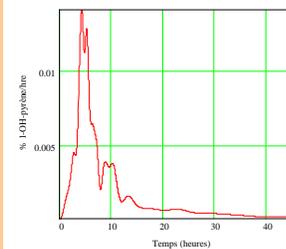


Figure 1a : % de pyrène excrété sous forme de 1-OHP par heure suite à une exposition orale unique de pyrène

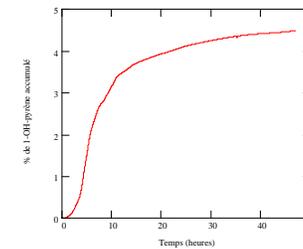


Figure 1b : % accumulé de pyrène excrété sous forme de 1-OHP suite à une exposition orale unique de pyrène

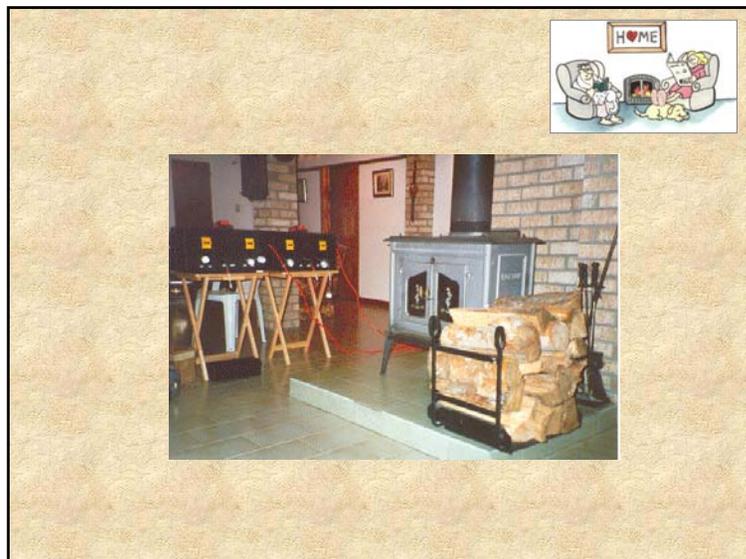
Matériel & Méthodes (6)



Optimisation recueil mictions urinaires

- Recueil limité à l'urine du soir jusqu'au matin suivant
 - Sur une base cumulative, plus de 71% de la fraction de 1-OHP éliminée par la voie urinaire l'est dans les 10 premières heures
- Environ 61% de l'hydroxypyrene urinaire éliminé
→ Allègement considérable charge participants (vs. recueil 24h)





Résultats (1)

Répartition obtenue (souhaitée)	Zone où Usage Combustion Bois				Total
	Intense		Faible		
	Utilisation Combustion Bois (n)				
	Oui	Non	Oui	Non	
Non-fumeurs	11 (7)	5 (7)	1 (7)	15 (7)	32 (28)
Fumeurs	1 (3)	3 (3)	1 (3)	3 (3)	8 (12)
Total	14 (10)	8 (10)	2 (10)	18 (10)	40 (40)

Résultats (2)

1-OHP (μ moles/mole creatinine)						ANOVA (adj. $r^2 = 0,246$)	
	n	μ	σ	Min	Max	μ ajustée	p
Zone où Combustion du bois							
Intense	8	0.22	0.24	0.06	0.83	0.22	0.973
Faible	7	0.48	0.68	0.08	1.09	0.22	
Système de Combustion au bois							
Oui	6	0.23	0.25	0.06	0.83	0.21	0.897
Non	9	0.41	0.57	0.06	1.09	0.23	
Tabagisme dans la maison							
Non	9	0.19	0.17	0.06	0.83	0.14	0.182
Oui	6	0.60	0.80	0.08	1.09	0.35	

(détecté dans 18.8% des échantillons)

Résultats (2)

1-naphtol (μ moles/mole creatinine)						ANOVA (adj. $r^2 = 0,376$)	
	n	μ	σ	Min	Max	μ ajustée	p
Zone où Combustion du bois							
Intense	40	4.92	8.19	0.39	28.51	3.73	0.355
Faible	40	3.24	4.58	0.16	19.48	4.61	
Système de Combustion au bois							
Oui	26	7.33	9.76	0.47	28.51	7.35	<0.0001
Non	54	2.53	3.25	0.16	19.48	2.34	
Tabagisme dans la maison							
Non	68	2.98	3.95	0.16	19.48	2.20	<0.0001
Oui	12	11.09	15.51	0.39	28.51	7.81	

(détecté dans 100% des échantillons)

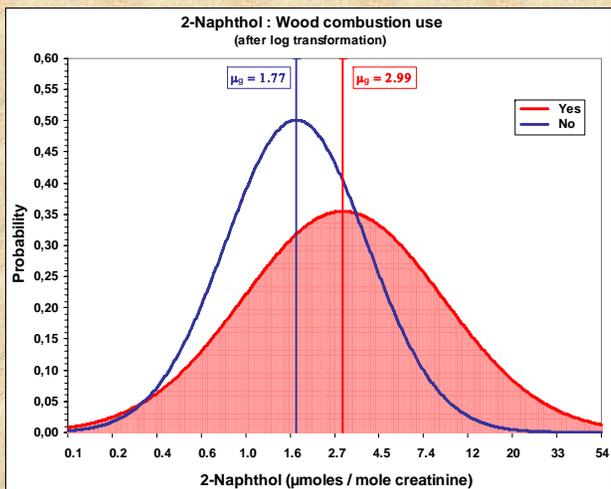
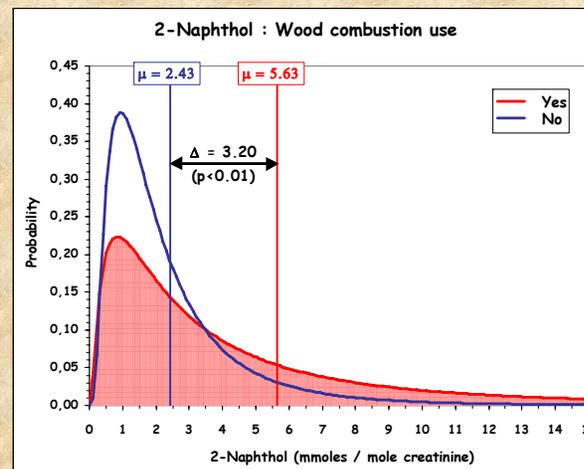
Résultats (3)



2-naphtol (μ moles/mole créatinine)

							ANOVA (adj. $r^2 = 0,376$)	
	n	μ	σ	Min	Max	μ ajustée	p	
Zone où Combustion du bois								
Intense	40	3.92	5.45	0.36	24.39	3.69	0.680	
Faible	40	2.74	2.77	0.65	20.61	4.00		
Système de Combustion au bois								
Oui	26	5.63	8.97	0.60	24.39	5.07	0.009	
Non	54	2.43	2.28	0.36	20.61	2.90		
Tabagisme dans la maison								
Non	68	2.20	1.84	0.36	24.39	1.86	<0.0001	
Oui	12	12.96	19.34	0.95	20.61	7.91		

(détecté dans 100% des échantillons)



Conclusions



- **Optimisation recueil mictions urinaires :**
Appropriée + permet ↘ charge participants
- **1-OHP :**
 - Inapproprié dans cette situation d'exposition air intérieur
 - Résultat aurait été identique sur 24h
- **Naphtols :**
 - Différences significatives entre utilisateurs et non-utilisateurs de systèmes de combustion au bois
 - Concentrations moyennes (μ moles/mole de créatinine) + élevées dans quartier d'utilisation intensive (mais non statistiquement significatif)