



**Surveillance biologique de l'exposition  
aux hydrocarbures aromatiques polycycliques  
d'origine industrielle à Baie-Comeau**



**Agence de la santé  
et des services sociaux  
de la Côte-Nord**

**Institut national  
de santé publique**

**Québec**



Risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels



**Surveillance biologique de l'exposition  
aux hydrocarbures aromatiques polycycliques  
d'origine industrielle à Baie-Comeau**

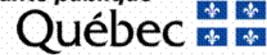
**Mars 2008**

**Agence de la santé  
et des services sociaux  
de la Côte-Nord**



Direction de santé publique

**Institut national  
de santé publique**



Risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels

## AUTEURS

Michèle Bouchard, M. Sc., Ph.D., Département de santé environnementale et santé au travail,  
Université de Montréal et Institut national de santé publique du Québec.

Louise Normandin, M. Sc., Ph.D., Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord.

Fabien Gagnon, M.D., M. Sc., FRCPC, Institut national de santé publique du Québec et  
Département des sciences de la santé communautaire, Université de Sherbrooke.

Pierre Dumas, B.Sc., Institut national de santé publique du Québec.

Éric Gaudreau, M. Sc., Institut national de santé publique du Québec

Claude Viau, M. Sc., D.Sc., Département de santé environnementale et santé au travail,  
Université de Montréal.

Claude Tremblay, M. Sc., Ph.D., Institut national de santé publique du Québec et Agence de  
la santé et des services sociaux de la Montérégie.

© Agence de la santé et des services sociaux  
de la Côte-Nord, Baie-Comeau, 2008

Dépôt légal :

Bibliothèque nationale du Québec  
Bibliothèque nationale du Canada  
Bibliothèque de l'Assemblée nationale  
Santécom

ISBN : 978-2-89003-201-9

## REMERCIEMENTS

---

La réalisation de ce programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle a été rendue possible grâce à la collaboration de plusieurs individus. Nous désirons en particulier remercier les participants du quartier Saint-Georges et du secteur Mingan de la Ville de Baie-Comeau sans qui cette étude n'aurait pas été possible.

Nous exprimons également toute notre reconnaissance au directeur de santé publique de la Côte-Nord, le docteur Raynald Cloutier, pour sa croyance en notre projet et son entière collaboration tout au long de cette étude.

Un merci spécial à monsieur Jean-Pierre Barry de l'aluminerie Alcoa pour son soutien lors des mesures environnementales des HAP aux différentes stations d'échantillonnage ainsi qu'au docteur Mark Cullen pour ses précieux commentaires sur le projet.

Nous remercions également mesdames Catherine Girouard, Audrée Morin, Hien-Tu Nguyen Thanh et monsieur Frédéric Simard, étudiants en médecine de l'Université de Sherbrooke, pour leur précieuse disponibilité lors du recrutement téléphonique des participants.

Nous désirons également exprimer toute notre gratitude aux infirmières Reine Simard, Nicole Dunn et Gina Desbiens pour leur dévouement lors des prélèvements urinaires.

Nous sommes profondément reconnaissants envers Asta Ruzgyte pour son aide avec la partie de mesure de pyrène-diones.

Nous voulons aussi souligner la contribution de notre ex-collègue de la Direction des Risques biologiques, environnementaux et occupationnels de l'Institut national de santé publique du Québec, madame Anouck Racette, pour son aide avec la cartographie de la Ville de Baie-Comeau.

Finalement, nous tenons à souligner le professionnalisme de la firme SOM Recherches et sondages et particulièrement le chargé de projet, monsieur Gilles Therrien, pour la qualité et la rapidité du sondage téléphonique.

Cette étude a été financée par le Programme de subventions en santé publique (PSSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord et par l'aluminerie Alcoa. Cette dernière n'a toutefois pas eu accès aux données autres que celles rapportées dans ce rapport et n'a pas eu d'influence sur l'analyse et l'interprétation des résultats.



## RÉSUMÉ

---

Un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) a été réalisé pour estimer les doses absorbées de ces contaminants chez des adultes non fumeurs et sans exposition professionnelle demeurant à proximité de l'aluminerie de Baie-Comeau. Des métabolites de plusieurs HAP ont été mesurés dans l'urine des participants; ceux-ci incluent : i) le 1-hydroxypyrene (1-OHP), le biomarqueur le plus utilisé et le plus reconnu aux fins de l'évaluation de l'exposition aux HAP; ii) le 1- et 2-naphtol à titre de référence puisque leur produit-mère, le naphtalène, est peu émis par les alumineries; iii) de façon exploratoire, les pyrène-diones, des biomarqueurs novateurs, et des métabolites du chrysène, fluoranthène et benz(a)anthracène. Au total, 73 individus demeurant à environ 1 km de l'usine, dans le quartier Saint-Georges (groupe « exposé »), ont été comparés, de façon répétée, à 71 individus résidant à au moins 11 km de l'usine, dans le secteur Mingan (groupe « témoin»). Les participants ont fourni une première urine complète au lever, à huit reprises, soit une fois par semaine, durant quatre semaines consécutives à l'automne 2005 et deux fois par semaine durant deux semaines au printemps 2006.

Les résultats d'analyses bivariées montrent que, pour la plupart des journées de collectes, les individus demeurant près de l'usine montraient des concentrations urinaires significativement plus élevées de 1-OHP que ceux vivant plus loin de l'usine; pour certaines des journées, il en était de même pour les pyrène-diones. Les résultats d'analyse de variance à mesures répétées, effectuées en considérant les individus ayant fourni des urines à toutes les journées d'échantillonnage, montrent aussi une différence statistiquement significative dans l'excrétion du 1-OHP entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» ( $p < 0,001$ ) et l'absence de différence statistiquement significative dans les concentrations selon les journées de collectes ( $p = 0,389$ ); pour les pyrène-diones, une différence significative dans les concentrations entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» a également été mise en évidence ( $p = 0,035$ ) mais une différence significative dans l'excrétion a aussi été observée selon les journées de collectes d'urine ( $p < 0,001$ ).

Dans le groupe demeurant près de l'usine, les concentrations moyennes géométriques de 1-OHP variaient de 0,047 à 0,058  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine, dépendant de la journée de collecte, comparé à 0,025 à 0,040  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine dans le groupe «témoin». Les moyennes correspondantes pour les pyrène-diones étaient de 0,017 à 0,056  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine et de 0,014 à 0,039  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine, respectivement. Le 1- et 2-naphtol urinaires, mesurés comme référence, n'ont pas montré de différence significative entre les deux groupes, sauf pour deux journées de collectes où des concentrations urinaires significativement plus élevées de 1-naphtol ont été observées dans le groupe «témoin»; les concentrations des métabolites des autres HAP évalués (chrysène, fluoranthène, benz(a)anthracène) étaient majoritairement sous la limite de détection analytique de 0,005 à 0,01  $\mu\text{g/L}$  dépendant des métabolites, le pourcentage de détection variant de 0 à au plus 21 %.

Les résultats indiquent que les individus de cette étude demeurant à proximité de l'aluminerie étaient exposés de façon répétée à des niveaux plus élevés de pyrène que ceux du groupe «témoin». Toutefois, les concentrations observées dans ce premier groupe étaient inférieures à la concentration de référence de 0,24  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine proposée par Jongeneelen en 2001, et correspondant à la plus faible valeur de 95<sup>e</sup> centile de distribution de concentrations rapportée dans la littérature à cette époque pour des populations non fumeuses sans expositions professionnelles; ceci suggère une exposition aux HAP dans notre

groupe «exposé» comparable à celle des autres populations générales de non-fumeurs étudiées dans la littérature jusqu'en 2000. Par ailleurs, l'absorption des autres HAP évalués et associés aux émissions de l'usine était trop faible pour augmenter significativement l'excrétion de leurs métabolites.

## TABLE DES MATIÈRES

---

1.	CONTEXTE .....	1
2.	INTRODUCTION.....	3
3.	OBJECTIFS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE .....	7
4.	MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	9
4.1	Population à l'étude.....	9
4.2	Recrutement des participants.....	9
4.2.1	Déroulement du recrutement téléphonique.....	9
4.2.2	Vérification de l'admissibilité.....	10
4.3	Formation du personnel de terrain.....	11
4.4	Rencontre des participants par le personnel de terrain.....	11
4.5	Collecte des données.....	12
4.5.1	Collectes urinaires .....	12
4.5.2	Questionnaire autoadministré.....	12
4.6	Analyse en laboratoire des indicateurs biologiques de l'exposition aux HAP.....	13
4.6.1	Analyse des biomarqueurs d'exposition aux HAP par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (GC/MS) .....	13
4.6.2	Analyse des biomarqueurs d'exposition aux HAP par chromatographie en phase liquide à haute pression (UPLC) couplée avec un spectromètre de masse à temps d'envol (MS-TOF) .....	14
4.7	Mesures de concentrations atmosphériques de HAP .....	16
4.8	Traitement des données et analyses statistiques .....	17
4.9	Éthique et confidentialité .....	18
5.	RÉSULTATS.....	21
5.1	Bilan de recrutement des participants et critères d'exclusion.....	21
5.1.1	Recrutement initial : Février 2005 .....	21
5.1.2	Recrutement complémentaire : Septembre 2005 .....	23
5.2	Mesures de concentrations atmosphériques en HAP particulières .....	25
5.3	Caractéristiques sociodémographiques des groupes à l'étude .....	28
5.4	Mesure de métabolites de HAP dans l'urine .....	29
5.5	Distribution des métabolites de HAP dans l'urine dans les deux groupes à l'étude .....	29
5.6	Corrélation entre les différents biomarqueurs d'exposition aux HAP.....	31
5.7	Associations avec les facteurs de confusion potentiels.....	39
5.8	Corrélation entre biomarqueurs urinaires et les concentrations de HAP dans l'air .....	46

6.	DISCUSSION .....	47
6.1	Comparaison avec les données publiées.....	47
6.2	Comparaison avec une valeur de référence proposée pour le 1-OHP .....	53
6.3	Facteurs influençant potentiellement l'excrétion urinaire des biomarqueurs d'exposition aux HAP.....	53
6.4	Intérêt potentiel d'autres biomarqueurs que le 1-OHP .....	55
7.	CONCLUSION.....	57
8.	RÉFÉRENCES .....	59
	ANNEXE 1 - Secteurs à l'étude.....	67
	ANNEXE 2 - Questionnaire d'admissibilité .....	71
	ANNEXE 3 - Contact téléphonique effectué par les infirmières (automne 2006).....	85
	ANNEXE 4 - Questionnaire des infirmières .....	89
	ANNEXE 5 - Questionnaire autoadministré.....	97
	ANNEXE 5.1 - Questionnaire autoadministré - Automne 2005 .....	99
	ANNEXE 5.2 - Questionnaire autoadministré - Printemps 2006 .....	109
	ANNEXE 6 - Photos de portions alimentaires .....	121
	ANNEXE 7 - Aide-mémoire du participant.....	125
	ANNEXE 8 - Formulaire de consentement pour les adultes.....	129
	ANNEXE 8.1 - Formulaire de consentement pour les adultes - Automne 2005 .....	131
	ANNEXE 8.2 - Formulaire de consentement pour les adultes - Printemps 2006 .....	137
	ANNEXE 9 - Formulaire de consentement pour les enfants.....	143
	ANNEXE 9.1 - Formulaire de consentements pour les enfants - Automne 2005 .....	145
	ANNEXE 9.2 - Formulaire de consentement pour les enfants - Printemps 2006 .....	153
	ANNEXE 10 - Élaboration de l'indice d'apport alimentaire en HAP .....	161

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1	Critères d'admissibilité et caractéristiques sociodémographiques documentés dans le questionnaire d'admissibilité .....	11
Tableau 2	Paramètres de chromatographie et de spectrométrie de masse .....	15
Tableau 3	Éléments de performance de la méthode par UPLC/MS-TOF.....	16
Tableau 4	Bilan des motifs d'exclusion et du nombre d'individus exclus (% du total des exclusions) selon les différents critères, dans chacun des deux groupes à l'étude lors du recrutement initial.....	23
Tableau 5	Bilan des motifs d'exclusion et du nombre d'individus exclus (% du total des exclusions) selon les différents critères, dans le secteur Mingan lors du recrutement complémentaire .....	24
Tableau 6	Concentrations atmosphériques (ng/m <sup>3</sup> ) de HAP particuliers échantillonnés à différentes stations à l'automne 2005 .....	26
Tableau 7	Concentrations atmosphériques (ng/m <sup>3</sup> ) de HAP particuliers échantillonnés à différentes stations au printemps 2006 .....	27
Tableau 8	Caractéristiques sociodémographiques des participants du quartier Saint-Georges (groupe «exposé») (n = 73) et secteur Mingan (groupe «témoin») (n = 71).....	28
Tableau 9	Pourcentage d'échantillons urinaires avec des valeurs détectables de 1-hydroxypyrene par la méthode GC-MS chez les individus demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe témoin (Mingan) demeurant à une plus grande distance.....	29
Tableau 10	Distribution des concentrations urinaires de 1-hydroxypyrene (µmol/mol créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance.....	32
Tableau 11	Distribution des concentrations urinaires de pyrène 1,6- et 1,8-diones (µmol/mol créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance.....	33

Tableau 12	Distribution des concentrations urinaires de 1-naphtol ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance.....	34
Tableau 13	Distribution des concentrations de 2-naphtol ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance .....	35
Tableau 14	Comparaison des facteurs de confusion potentiels à deux catégories entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» pendant les deux journées de collecte de l'automne 2005 analysées par UPLC-MS-TOF .....	41
Tableau 15	Comparaison des facteurs de confusion potentiels à deux catégories entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» pendant les quatre journées de collecte du printemps 2006 .....	42
Tableau 16	Comparaison des facteurs de confusion potentiels quantitatifs entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» pendant les deux journées de collecte de l'automne 2005 analysées par UPLC-MS-TOF .....	43
Tableau 17	Comparaison des facteurs de confusion potentiels quantitatifs entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» pendant les quatre journées de collecte du printemps 2006 .....	44
Tableau 18	Résultats des analyses multivariées évaluant les liens entre le groupe d'exposition ou l'apport alimentaire en HAP et l'excrétion urinaire de 1-hydroxypyrrène .....	45
Tableau 19	Concentrations moyennes géométriques de 1-hydroxypyrrène ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine) rapportées dans les études récentes pour des populations sans exposition professionnelle aux HAP avec ou sans exposition environnementale aux HAP d'origine industrielle .....	51
Tableau 20	Concentrations moyennes géométriques de 1-hydroxypyrrène ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine) rapportées dans les études québécoises pour des populations sans exposition professionnelle aux HAP avec ou sans exposition environnementale aux HAP d'origine industrielle.....	52

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1	Concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène dans l'air du quartier Saint-Georges avoisinant à l'aluminerie de Baie-Comeau.....	5
Figure 2	Bilan du recrutement téléphonique initial dans le quartier Saint-Georges en février 2005 .....	21
Figure 3	Bilan du recrutement téléphonique initial dans le secteur Mingan en février 2005.....	22
Figure 4	Bilan du recrutement téléphonique complémentaire dans le secteur Mingan en septembre 2005 .....	24
Figure 5	Distribution des concentrations de 1-hydroxypyrene dans l'urine des participants du groupe Saint-Georges «exposé» et du groupe Mingan «témoin» pendant les six journées de collectes urinaires .....	36
Figure 6	Distribution des concentrations de pyrene-diones dans l'urine des participants du groupe Saint-Georges «exposé» et du groupe Mingan «témoin» pendant les six journées de collectes urinaires .....	37
Figure 7	Corrélation entre les valeurs Ln transformées de 1-hydroxypyrene et celles de pyrene-diones chez les individus du groupe «exposé» pour la journée de collecte du 30 mai 2006 .....	38



## LISTE DES ABRÉVIATIONS

---

B(a)P:	Benzo(a)pyrène
HAP:	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
1-OHP :	1-hydroxypyrene
INSPQ :	Institut national de santé publique du Québec
MDDEP :	Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs
UPLC-MS-TOF :	Chromatographie en phase liquide ultra-performance couplée à la spectrométrie de masse à temps d'envol
GC-MS :	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse



## 1. CONTEXTE

En 2002, l'aluminerie de Baie-Comeau, située sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, découvrait, qu'à certains endroits, les concentrations de benzo(a)pyrène B(a)P, un hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP), dans les sols résidentiels d'une partie du quartier Saint-Georges dépassaient les critères fixés par le ministère du Développement durable, Environnement et Parcs (MDDEP) (Barry, 2002; Barry et Chassé, 2003).

À la suite de ce constat, une campagne d'échantillonnage a été effectuée afin de connaître l'étendue de la contamination des sols en HAP. Celle-ci a permis d'identifier que 135 terrains de certaines rues du quartier Saint-Georges étaient contaminés. Ces terrains ont par la suite fait l'objet de travaux de réhabilitation afin de les remettre dans leur état initial à la satisfaction des propriétaires (Barry et Chassé, 2003).

Bien que les résidents de la zone ciblée du quartier Saint-Georges aient reçu l'assurance de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord que leur santé n'était pas menacée (Barry, 2002), ceux-ci demeuraient inquiets de la situation en regard de leur santé. Les inquiétudes de la population face à une situation qui démontrait une contamination des sols en HAP dans une partie du quartier Saint-Georges jumelées aux recommandations de l'étude du docteur Gagnon et de monsieur Cartier intitulé «Évaluation du risque cancérigène lié aux émissions atmosphériques de HAP d'origine industrielle à Baie-Comeau (décembre 2000)» nous orientaient vers la nécessité d'une meilleure connaissance de l'exposition populationnelle. Le comité multipartite, pour sa part, confirmait que l'évaluation de l'exposition devrait être sous la responsabilité du directeur de santé publique, ce qui est en accord avec ses obligations légales.

En effet, en vertu de l'article 373 de la *Loi sur les services de santé et les services sociaux*, dans sa région, le directeur de santé publique se doit, entre autres :

«1) d'informer la population (...) des principaux facteurs de risque et des interventions qu'il juge les plus efficaces, d'en suivre l'évolution et, le cas échéant, de conduire des études ou recherches nécessaires à cette fin; 2) d'identifier les situations susceptibles de mettre en danger la santé de la population et de voir à la mise en place des mesures nécessaires à sa protection; 3) d'assurer une expertise en prévention et en promotion de la santé et de conseiller la régie régionale sur les services préventifs utiles à la réduction de la mortalité et de la morbidité évitable» (Gouvernement du Québec, 2006).

Dans ce contexte, le 22 mars 2004, le directeur de santé publique de la Côte-Nord, docteur Raynald Cloutier, sollicitait le docteur Richard Massé, président-directeur général de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), pour un support scientifique dans la conception et la réalisation d'un programme de surveillance biologique de l'exposition aux HAP d'origine industrielle auprès des citoyens du quartier Saint-Georges résidant à proximité de l'aluminerie. L'intérêt d'une telle étude était de vérifier si les rejets atmosphériques de HAP émis par l'aluminerie contribuaient à augmenter significativement la dose absorbée de HAP dans la population résidant à proximité de l'aluminerie.



## 2. INTRODUCTION

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) représentent une famille de substances reliées structurellement qui contiennent au moins deux noyaux benzéniques fusionnés et qui ne sont formés que de carbone et d'hydrogène (Loening et Merritt, 1985; Loening et al., 1990). Ces contaminants ubiquistes sont présents sous forme de mélanges complexes dans l'environnement (Lesage et al., 1987; Pathirana et al., 1994). Au Canada, ils ont été reconnus comme étant des substances d'intérêt prioritaire (Armstrong et Newhook, 1992; Meek et al., 1994). Au niveau international, l'U.S. Environmental Protection Agency (U.S. E.P.A.) a aussi classé 16 HAP comme prioritaires; ces derniers représentent souvent plus de 80 à 90 % de la somme des HAP présents dans les mélanges (U.S.E.P.A., 1979). Parmi les HAP couramment mesurés dans l'air ambiant à proximité des alumineries, on retrouve notamment le benzo(a)pyrène (BaP), le pyrène, le chrysène, le fluoranthène, le fluorène, le phénanthrène, l'anthracène, le benzo(e)pyrène, le dibenz(a,h)anthracène, le benzo(a)anthracène, le benzo(b, j ou k)fluoranthène, l'indéno(1,2,3-cd)pyrène et le benzo(g,h,i)pérylène.

Les HAP proviennent principalement des processus de pyrolyse ou de la combustion incomplète de la matière organique (Nikolaou et al., 1984). Ils sont également des constituants naturels des huiles de coupe et de plusieurs autres produits pétrochimiques (Lindstedt et Sollenberg, 1982). Les émissions de HAP résultent surtout d'activités anthropiques (industries, milieu de travail, automobiles, avions, fumée de cigarette, foyers domestiques), mais certains événements naturels tels que les feux de forêts y contribuent également (Blumer, 1976; Nikolaou et al., 1984). Les HAP sont donc très répandus dans l'environnement. Ils sont présents dans l'air urbain (Halsall et al., 1994; Lee et al., 1995; Pathirana et al., 1994) et industriel (Allaire et al., 1993; Petry et al., 1994), dans les aliments (Kolar et al., 1975; Lijinsky, 1991), dans l'eau de certains lacs (Borneff, 1977; Wild et Jones, 1995), dans les sols et sédiments marins (Hites et Gschwend, 1981; Odense et al., 1985; Wild et Jones, 1995; Youngblood et Blumer, 1975).

Les quantités les plus importantes de HAP sont retrouvées dans l'atmosphère des secteurs industriels dont les cokeries, les fonderies et les alumineries (Bjorseth et al., 1981; Lindstedt et Sollenberg, 1982). En ce qui concerne les alumineries, celles qui utilisent la technologie Söderberg constituent une source plus considérable d'émissions atmosphériques de HAP que celles qui utilisent des cuves à anodes précuites. Les émissions issues de la technologie Söderberg sont causées par le brai et le coke ajouté aux anodes de carbone, qui cuisent pendant l'électrolyse. À l'inverse, dans les salles de cuves à anodes précuites, les émissions de HAP sont beaucoup plus faibles étant donné que les anodes sont déjà cuites avant d'être utilisées dans les cuves à électrolyse. D'autres activités constituent également une source potentiellement importante d'émission de HAP dans l'air ambiant; on peut notamment citer l'épandage de goudron, de créosote et d'asphalte lors du pavage des routes ou de la réfection des toitures (Bjorseth et al., 1981; Lindstedt et Sollenberg, 1982).

Dans la population générale, l'exposition aux HAP se fait principalement par l'inhalation de la fumée de tabac et par l'ingestion de certains aliments fumés ou grillés (principalement les viandes et poissons fumés, frits ou cuits sur charbon de bois) (Dennis et al., 1991; Van Rooij et al., 1994; Cui et al., 1995; Kang et al., 1995a; Roggi et al., 1997). La contribution de l'air

ambient peut devenir significative chez les sujets demeurant dans des régions à haute densité automobile ou des secteurs industrialisés où se situent des alumineries, des cokeries, ou d'autres usines utilisant des produits dérivés du charbon ou du goudron de houille ou de la créosote (Kano et al., 1993; Ovrebø et al., 1995a; Van Wijnen et al. 1996; Gilbert et Viau, 1997). Les sources intérieures de HAP atmosphériques telles que la combustion du bois, peuvent aussi contribuer de façon plus sporadique à l'exposition globale aux HAP dans la population générale (Zhao et al., 1992; Viau et al., 2000). Finalement, le traitement de certaines pathologies par des onguents ou shampoings à base de goudron de houille, notamment chez les patients atteints de psoriasis, constitue une source importante d'exposition aux HAP par contact cutané (Hansen et al., 1993b; Van Schooten et al., 1994).

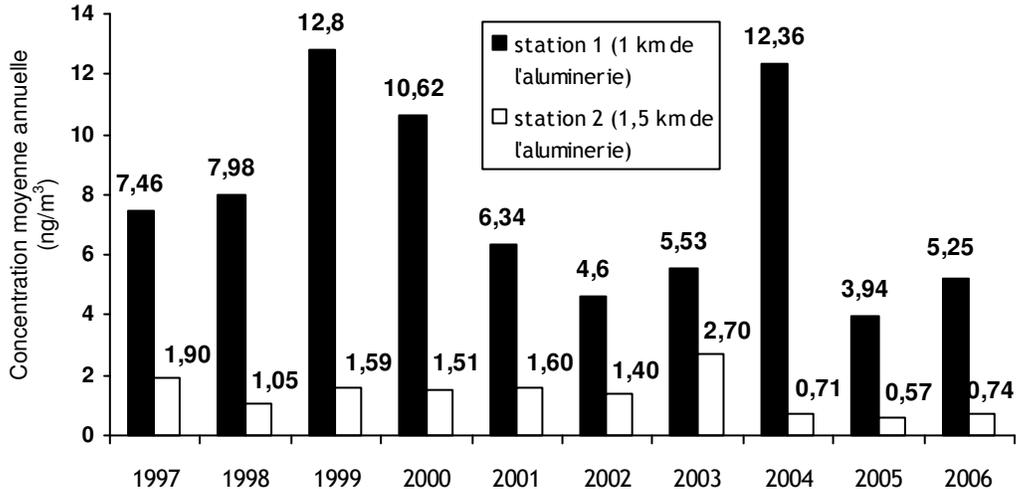
Un certain nombre de HAP individuels ont été classés comme cancérigène chez l'humain par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) [groupe 1 : benzo(a)pyrène], ou encore comme cancérigène probable [groupe 2A : dibenzo(a-h)anthracène], possiblement cancérigène [groupe 2B : benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, chrysène, indéno(1,2,3-cd)pyrène], tandis que d'autres HAP sont considérés, à l'heure actuelle, comme inclassables quant à leur cancérigénicité pour l'homme [groupe 3 : pyrène, anthracène, benzo(g,h,i)pérylène, benzo(e)pyrène, fluoranthène, fluorène, phénanthrène] (IARC, 2007).

Chez l'humain, l'association entre l'exposition aux HAP et l'incidence accrue de cancers a été établie principalement par le biais d'études épidémiologiques réalisées en milieu de travail où l'on retrouve de fortes concentrations de HAP atmosphériques. Le poumon est considéré comme étant l'organe cible des cancers associés à l'inhalation des HAP. En effet, des études épidémiologiques ont démontré une incidence accrue de cancers du poumon chez les travailleurs d'usines de production du coke et du gaz (Doll et al., 1972; Redmond et al., 1976); il existe également des études montrant une incidence accrue de cancers du poumon chez les travailleurs des industries de production de l'aluminium et des fonderies de fer et d'acier (IARC, 1984; Armstrong et al., 1994). Il existe par ailleurs des évidences de cancers de la vessie chez les travailleurs des industries de production de l'aluminium et de production du coke et du gaz. Quant aux cancers cutanés, ils sont devenus rares à la suite des progrès de l'hygiène industrielle (WHO, 1998).

Étant donné le potentiel cancérigène de plusieurs substances de la famille des HAP et le fait que les alumineries émettent des concentrations non négligeables de HAP dans l'atmosphère, il importe donc de bien contrôler l'exposition à ces substances. Traditionnellement, l'évaluation de l'exposition aux HAP était basée uniquement sur la mesure des concentrations atmosphériques. Parmi les HAP, le pyrène et le BaP sont usuellement mesurés. Le pyrène, un HAP non cancérigène, est retrouvé en importante proportion (souvent de 1 à 10 %) dans la plupart des mélanges de HAP (Buchet et al., 1992; Halsall et al., 1994; Petry et al., 1994; Roussel et al., 1992); il est aussi corrélé à la plupart des autres HAP. Quant au BaP, un HAP cancérigène, il est considéré comme le HAP le mieux connu et le plus mesuré dans l'air; il figure également parmi les HAP les plus communs dans l'environnement (NIOSH, 1985; U.S.E.P.A., 1979). On se réfère donc souvent à une mesure environnementale du BaP pour exprimer l'exposition globale aux HAP (Allaire et al., 1993; Lindstedt et Sollenberg, 1982). Étant donné le potentiel cancérigène du BaP, les industries dont les alumineries effectuent de façon régulière une surveillance environnementale en déterminant les concentrations

atmosphériques de cette substance pour estimer l'exposition aux HAP. À titre d'exemple, les concentrations atmosphériques de BaP émises par l'aluminerie de Baie-Comeau au cours des dix dernières années sont présentées à la figure 1. Ces mesures environnementales permettent d'estimer la dose inhalée. Toutefois, elles ne permettent pas de déterminer de façon fiable la dose absorbée puisque i) les concentrations externes fluctuent dans le temps; ii) le scénario d'exposition peut varier largement d'un individu à un autre; iii) la quantité absorbée par voie pulmonaire dépend du débit ventilatoire, de la fraction gazeuse et particulaire des HAP ainsi que de la grosseur des particules aéroportées (Lauwerys et Hoet, 1993).

**Figure 1**  
Concentrations moyennes annuelles de benzo(a)pyrène dans l'air du quartier Saint-Georges avoisinant à l'aluminerie de Baie-Comeau



Source : Jean-Pierre Barry, communication personnelle

Les limites de la surveillance environnementale des HAP ont dès lors mené à développer des outils de surveillance biologique de l'exposition à ces contaminants. Cette méthode complémentaire, qui consiste en l'analyse des niveaux urinaires de métabolites de HAP individuels, est une approche largement utilisée pour obtenir une indication de la dose absorbée d'un HAP et donc de l'exposition intégrée par différentes voies d'entrée (Lauwerys et Hoet 1993; Jongeneelen 1994; Hansen et al., 1994). Cette dernière approche est donc d'un intérêt particulier pour déterminer l'exposition globale aux HAP dans la population générale étant donné qu'elle se fait non seulement par l'inhalation de l'air ambiant, mais aussi par la fumée de tabac et l'ingestion d'aliments (Van Rooij et al., 1994; Sithisarankul et al., 1997).

Pour évaluer l'exposition globale aux HAP, le 1-hydroxypyrene (1-OHP), un métabolite monohydroxylé du pyrène excrété dans l'urine humaine, est le biomarqueur le plus fréquemment utilisé (Merlo et al., 1998; Roggi et al., 1997; Siwinska et al., 1998; Van Wijnen et al., 1996; Quan et al., 1995) et le seul pouvant être considéré comme validé. Étant donné l'importante proportion du pyrène dans la plupart des mélanges de HAP (Buchet et al., 1992)

et la facilité de mesurer le 1-OHP dans l'urine humaine (Hansen, et al., 1993; Jongeneelen et al., 1990, 1994), plusieurs chercheurs se sont intéressés à la mesure de ce dernier comme indicateur biologique de l'exposition aux HAP. Jongeneelen et al. (1987) montrèrent qu'il était possible d'estimer l'importance de l'exposition à des HAP en s'appuyant sur la mesure de ce métabolite dans l'urine. Il a été possible d'établir des corrélations entre, d'une part, les concentrations de HAP totaux dans divers médias et celles du pyrène (Jongeneelen et al., 1990; Van Rooij et al., 1994) et, d'autre part, entre les concentrations de HAP dans l'air, exprimées sous forme de matières solubles dans le benzène (MSB), de HAP totaux ou de HAP individuels tels que le BaP et le pyrène, et celles du 1-OHP dans l'urine (Zhao et al., 1992).

Tout récemment, des métabolites urinaires dioxydés du pyrène, les pyrène-1,6- et 1,8-diones, ont été identifiés comme autres métabolites majeurs du pyrène (Ruzgyte et al., 2005, 2006). Ces métabolites urinaires sont des biomarqueurs potentiellement intéressants étant donné que des données recueillies sur un faible échantillon d'individus exposés au pyrène montrent des concentrations urinaires du pyrène-1,6-dione et ses tautomères de 4 à 12 fois supérieures à celles du 1-OHP, alors que les concentrations du pyrène-1,8-dione et ses tautomères étaient de 0,4 à 2 fois celles du 1-OHP (Ruzgyte et al., 2005, 2006). Néanmoins, à ce jour, aucune étude de grande envergure n'a été réalisée sur ce biomarqueur que ce soit en milieu de travail ou au niveau populationnel.

D'autres métabolites de HAP présentent un intérêt potentiel, mais ont été moins étudiés que le 1-OHP. Parmi ceux-ci, on compte le 3-hydroxyBaP, bien que les méthodes de détection analytique standards ne permettent pas sa détection dans des populations exposées à des niveaux environnementaux de HAP. Par ailleurs, les métabolites urinaires du naphthalène, le 1- et 2-naphtol, sont également d'intérêt puisque ce HAP de faible poids moléculaire est principalement généré par la combustion du bois et la fumée de cigarette tout en étant faiblement généré par les alumineries (Yang et al., 1999; Bjorseth et al., 1978a, b). Depuis quelques années, d'autres métabolites de HAP ont également été mesurés dans certaines études environnementales, notamment le 3-hydroxybenzo(a)anthracène, le 3- et 6-hydroxychrysène et le 3-hydroxyfluoranthène (Chuang et al., 1999; CDC, 2005), mais ne sont pas comptés comme biomarqueurs validés.

Les métabolites urinaires de HAP sont considérés comme reflet de l'exposition récente. Selon des études réalisées chez des volontaires humains sans exposition professionnelle, la demi-vie d'élimination du 1-OHP était de l'ordre de 12 heures suivant une exposition orale ou cutanée de pyrène, ce qui indique que l'excrétion devrait être presque complète dans les 72 heures suivant une exposition (Viau et al., 1995a; Viau et Vyskocil, 1995).

### **3. OBJECTIFS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE**

L'objectif du programme de surveillance biologique de l'exposition aux HAP était d'évaluer, à partir de mesures urinaires répétées d'indicateurs biologiques, si le fait de demeurer à proximité de l'aluminerie de Baie-Comeau contribuait à accroître significativement les doses absorbées de HAP par rapport à un groupe témoin, tout en tenant compte des facteurs de confusion potentiels.



## 4. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 4.1 POPULATION À L'ÉTUDE

Une étude longitudinale a été menée dans la ville de Baie-Comeau. Deux groupes de résidants de cette ville, l'un considéré «exposé» et l'autre «témoin» ont été identifiés *a priori* en fonction de la proximité des quartiers résidentiels par rapport à l'aluminerie de Baie-Comeau et de la direction des vents dominants (annexe 1). Le groupe «exposé» a été constitué de résidants du quartier Saint-Georges demeurant sur les rues les plus rapprochées de l'aluminerie, soit à environ 1 km de l'usine (annexe 1); dans ce quartier, la concentration moyenne de benzo(a)pyrène (BaP) établie depuis 1998 était de 4,91 ng/m<sup>3</sup> (J.P. Barry, Alcoa, communication personnelle, avril 2005). Le groupe «témoin» a, quant à lui, été composé de résidants du secteur Mingan; ce secteur, situé à environ 11 km de l'usine, n'était pas influencé par les émissions de l'aluminerie (annexe 1).

### 4.2 RECRUTEMENT DES PARTICIPANTS

#### 4.2.1 Déroulement du recrutement téléphonique

##### 4.2.1.1 *Recrutement initial : février 2005*

Avant d'entreprendre le programme de surveillance biologique de l'exposition aux HAP d'origine industrielle, une enquête téléphonique a été effectuée afin i) de vérifier l'intérêt des résidants du quartier Saint-Georges et du secteur Mingan à participer à ce programme et ii) de s'assurer qu'il était possible de recruter un nombre suffisant de participants (Normandin et al., 2005).

Dans le quartier Saint-Georges, un recrutement exhaustif a été effectué. Pour ce faire, une liste de noms et d'adresses civiques des résidants des rues ciblées de ce quartier a été fournie par la ville de Baie-Comeau suite à une demande d'accès à l'information. Une concordance entre les noms des résidants, leurs adresses civiques et leurs numéros de téléphone, répertoriés dans l'édition 2004-2005 de l'annuaire téléphonique Télus de Manicouagan, a été vérifiée. Tous les individus résidants sur les rues ciblées de ce quartier (annexe 1) ont ensuite été contactés par téléphone entre le 9 et 15 février 2005. Dans le secteur Mingan, un recrutement téléphonique aléatoire a été réalisé durant la même période par la firme SOM - Recherches et Sondages, à partir de l'ensemble des abonnés au service téléphonique Télus Québec dont le numéro de téléphone était publié dans l'annuaire.

Pour le recrutement dans le quartier Saint-Georges, jusqu'à cinq tentatives pour les joindre par téléphone ont été effectuées par résidence, à différents moments de la journée, dont en soirée, incluant la fin de semaine. À la cinquième tentative, si possible, un message était laissé sur le répondeur téléphonique afin d'inviter les personnes intéressées à participer au programme de surveillance biologique à communiquer avec un membre de l'équipe de recherche. Pour le secteur Mingan, le nombre de participants recrutés a été ajusté en fonction du nombre d'individus recrutés dans le quartier Saint-Georges.

#### **4.2.1.1 Recrutement complémentaire : Septembre 2005**

Une semaine avant le début des collectes urinaires, soit en septembre 2005, l'ensemble des individus des deux groupes ayant manifesté leur intérêt, au mois de février 2005, à participer au programme de surveillance biologique ont de nouveau été contactés par l'une des trois infirmières de terrain afin i) de confirmer leur intérêt à participer à ce programme et ii) de planifier un rencontre à leur résidence (annexe 3). Lors de la relance téléphonique, quatre individus du quartier Saint-Georges et onze individus du secteur Mingan se sont désistés. Un recrutement complémentaire a donc été effectué afin de préserver un nombre suffisamment élevé d'individus qui complètent l'étude.

Ainsi, pour le quartier Saint-Georges, quatre individus supplémentaires ont été recrutés par un membre de l'équipe de recherche; ces nouvelles recrues ayant manifesté leur intérêt à participer au programme avaient été contactées au mois de février, mais avaient alors refusé de participer à l'étude. Quant au recrutement supplémentaire dans le secteur Mingan, il a été effectué à partir d'une liste aléatoire d'environ 2000 noms et numéros de téléphone d'individus de ce secteur, fournis par Échantillonneur Canada; le recrutement des participants a été réalisé par un membre de l'équipe de recherche entre le vendredi 2 septembre et le dimanche 4 septembre 2005. Contrairement au mois de février 2005, lors de ce recrutement supplémentaire, les individus n'ont été contactés par téléphone qu'une seule fois; cette divergence par rapport au recrutement initial visait à accélérer le processus d'enrôlement compte tenu de l'échéancier serré, les premières collectes étant prévues pour le 7 septembre 2005. De plus, ce recrutement était effectué durant la fin de semaine de la Fête du travail; durant cette fin de semaine, les voies routières menant à Baie-Comeau étaient toutes fermées à la circulation automobile en raison des bris de routes survenus suite au passage des restes de l'ouragan Katrina.

#### **4.2.2 Vérification de l'admissibilité**

Lors du contact téléphonique, le programme de surveillance biologique de l'exposition aux HAP d'origine industrielle et les avantages d'y participer ont été expliqués (annexe 2). Chaque individu contacté était par la suite invité à accepter ou à refuser de participer à ce programme. Les individus spontanément intéressés ont alors été invités à répondre à un questionnaire téléphonique, qui visait, d'une part, à déterminer leur admissibilité à participer au programme et, d'autre part, à recueillir les données sociodémographiques (tableau 1 et annexe 2).

Les individus recrutés étaient des personnes des deux sexes âgées entre 16 et 64 ans. Les fumeurs, les individus exposés en milieu de travail aux HAP ainsi que ceux qui utilisaient des onguents ou des shampoings à base de goudron ont été exclus de l'étude (Hansen, et al., 1993). Les personnes atteintes de maladies hépatiques ou rénales et celles traitées pour un cancer ont été exclues de l'étude, étant donné que ces maladies peuvent altérer le fonctionnement métabolique normal (tableau 1 et annexe 2). Toutefois, les individus atteints de cholécystite, de lithiases ou ceux ayant subi une cholécystectomie n'étaient pas exclus de l'étude.

Lorsqu'une personne était inadmissible ou refusait de participer, d'autres résidents de la demeure étaient invités à participer. Le nombre de personnes âgées entre 16 et 64 ans

demeurant dans la même résidence était alors documenté et leurs noms recensés. Jusqu'à trois personnes par résidence pouvaient être recrutées pour former les deux groupes.

**Tableau 1**  
**Critères d'admissibilité et caractéristiques sociodémographiques**  
**documentés dans le questionnaire d'admissibilité**

Critère d'admissibilité évalué	Caractéristique sociodémographique évaluée
Âge	Sexe
Tabagisme	Type d'emploi (poste de direction, professionnel, technicien, col blanc, col bleu, vendeur / commerce de détail / services aux consommateurs, autres)
Exposition aux HAP en milieu de travail	Scolarité complétée
Traitement thérapeutique à base de goudron	
Pathologie (hépatique, rénale ou cancer)	

#### 4.3 FORMATION DU PERSONNEL DE TERRAIN

Quelques semaines avant le début du programme de surveillance biologique de l'exposition aux HAP, un membre de l'équipe de recherche a formé le personnel de terrain, trois infirmières locales. La formation s'est déroulée à l'Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord à Baie-Comeau le 15 août 2005. Elle visait à expliquer le but du programme de surveillance biologique, à parcourir les documents que les infirmières remettaient aux participants et à leur transmettre la liste des individus ayant été recrutés au mois de février 2005.

Les documents parcourus lors de cette formation incluaient entre autres les démarches à suivre pour la relance téléphonique auprès des individus afin de vérifier de nouveau leur intérêt à participer au programme de surveillance biologique et prendre un rendez-vous (annexe 3). Ils incluaient aussi le questionnaire téléphonique que les infirmières devaient compléter pour confirmer à nouveau l'admissibilité des individus recrutés (annexe 4), celui-ci étant similaire à celui du mois de février 2005. Le questionnaire autoadministré que les participants devaient remplir durant les trois jours précédant les prélèvements urinaires (annexe 5 et section 4.5.2.) a aussi été présenté de même que les photos de portions alimentaires (annexe 6), l'aide mémoire au participant (annexe 7) et les formulaires de consentement pour les adultes (annexe 8) et les enfants (annexe 9).

#### 4.4 RENCONTRE DES PARTICIPANTS PAR LE PERSONNEL DE TERRAIN

Chaque participant a été rencontré par une des infirmières pour i) expliquer les détails du protocole de surveillance biologique (annexes 6 et 7) et ii) obtenir un consentement écrit à participer au programme (annexes 8 ou 9). Pour chaque journée de collecte, les infirmières se déplaçaient aussi aux résidences pour remettre et récupérer un questionnaire autoadministré (section 4.5.2 et annexe 5) et un contenant pour les prélèvements d'urine.

## 4.5 COLLECTE DES DONNÉES

L'étude s'est déroulée à deux périodes de l'année, soit à l'automne 2005 et au printemps 2006. Pour chacune de ces périodes, des prélèvements urinaires ont été effectués par les participants (section 4.5.1) et un questionnaire autoadministré (section 4.5.2 et annexe 5) a été complété afin de documenter, durant les trois jours précédant les collectes urinaires, l'exposition à différentes sources de HAP.

### 4.5.1 Collectes urinaires

Les participants ont fourni une première urine complète au lever, à huit reprises. À l'automne 2005, l'urine du matin a été prélevée par les participants, une fois par semaine, durant quatre semaines consécutives, soit les **mercredis 7, 14, 21 et 28 septembre**. Au printemps 2006, les participants ont prélevé leur première urine complète au lever deux fois par semaine, soit les **mardis et les mercredis**, durant deux semaines consécutives, soit les **23, 24, 30 et 31 mai**.

Des contenants en polyéthylène Nalgène de 1000 mL ont été utilisés pour les prélèvements urinaires. Les échantillons urinaires ont été conservés au réfrigérateur chez les participants jusqu'à ce qu'ils soient récupérés par une infirmière. Ils ont ensuite été conservés au congélateur à -20°C à l'Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord jusqu'à leur envoi, sur glace sèche, au laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ, où ils ont été conservés à -20°C jusqu'à l'analyse des différents indicateurs biologiques.

### 4.5.2 Questionnaire autoadministré

Durant les trois jours précédant les collectes urinaires, l'exposition des participants à différentes sources de HAP a été documentée à l'aide d'un questionnaire autoadministré (annexe 5). Ce questionnaire portait i) sur les habitudes de vie telles que le tabagisme passif, la consommation d'alcool, l'usage de traitements thérapeutiques à base de goudron, la présence au domicile et au travail, le chauffage au bois, les activités pouvant entraîner une exposition aux HAP (réfection de toiture ou d'asphalte et soudure), les déplacements routiers et ii) sur l'alimentation. Durant ces trois jours, les portions d'aliments riches en HAP consommés par les participants, soit les aliments grillés, frits ou fumés, étaient documentées dans un journal alimentaire étant donné que l'alimentation constitue une source importante de HAP dans la population non exposée professionnellement (Dennis et al., 1991; Van Rooij et al., 1994). Ce journal alimentaire a servi à construire un indice d'apport alimentaire en HAP (annexe 10), le pyrène ayant été utilisé comme indicateur de l'ensemble des HAP. De plus, ce questionnaire documentait également l'heure à laquelle le participant avait uriné la dernière fois avant la collecte urinaire et l'heure de la collecte urinaire.

Les facteurs de confusion potentiels et l'apport alimentaire en HAP ont été documentés durant une période de trois jours précédant les collectes urinaires étant donné que la majeure partie d'une dose de pyrène est éliminée durant cette période (Heikkilä et al., 1995; Viau et al., 1995a). Pour la période d'automne 2005, puisque les collectes urinaires étaient effectuées les mercredis, le questionnaire autoadministré a été rempli par les participants à partir du dimanche matin jusqu'au mardi soir (annexe 5.1). Pour la période du printemps 2006, les collectes urinaires ayant été effectuées les mardis et les mercredis, le questionnaire

autoadministré (annexe 5.2) a été rempli par les participants à partir du samedi matin jusqu'au lundi soir pour le prélèvement du mardi et à partir du dimanche matin jusqu'au mardi soir pour le prélèvement urinaire du mercredi.

Il est à noter que le questionnaire autoadministré du printemps 2006 (annexe 5.2) différait pour une des questions de celui de l'automne 2005. En effet, dans le questionnaire de l'automne 2005, le nombre d'heures passées au total à la résidence était documenté pendant les 24 heures précédant la collecte urinaire alors que dans le questionnaire du printemps 2006, le nombre d'heures devait être détaillé pour chacun des trois jours précédant la collecte d'urine.

#### **4.6 ANALYSE EN LABORATOIRE DES INDICATEURS BIOLOGIQUES DE L'EXPOSITION AUX HAP**

Plusieurs métabolites des HAP ont été quantifiés dans chacun des échantillons d'urine collectés. Ces analyses ont été effectuées au laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ. Les métabolites mesurés étaient le 1-hydroxypyrene (1-OHP), les pyrene-1,6- et 1,8-diones (définis plus loin comme pyrene-diones), le 3- et 6-hydroxychrysène, le 3-hydroxyfluoranthène, le 1- et 3-hydroxybenz(a)anthracène et le 1- et 2-naphtol.

La cotinine urinaire, un métabolite de la nicotine retrouvé dans l'urine, a également été mesurée dans le premier des échantillons urinaires fournis par les participants à chaque saison, soit en général les 7 septembre 2005 et 23 mai 2006, afin de confirmer que ceux-ci n'étaient pas exposés à la fumée de tabac active.

Les analyses des métabolites urinaires dans les échantillons collectés à l'automne 2005 ont été effectuées d'abord par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse. Cette méthode s'est avérée manquer de sensibilité à détecter de faibles niveaux de métabolites de HAP. Une méthode par chromatographie en phase liquide à haute pression (UPLC) couplée avec un spectromètre de masse à temps d'envol (MS-TOF) plus sensible a donc été développée. Les échantillons de deux des semaines de collectes urinaires de l'automne 2005, soit des semaines du 14 et 21 septembre 2005, ont été analysés par cette dernière méthode de même que tous les échantillons collectés au printemps 2006.

##### **4.6.1 Analyse des biomarqueurs d'exposition aux HAP par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse (GC/MS)**

Les échantillons de l'automne 2005 ont été analysés sous la supervision de Pierre Dumas de l'INSPQ en accord avec les normes ISO 17025. Dans un premier temps, 5 mL d'urine ont été enrichis avec 5 ng d'analogue deutéré de 1-OHP-d<sub>9</sub> et ajustés à pH 5,0 avec 5 mL d'une solution tampon d'acétate de sodium 0,1 M. Les échantillons urinaires ont ensuite été hydrolysés pendant 16 h avec 10 µL de β-glucuronidase/arylsulfatase à 37°C puis ils ont été ajustés à pH 7,0 et extraits deux fois avec 8 mL d'une solution 90:5:5 hexane:éther:benzène. Le solvant a été évaporé à sec et le résidu a été dérivé avec 250 µL de diazoéthane et 2 µL d'ammoniac à la température de la pièce pour une heure. Le diazoéthane a ensuite été évaporé à sec et le résidu a été dissous dans 300 µL d'une solution 90:5:5 hexane:éther:benzène puis transféré dans un flacon à injection. L'extrait a été ajusté à un volume final de 15 µL sous un léger jet d'azote et 50 ng de chrysène d<sub>12</sub> ont été ajoutés comme étalon de récupération.

L'analyse a ensuite été effectuée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse (Agilent 5890) couplé à un spectre de masse (Agilent 5972) muni d'une source d'ionisation par impact électronique opérant en mode fragmentométrie (GC-MS-EI-SIM). Le système GC était équipé avec une colonne capillaire avec silice fusionnée HP-5MS (60 m x 0.25 mm x 0.25 mm).

Les limites de détection analytique (LD) du 1- et 3-hydroxybenzo(a)anthracène, 3- et 6-hydroxychrysène, 3-hydroxyfluoranthène, 1-OHP et pyrène-1,6- et 1,8-diones étaient de 0,059, 0,059, 0,097, 0,081, 0,083, 0,074 et 0.22 µg/L, respectivement. Les récupérations moyennes d'échantillons urinaires enrichis avec 0,5 µg/L de standard de référence authentique étaient 91, 87, 93, 95, 93, 104 et 46 %, respectivement, pour le 1- et 3-hydroxybenzo(a)anthracène, 3- et 6-hydroxychrysène, 3-hydroxyfluoranthène, 1-OHP et pyrène-1,6- et 1,8-diones (n = 3 échantillons dans chaque cas). Les coefficients de variations intrajournaliers étaient de 4,0, 6,9, 5,6, 6,8, 6,0, 8,1 et 6,7 %, respectivement (n = 10 dans chaque cas). Les coefficients de variation correspondant pour l'analyse de 10 réplicatas du même échantillon d'urine enrichi avec 0,4 µg/L de standards de référence était de 8,3, 6,8, 11, 11, 11, 4,3 et 5,6 %, respectivement (n = 10 jours).

#### **4.6.2 Analyse des biomarqueurs d'exposition aux HAP par chromatographie en phase liquide à haute pression (UPLC) couplée avec un spectromètre de masse à temps d'envol (MS-TOF)**

Les échantillons de deux des semaines de collectes de l'automne 2005 et des quatre journées de collectes du printemps 2006 ont été analysés sous la supervision d'Éric Gaudreau de l'INSPQ. L'analyse des métabolites urinaires des HAP a été effectuée par l'ajout de 50 µL d'étalons internes deutérés (1-OHP-d<sub>9</sub>, 1-naphtol-d<sub>8</sub> et 2-naphtol-d<sub>7</sub>) ou marqués au C<sub>13</sub> (3-hydroxyfluoranthène-<sup>13</sup>C<sub>6</sub> et 6-hydroxychrysène-<sup>13</sup>C<sub>6</sub>) à 5 mL d'urine. Le pH a par la suite été ajusté à 5,0 avec une solution tampon de 5 mL d'acétate de sodium 0,1 M. Une hydrolyse enzymatique à 37°C pendant 16 heures a ensuite été effectuée avec 10 µL de β-glucuronidase/arylsulfatase pour libérer les hydroxy-HAP conjugués dans l'urine. Le pH des échantillons a de nouveau été ajusté à une valeur de 7,0 et les échantillons ont été extraits deux fois avec 5 mL d'hexane. Les extraits combinés ont été évaporés à sec à l'aide des appareils RapidVap et TurboVap et le résidu a été dissous avec 50 µL d'une solution MeOH:H<sub>2</sub>O (50:50) NH<sub>4</sub>OH 0,01 % pH 8,4 et acide gallique 250 mg/L avant d'être transféré dans un flacon à injection.

L'extrait a par la suite été analysé à l'aide de la masse exacte par chromatographie en phase liquide ultra-performance (UPLC Acquity; Waters) couplée avec un spectromètre de masse à temps d'envol (Time of Flight-TOF LCT Premier; Waters) en mode d'ionisation négatif avec une source Électrospray (ESI). La séparation des composés s'est faite sur une colonne analytique en phase inverse C8 de 100 mm x 2,1 mm et 1,7 µm de diamètre de particules. La température de la colonne a été maintenue à 35°C. La phase mobile a été constituée de A : H<sub>2</sub>O avec NH<sub>4</sub>OH 0,01 % ajusté à pH 8,4 et B : Méthanol avec NH<sub>4</sub>OH 0,01 %. Un gradient linéaire de phase mobile à un débit de 0,3 mL / minute a progressé de 50 % de B à 98 % de B en 9 minutes et a été maintenu à 98 % pendant 1,5 minute avant de retourner aux conditions initiales pour un temps total d'analyse de 15 minutes. L'analyse a été effectuée en mode V de parcours d'ions négatifs sur le spectromètre de masse à temps d'envol avec les paramètres suivants : capillaire 2000 V, cône 65 V, gaz du cône 10L/h, gaz de désolvatation 700 L/h,

température de désolvatation 350°C et température de la source 120°C. L'analyse a été réalisée en présence d'une infusion continue de solution de référence de sulfadiméthoxine à la masse 311,0658 qui agit comme correcteur de masse.

Les paramètres de la chromatographie et de la spectrométrie de masse ainsi que les éléments de performance de cette méthode sont présentés aux tableaux 2 et 3.

**Tableau 2**  
**Paramètres de chromatographie et de spectrométrie de masse**

Analyte(s)	Temps de rétention (min)	Masse de quantification (M-H)-
1-OH-benz(a) anthracène	7,59	243,08
3-OH-benz(a) anthracène <sup>a</sup>	6,42	243,08
3-OH-chrysène <sup>a</sup>	6,42	243,08
6-OH-chrysène	7,02	243,08
6-OH-chrysène- <sup>13</sup> C <sub>6</sub>	7,02	249,10
3-OH-fluoranthène	4,87	217,06
3-OH-fluoranthène- <sup>13</sup> C <sub>6</sub>	4,88	223,06
1-OH-pyrène	5,28	217,06
1-OH-pyrène-d <sub>9</sub>	5,28	226,12
Pyrène-1,6- et 1,8-diones	2,31	233,06 + 232,05 (M-2H)-
1-Naphtol	2,65	143,05
1-Naphtol-d <sub>8</sub>	2,59	150,09
2-Naphtol	2,44	143,05
2-Naphtol-d <sub>7</sub>	2,38	150,09

<sup>a</sup> Le 3-hydroxybenz(a)anthracène et le 3-hydroxychrysène coéluent.

**Tableau 3**  
**Éléments de performance de la méthode par UPLC/MS-TOF**

Analyte(s)	Limite de détection (µg/L)	Limite de quantification (µg/L)	Linéarité (µg/L)	Répétabilité <sup>a</sup> (%) (n=10)	Reproductibilité <sup>b</sup> (%) (n=10)	Récupération <sup>c</sup> (%) (n=3)
1-OH-benz(a)anthracène	0,005	0,015	Linéaire 1/x 0,015-4,0	3,0	6,7	100
3-OH-benz(a)anthracène <sup>d</sup>	0,01	0,032	Linéaire 1/x 0,032-8,0	3,2	6,2	96
3-OH-chrysène <sup>d</sup>	0,01	0,032	Linéaire 1/x 0,032-8,0	3,2	6,2	96
6-OH-chrysène	0,006	0,019	Linéaire 1/x 0,019-4,0	3,7	6,3	93
3-OH-fluoranthène	0,01	0,030	Quadratique 1/x 0,030-4,0	4,7	nd <sup>e</sup>	83
1-OH-pyrène	0,007	0,024	Quadratique 1/x 0,024-4,0	4,8	8,2	104
Pyrène-1,6- et 1,8-diones	0,02	0,080	Linéaire 1/x 0,032-0,80	9,6	19	32
1-naphtol	0,04	0,12	Linéaire 1/x 0,12-40	2,4	6,1	69
2-naphtol	0,03	0,088	Linéaire 1/x 0,088-40	1,7	5,8	53

<sup>a</sup> La répétabilité a été déterminée en même temps que la limite de détection à 0,05 µg/L excepté pour les pyrène-diones à 0,08 µg/L et les naphtols à 0,5 µg/L.

<sup>b</sup> La reproductibilité a été déterminée à l'aide d'un échantillon de contrôle de qualité avec différentes concentrations pour chacun des analytes.

<sup>c</sup> Pourcentage de récupération pour une urine fortifiée avec 0,5 µg/L pour l'ensemble des hydroxy-HAP excepté les pyrène-diones à 0,05 µg/L et les naphtols à 5,0 µg/L.

<sup>d</sup> Le 3-hydroxybenz(a)anthracène et le 3-hydroxychrysène coéluent.

<sup>e</sup> nd = non déterminé, mais la reproductibilité du 3-hydroxyfluoranthène est présentement en évaluation.

#### 4.7 MESURES DES CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE HAP

Parallèlement au programme de surveillance biologique de l'exposition aux HAP d'origine industrielle, des mesures environnementales de différents HAP, notamment le pyrène, le BaP, le phénanthrène, le fluoranthène, le chrysène, le benzo(a)anthracène, le benzo(b+j+k)fluoranthène, le benzo(g,h,i)pérylène, le benzo(e)pyrène, le dibenzo(a-h)anthracène et l'indéno(1,2,3-cd)pyrène ont été effectuées dans le quartier Saint-Georges et le secteur Mingan par l'aluminerie de Baie-Comeau. Pour le quartier Saint-Georges, les mesures ont été réalisées à partir des deux stations d'échantillonnage fixes, soit les stations Bouchette et Denonville, déjà mises en place par l'aluminerie pour les mesures environnementales. La station d'échantillonnage de la rue Bouchette est située sous les vents dominants à environ 1 km de la source et est à proximité des résidences. Celle de la rue Denonville est localisée à environ 1,5 km de l'aluminerie. Quant au secteur Mingan, pour l'échantillonnage effectué à l'automne 2005, une station a été installée sur le toit de

l'édifice de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Côte-Nord localisée sur la rue Jalbert. Toutefois, pour la période du printemps 2006, à la suite d'un malentendu, la station d'échantillonnage située sur la rue Jalbert n'a pu être installée. Néanmoins, l'échantillonnage atmosphérique a été effectué chez un particulier demeurant sur la rue Leventoux situé à proximité de l'endroit d'origine (annexe 1).

Durant les deux jours précédant chacune des collectes urinaires de l'automne 2005, deux échantillonnages en continu, chacun d'une durée de 24 heures, soit de huit heures le matin à huit heures le lendemain, ont été effectués aux trois stations d'échantillonnage. Par exemple, pour la période de l'automne 2005, les prélèvements urinaires ayant été réalisés le mercredi matin, deux échantillons de HAP atmosphériques de 24 heures ont été prélevés à partir de huit heures le lundi matin jusqu'à huit heures le mercredi matin. Toutefois, pour la période du printemps 2006, deux échantillonnages de HAP atmosphériques consécutifs de 24 heures ont été effectués durant les deux jours précédant la collecte d'urine du mercredi matin alors que seul un échantillonnage atmosphérique d'une durée de 24 heures a été réalisé dans les 24 heures précédant la collecte du mardi.

L'échantillonnage atmosphérique des HAP a été mené conformément à la procédure validée par Environnement Canada (EPS 1-AP-73-2) par un système d'aspiration à haut débit sur filtre (Paquet et Barry, 2004). Cette méthode permet la mesure des HAP particulaires, c'est-à-dire les HAP avec au moins quatre anneaux benzéniques fusionnés; elle ne permet pas de mesurer i) les HAP présents sous forme gazeuse, soit les HAP avec deux ou trois anneaux benzéniques fusionnés, ou encore, ii) la fraction gazeuse des HAP avec quatre anneaux benzéniques comme le pyrène. Brièvement, cette méthode consiste à prélever et capter un volume d'air sur un filtre prépesé en notant le débit et la durée de l'échantillonnage afin de connaître le volume échantillonné. À la suite de l'échantillonnage, les filtres ont de nouveau été pesés puis conservés au réfrigérateur jusqu'à leur envoi, pour analyse, dans un laboratoire accrédité par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

#### **4.8 TRAITEMENT DES DONNÉES ET ANALYSES STATISTIQUES**

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS/PC Plus version 14.0 (SPSS Inc., Chicago). Toutes les analyses ont été réalisées sur les concentrations urinaires des métabolites normalisées pour la créatinine afin de tenir compte du degré de dilution urinaire variable (Alessio et al., 1985). Lorsque les concentrations urinaires de biomarqueurs étaient inférieures au seuil de détection analytique, la moitié de la valeur du seuil était alors attribuée. Cette valeur était ensuite corrigée pour la concentration en créatinine.

Les analyses descriptives ont été effectuées sur les concentrations ajustées pour le contenu en créatinine, mais non transformées. Les analyses statistiques paramétriques pour les concentrations de 1-OHP, de pyrène-diones et de 1- et 2-naphtol ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$  créatinine) ont été effectuées sur les valeurs ln transformées afin d'obtenir une distribution normale de ces variables.

Pour chaque journée de collecte urinaire, des analyses bivariées ont été effectuées. Les différences dans l'excrétion urinaire des biomarqueurs (valeurs ln transformées de 1-OHP, pyrène-diones et 1- et 2-naphtol pour obtenir la normalité) entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» ont été testées à l'aide du test de t de Student. Les différences dans les

variables de confusion potentielles entre les groupes d'exposition («exposé» versus «témoin») ont été évaluées à l'aide de tests de t de Student pour les variables quantitatives normalement distribuées et de tests de Mann-Whitney pour les variables quantitatives non normalement distribuées; des tests de chi carré et Fisher Exact ont été effectués pour les variables en catégories.

Les associations entre les variables de confusion potentielles et les concentrations urinaires de biomarqueurs ont également été vérifiées par des analyses bivariées. Le lien a été testé en considérant soit i) chaque groupe séparé et chaque journée de collecte séparée, soit ii) chaque groupe séparé mais les journées de collecte du printemps (n = 4) ou de l'automne (n = 2) combinées ou soit iii) les deux groupes et les différentes journées d'une saison combinés pour accroître, dans ces deux derniers cas, la puissance statistique. Des tests de t de Student ou de Mann-Whitney ont été utilisés lorsque les variables indépendantes étaient dichotomiques; dans ces cas, le test de Mann-Whitney était utilisé lorsque  $n < 30$  dans un des deux groupes et le test de t de Student a été utilisé lorsque  $n > 30$  dans les deux groupes comparés. Pour tester les associations entre les variables de confusion potentielles quantitatives et les concentrations urinaires de biomarqueurs, des tests de corrélation de Pearson ont également été utilisés lorsque les variables indépendantes étaient normalement distribuées et de tests de corrélation de Spearman lorsque les variables indépendantes étaient non normalement distribuées.

Des corrélations de Pearson ont également été effectuées pour tester la relation entre l'excrétion des différents biomarqueurs (valeurs ln transformées de 1-OHP, pyrène-diones, 1- et 2-naphtol) et des tests de corrélation de Spearman ont été utilisés pour évaluer le lien entre les concentrations de pyrène dans l'air ambiant et l'excrétion urinaire de 1-OHP ou de pyrène-diones.

De plus, afin d'évaluer la différence dans l'excrétion des biomarqueurs selon le groupe en tenant compte de l'effet intra-sujet («within-subject effect») de la journée de collecte urinaire, une analyse de variance à mesures répétées a été réalisée par la procédure «GLM repeated measures» dans SPSS. Pour cette analyse, seulement les individus ayant fourni des urines à toutes les journées d'échantillonnage ont été inclus dans l'analyse de variance factorielle.

Finalement, des analyses multivariées ont été réalisées selon la procédure «GLM multivariate» dans SPSS pour contrôler l'effet potentiel des facteurs de confusion sur la relation entre le groupe d'exposition et les concentrations urinaires de 1-OHP, pyrène-diones et 1- et 2-naphtol observées pour chacune des six journées de collectes urinaires. Les différents biomarqueurs ont été introduits comme variables dépendantes dans le modèle. Outre le groupe d'exposition (Saint-Georges versus Mingan), les variables explicatives considérées dans le modèle étaient celles présentant une fréquence de distribution différente dans les deux groupes et montrant une association significative avec la concentration des biomarqueurs urinaires; cette sélection visait à assurer une puissance suffisante pour détecter une différence. La différence était considérée significative si la probabilité d'erreur  $\alpha$  était inférieure à 5 % ( $p < 0,05$ ).

#### **4.9 ÉTHIQUE ET CONFIDENTIALITÉ**

Il est important de souligner que le protocole du projet de recherche ainsi que les formulaires de consentement des adultes (annexe 8.1) et des enfants (annexe 9.1) ont été approuvés par le Comité d'éthique de la recherche de l'hôpital Charles LeMoine.

À la suite d'une modification mineure du protocole de recherche concernant les prélèvements urinaires (un prélèvement urinaire par semaine durant quatre semaines consécutives pour la collecte de l'automne 2005 comparativement à deux prélèvements urinaires par semaine durant deux semaines consécutives pour celle du printemps 2006), les formulaires de consentement des adultes (annexe 8.2) et des enfants (annexe 9.2) ont dû être de nouveau soumis au comité d'éthique pour être approuvés.

Toute personne sollicitée à participer à cette étude était entièrement libre de refuser ou de se retirer à tout moment de l'étude sans préjudice. Toute personne qui acceptait de participer était informée des modalités de ce projet et de sa contribution attendue. Pour chacune des deux périodes de prélèvements urinaires, soit à l'automne 2005 et au printemps 2006, un formulaire de consentement a été remis à chacun des participants pour signature. Une copie signée de ce formulaire leur a été remis et une copie a été conservée de façon confidentielle par un des chercheurs. Tous les renseignements recueillis dans le cadre de cette étude ont été traités et conservés de façon strictement confidentielle. Afin qu'aucun participant ne puisse être identifié, toutes les précautions nécessaires ont été prises. Ainsi, un code numérique a été utilisé pour identifier les questionnaires et les échantillons d'urine. Les noms des participants n'apparaissent dans aucun document, à l'exception des listes des participants du quartier Saint-Georges et du secteur Mingan, qui permettaient de relier les questionnaires et les échantillons d'urine au nom des participants. Seuls deux des quatre chercheurs (docteurs Bouchard et Normandin) et les trois infirmières responsables du terrain ont eu accès à la liste d'identification des participants. Tous les questionnaires et les résultats des prélèvements urinaires ont été conservés dans un bureau verrouillé à l'Institut national de santé publique du Québec, à Montréal, pendant la durée de l'étude. Afin d'effectuer certaines vérifications, tous les échantillons urinaires ont été conservés au Département de santé environnementale et santé au travail de l'Université de Montréal jusqu'à ce que le rapport soit terminé et seront jetés un an après la publication du rapport. À la fin de l'étude, tous les questionnaires et les résultats des prélèvements urinaires ont été archivés et seront détruits cinq ans (en 2012) après la fin de l'étude.

Les participants qui en ont manifesté le désir ont reçu leurs résultats d'analyses urinaires personnels avec interprétation. De plus, un suivi a été effectué par l'Agence de la santé et de services sociaux de la Côte-Nord auprès des participants afin de répondre à leurs préoccupations. Aucune identification des participants n'apparaît dans ce présent rapport ni dans toute autre publication scientifique future.



## 5. RÉSULTATS

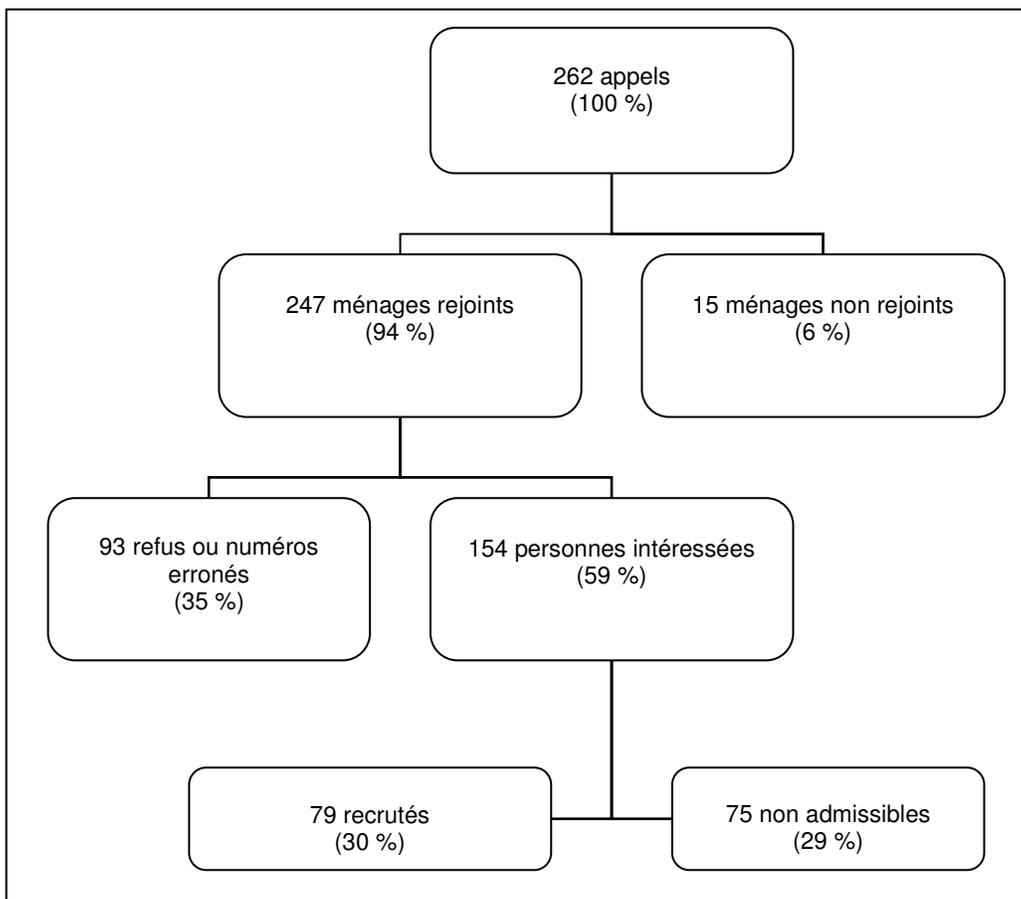
### 5.1 BILAN DU RECRUTEMENT DES PARTICIPANTS ET CRITÈRES D'EXCLUSION

#### 5.1.1 Recrutement initial : Février 2005

##### 5.1.1.1 Recrutement dans le quartier Saint-Georges

Le bilan du recrutement de février 2005 dans le quartier Saint-Georges est détaillé à la figure 2. Dans ce quartier, 79 individus ont initialement été recrutés sur un total de 262 contacts téléphoniques, ce qui correspond à un taux de recrutement de 30 %. Sur 247 ménages rejoints, 154 personnes ont manifesté leur intérêt à participer au programme de surveillance biologique de l'exposition. De ces 154 personnes, 75 individus étaient non admissibles principalement en raison de leur statut de fumeur (40 %), de leur emploi à l'aluminerie (32 %) ou de leur âge (19 %), les autres motifs d'exclusion étant négligeables (tableau 4).

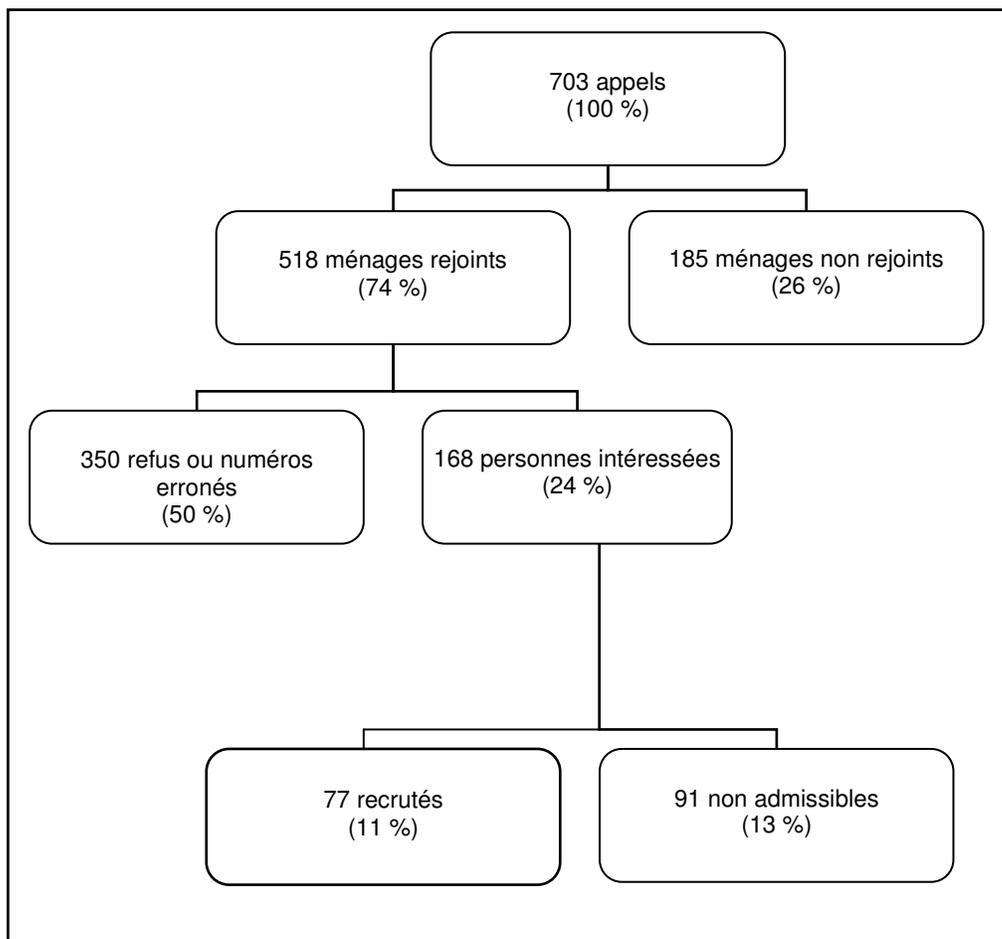
**Figure 2**  
Bilan du recrutement téléphonique initial dans le quartier Saint-Georges en février 2005



### 5.1.1.2 Recrutement dans le secteur Mingan

Quant au bilan du recrutement initial dans le secteur Mingan, celui-ci est détaillé à la figure 3. Comparativement au quartier Saint-Georges, un nombre largement supérieur d'appels téléphoniques a dû être effectué, soit 703 appels, avant d'obtenir le nombre de participants visé. Au total, 77 individus ont été recrutés, ce qui correspond à un taux de participation de 11 %. Sur les 518 ménages rejoints, 168 personnes ont manifesté leur intérêt à participer au programme de surveillance biologique de l'exposition. De ces 168 personnes, 91 ont été exclues de l'étude. Tout comme dans le quartier Saint-Georges, le principal critère d'exclusion était le tabagisme (45 %). Toutefois, à l'inverse du quartier Saint-Georges, le deuxième motif d'exclusion était l'âge (27 %) tandis que le troisième était l'emploi à l'aluminerie (19 %). Les autres motifs d'exclusion, soit des expositions professionnelles aux HAP dans un emploi autre qu'à l'aluminerie, l'utilisation de produits à base de goudron, les maladies rénales et hépatiques, le traitement pour un cancer et l'inaptitude, étaient très marginaux.

**Figure 3**  
Bilan du recrutement téléphonique initial dans le secteur Mingan en février 2005



**Tableau 4**  
**Bilan des motifs d'exclusion et du nombre d'individus exclus (% du total des exclusions)**  
**selon les différents critères, dans chacun des deux groupes à l'étude**  
**lors du recrutement initial**

Critère d'exclusion	Quartier Saint-Georges n exclu (% <sup>a</sup> )	Secteur Mingan n exclu (% <sup>b</sup> )
Tabagisme	30 (40)	41 (45)
Âge	14 (19)	25 (27)
Emploi à l'aluminerie de Baie-Comeau	24 (32)	17 (19)
Exposition professionnelle aux HAP (excluant un emploi à l'aluminerie)	2 (3)	1 (1)
Utilisation de produits à base de goudron	0 (0)	3 (3)
Maladies rénales	2 (3)	1 (1)
Maladies hépatiques	1 (1)	0 (0)
Traitement pour un cancer	1 (1)	1 (1)
Inaptitude	1 (1)	2 (2)

<sup>a</sup> Correspond au pourcentage du total des individus non admissibles dans le quartier Saint-Georges (n = 75) parmi ceux ayant manifesté un intérêt à participer au programme de surveillance biologique au mois de février 2005.

<sup>b</sup> Correspond au pourcentage du total des individus non admissibles dans le secteur Mingan (n = 91) parmi ceux ayant manifesté un intérêt à participer au programme de surveillance biologique au mois de février 2005.

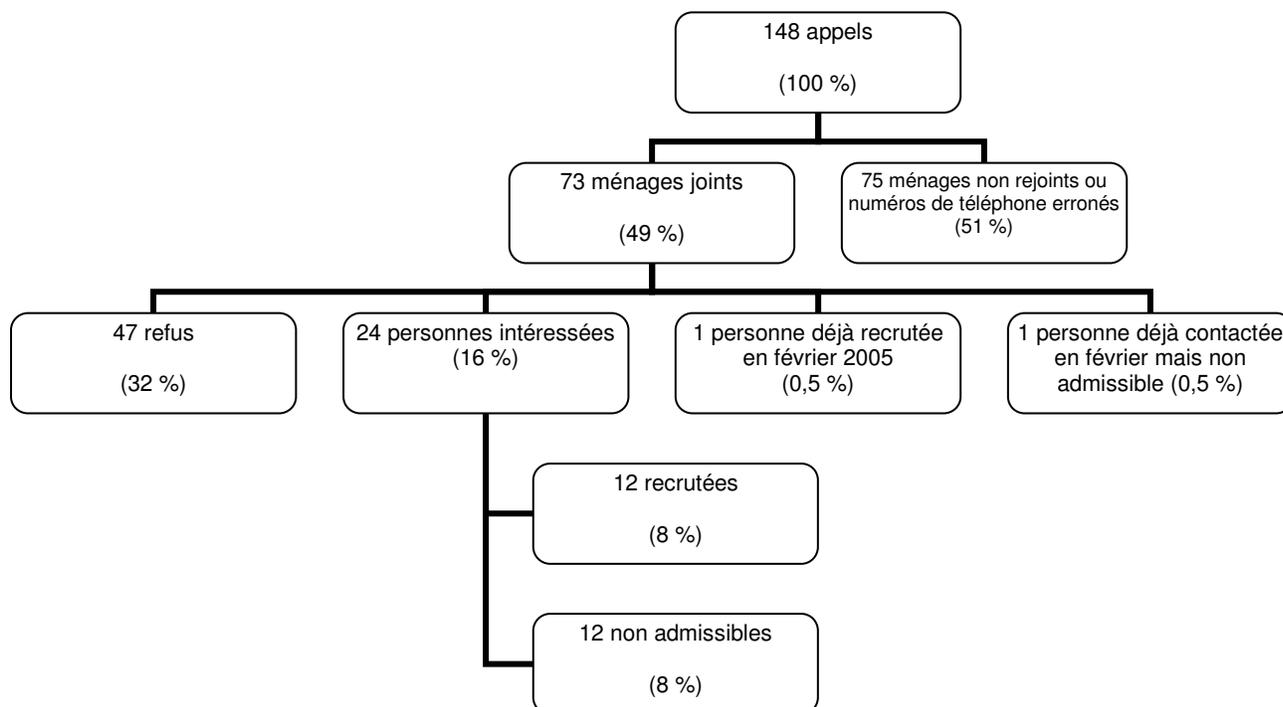
### 5.1.2 Recrutement complémentaire : Septembre 2005

Des 79 individus recrutés au mois de février 2005 dans le quartier Saint-Georges, quatre se sont désistés avant le début de l'étude de sorte que quatre autres individus ont été recrutés au mois de septembre 2005. Ainsi, 79 individus du quartier Saint-Georges ont donné leur consentement écrit à participer à l'étude. Dans le secteur Mingan, 11 individus recrutés en février 2005 se sont désistés avant le commencement de l'étude de sorte que 12 individus supplémentaires ont été recrutés. Donc, au total, 78 individus du secteur Mingan ont donné leur consentement écrit à participer à l'étude.

Le bilan du recrutement téléphonique complémentaire dans le secteur Mingan est détaillé à la figure 4. Au total, 148 appels téléphoniques ont dû être effectués afin de recruter 12 individus, ce qui correspond à un pourcentage de recrutement de 8 %. Sur 73 ménages rejoints, 24 personnes ont manifesté un intérêt à participer au programme de surveillance biologique de l'exposition. De ces 24 personnes, 12 ont été exclues de l'étude; le principal critère d'exclusion était l'âge (42 %) suivi du tabagisme (33 %) et d'un emploi à l'aluminerie de Baie-Comeau (17 %) (tableau 5).

Parmi les 157 individus ayant donné leur consentement écrit à participer à l'étude, au total 144 personnes ont fourni des échantillons urinaires. De ce nombre, 73 individus étaient des résidents du quartier Saint-Georges et 71 personnes habitaient le secteur Mingan. Ces individus n'ont toutefois pas nécessairement fourni d'urine à toutes les journées de collectes.

**Figure 4**  
**Bilan du recrutement téléphonique complémentaire dans le secteur Mingan**  
**en septembre 2005**



**Tableau 5**  
**Bilan des motifs d'exclusion et du nombre d'individus exclus**  
**(% du total des exclusions) selon les différents critères,**  
**dans le secteur Mingan lors du recrutement complémentaire**

Critère d'exclusion	n exclus (% <sup>a</sup> )
Tabagisme	4 (33)
Âge	5 (42)
Emploi à l'aluminerie de Baie-Comeau	2 (17)
Exposition professionnelle aux HAP (excluant un emploi à l'aluminerie)	0 (0)
Utilisation de produits à base de goudron	1 (8)
Maladies rénales	0 (0)
Maladies hépatiques	0 (0)
Traitement pour un cancer	0 (0)
Inaptitude	0 (0)

<sup>a</sup> Correspond au pourcentage du total des individus non admissibles dans le secteur Mingan (n = 12) parmi ceux ayant manifesté un intérêt à participer au programme de surveillance biologique au mois de septembre 2005.

## 5.2 MESURES DES CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES EN HAP PARTICULAIRES

Les tableaux 6 et 7 présentent les concentrations de 11 HAP mesurés dans des échantillons d'air ambiant collectés à l'automne 2005 et au printemps 2006 à différentes stations d'échantillonnage. À l'automne 2005, des concentrations atmosphériques de BaP variant entre 0,02 et 1,1 ng/m<sup>3</sup> ont été retrouvées dans des échantillons collectés durant les 24 heures précédant la collecte urinaire dans le quartier Saint-Georges «exposé», et mesurés à la station rue Bouchette, située à 1 kilomètre de l'aluminerie; durant les 24 à 48 heures avant collecte, les concentrations variaient plutôt de 2,06 à 16,21 ng/m<sup>3</sup>. Dans le secteur Mingan «témoin», les concentrations atmosphériques étaient plus faibles, variant de 0,02 à 0,05 ng/m<sup>3</sup> durant les 24 heures avant collecte comparées à 0,02 à 0,15 ng/m<sup>3</sup> durant les 24-48 h précollecte. Pour le pyrène particulaire, les valeurs correspondantes dans le quartier «exposé» variaient de 0,00 à 2,53 ng/m<sup>3</sup> durant les 24 heures avant collecte et de 2,57 à 21,12 ng/m<sup>3</sup> durant les 24-48 h précollecte; dans le secteur «témoin», les concentrations oscillaient entre 0,00 et 0,45 ng/m<sup>3</sup> durant les 24 heures avant collecte et de 0,10 à 0,25 ng/m<sup>3</sup> durant les 24-48 h précollecte.

Au printemps 2006, les concentrations atmosphériques de BaP et de pyrène particulaires mesurées durant les 24 heures précédant une collecte urinaire étaient plus élevées que celles obtenues à l'automne 2005. Dans le quartier Saint-Georges «exposé», les concentrations atmosphériques de BaP mesurées à la station rue Bouchette variaient de 0,14 à 25,16 ng/m<sup>3</sup>. Dans le secteur Mingan, les concentrations de BaP se situaient entre 0,10 et 0,30 ng/m<sup>3</sup>. Pour le pyrène, les valeurs observées dans le quartier «exposé» variaient de 0,53 à 27,58 ng/m<sup>3</sup> et pour le secteur «témoin» de 0,3 à 0,4 ng/m<sup>3</sup>.

**Tableau 6**  
**Concentrations atmosphériques (ng/m<sup>3</sup>) de HAP particulières échantillonnés à différentes stations à l'automne 2005**

Date	Station	Pyrène	Benzo(a) pyrène	Phénanthrène	Fluoranthène	Chrysène	Benzo(a) anthracène	Benzo(b+j+k) fluoranthène	Benzo(e) pyrène	Indéno(1,2,3-cd) pyrène	Dibenzo(a-h) anthracène	Benzo(g,h,i) pérylène
5 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 1 <sup>c</sup>	2,57	2,06	0,87	2,93	5,14	1,95	7,20	3,81	1,70	0,57	2,73
6 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 1	0,00	0,03	0,00	0,56	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 2 <sup>d</sup>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 septembre <sup>b</sup>	Mingan <sup>e</sup>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 1	13,68	12,16	2,13	14,18	30,90	15,19	55,71	23,81	10,13	2,68	14,18
12 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 2	3,85	3,03	1,20	4,28	7,70	4,19	15,41	6,74	2,98	1,01	4,09
12 septembre <sup>a</sup>	Mingan	0,25	0,05	0,30	0,30	0,20	0,10	0,30	0,10	0,05	0,00	0,10
13 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 1	0,54	0,02	0,39	0,79	0,83	0,15	0,25	0,05	0,00	0,00	0,00
13 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 2	0,19	0,02	0,33	0,28	0,14	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
13 septembre <sup>b</sup>	Mingan	0,10	0,02	0,35	0,20	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
19 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 1	21,12	16,21	3,93	23,08	68,76	22,59	63,85	31,92	12,28	4,42	18,17
19 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 2	2,38	2,38	0,95	2,86	6,67	2,38	10,48	5,24	1,91	0,48	2,86
19 septembre <sup>a</sup>	Mingan	0,10	0,02	0,10	0,10	0,10	0,00	0,25	0,10	0,05	0,00	0,10
20 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 1	0,90	0,19	0,38	1,18	0,85	0,33	1,04	0,52	0,19	0,05	0,28
20 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 2	0,23	0,05	0,32	0,32	0,23	0,09	0,32	0,14	0,05	0,00	0,09
20 septembre <sup>b</sup>	Mingan	0,45	0,05	0,45	0,49	0,30	0,10	0,30	0,15	0,05	0,00	0,15
26 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 1	5,23	3,71	1,05	6,18	13,32	6,18	16,64	8,56	2,76	0,95	3,85
26 septembre <sup>a</sup>	St-Georges 2	0,42	0,33	0,23	0,51	0,84	0,28	1,63	0,84	0,28	0,09	0,42
26 septembre <sup>a</sup>	Mingan	0,25	0,15	0,25	0,35	0,30	0,10	0,65	0,35	0,15	0,00	0,20
27 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 1	2,53	1,10	0,57	3,24	4,48	1,81	4,77	2,48	0,81	0,29	1,14
27 septembre <sup>b</sup>	St-Georges 2	0,24	0,05	0,24	0,38	0,14	0,05	0,19	0,09	0,05	0,00	0,05
27 septembre <sup>b</sup>	Mingan	0,25	0,02	0,30	0,30	0,05	0,00	0,15	0,05	0,05	0,00	0,10

<sup>a</sup> Cette mesure atmosphérique de HAP correspond aux concentrations observées durant les 24 à 48 heures précédant la collecte urinaire.

<sup>b</sup> Cette mesure atmosphérique de HAP correspond aux concentrations observées durant les 24 heures précédant la collecte urinaire.

<sup>c</sup> Station d'échantillonnage située dans le quartier «exposé» sur la rue Bouchette en milieu résidentiel à environ 1 km de l'aluminerie.

<sup>d</sup> Station d'échantillonnage située dans le quartier «exposé» sur la rue Denonville à environ 1,5 kilomètre de l'aluminerie.

<sup>e</sup> Station d'échantillonnage située dans le secteur «témoin» sur la rue Jalbert dans le secteur Mingan.

**Tableau 7**  
**Concentrations atmosphériques (ng/m3) de HAP particuliers échantillonnés à différentes stations au printemps 2006**

Date <sup>a</sup>	Station	Pyrène	Benzo(a)pyrène	Phénanthrène	Fluoranthène	Chrysène	Benzo(a)anthracène	Benzo(b+j+k)fluoranthène	Benzo(e)pyrène	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	Dibenzo(a-h)anthracène	Benzo(g,h,i)pérylène
22 mai	St-Georges 1 <sup>b</sup>	0,80	0,66	0,22	0,93	3,32	0,89	6,64	3,28	1,02	0,35	1,51
22 mai	St-Georges 2 <sup>c</sup>	1,56	1,65	0,39	1,78	5,21	2,65	12,58	4,77	2,26	0,82	2,95
23 mai	St-Georges 1	1,28	1,28	0,35	1,32	5,30	1,90	12,36	6,18	2,47	0,84	3,31
23 mai	St-Georges 2	1,36	1,15	0,37	1,48	4,53	1,93	11,52	5,35	2,14	0,70	2,88
29 mai	St-Georges 1	0,53	0,14	0,29	0,87	0,53	0,19	0,53	0,24	0,10	0,00	0,14
29 mai	St-Georges 2	0,48	0,30	0,26	0,69	0,78	0,26	1,43	0,69	0,26	0,09	0,39
29 mai	Mingan <sup>d</sup>	0,30	0,10	0,30	0,45	0,35	0,10	0,55	0,25	0,15	0,03	0,20
30 mai	St-Georges 1	27,58	25,16	5,81	32,91	87,10	33,87	106,46	53,23	18,87	6,29	26,13
30 mai	St-Georges 2	1,62	1,40	0,57	2,05	4,15	1,36	8,31	4,24	1,53	0,57	2,23
30 mai	Mingan	0,40	0,30	0,20	0,55	1,00	0,30	1,50	0,75	0,30	0,10	0,45

<sup>a</sup> Cette mesure atmosphérique de HAP correspond aux concentrations observées durant les 24 heures précédant la collecte urinaire.

<sup>b</sup> Station d'échantillonnage située dans le quartier «exposé» sur la rue Bouchette en milieu résidentiel à environ 1 km de l'aluminerie.

<sup>c</sup> Station d'échantillonnage située dans le quartier «exposé» sur la rue Denonville à environ 1,5 kilomètre de l'aluminerie dans le quartier Saint-Georges.

<sup>d</sup> Station d'échantillonnage située dans le secteur «témoin» sur la rue Leventoux dans le secteur Mingan.

### 5.3 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES GROUPES À L'ÉTUDE

Le tableau 8 présente les caractéristiques sociodémographiques des participants du quartier Saint-Georges (groupe «exposé») et du secteur Mingan (groupe «témoin»).

**Tableau 8**  
**Caractéristiques sociodémographiques des participants du quartier Saint-Georges**  
**(groupe «exposé») (n = 73) et secteur Mingan (groupe «témoin») (n = 71)**

Variable	Groupe Saint-Georges «exposé»	Groupe Mingan «témoin»	Signification statistique (valeur p)
Âge (moyenne ± écart type)	44,1 ± 9,6	44,2 ± 10,6	0,959 <sup>a</sup>
Sexe : n (%)			0,302 <sup>b</sup>
Femme	47 (65,3)	52 (73,3)	
Homme	25 (34,7)	19 (26,8)	
Niveau de scolarité complétée : n (%)			0,385 <sup>b</sup>
Primaire	1 (1,4)	4 (5,6)	
Secondaire	36 (50,0)	29 (40,8)	
Collégial	20 (27,8)	19 (26,8)	
Universitaire	15 (20,8)	19 (26,8)	
Statut d'emploi : n (%)			0,143 <sup>b</sup>
Avec emploi	57 (78,1)	62 (87,3)	
Sans emploi	16 (21,9)	9 (12,7)	
Type d'emploi : n (%)			0,137 <sup>b</sup>
Direction	4 (7,1)	1 (1,6)	
Professionnel	13 (23,2)	30 (48,4)	
Technicien	7 (12,5)	4 (6,5)	
Col blanc	7 (12,5)	5 (8,1)	
Col bleu	12 (21,4)	10 (16,1)	
Vendeur / commerce de détail / services aux consommateurs	4 (7,1)	3 (4,8)	
Autres	9 (16,1)	9 (14,5)	

Notes : Peu d'individus occupaient un second emploi (une seule personne pour le quartier Saint-Georges et cinq pour le secteur Mingan) (donnée non présentée; p = 0,113). Par ailleurs, certains individus n'ont pas répondu à une ou plusieurs des questions portant sur les caractéristiques sociodémographiques.

<sup>a</sup> La différence entre les groupes d'exposition a été évaluée à l'aide du test de t de Student.

<sup>b</sup> Les différences entre les groupes d'exposition ont été évaluées à l'aide du test de Chi-Carré et de Fisher Exact.

Aucune différence significative entre les deux groupes dans les caractéristiques présentées au tableau 8 n'a été mise en évidence, ce qui indique qu'ils sont sociodémographiquement semblables. Dans les deux groupes, les femmes semblaient plus enclines à participer : elles représentaient 65 % de l'échantillon du quartier Saint-Georges et 73 % de celui du secteur Mingan alors qu'elles constituent 51 % de la population générale (Institut de la Statistique du Québec, 2007). La majorité des participants des deux groupes avait au moins complété une scolarité de niveau secondaire et occupait un emploi, principalement de type professionnel (exerçant un travail à caractère intellectuel) et col bleu (exécutant un travail manuel).

## 5.4 MESURE DES MÉTABOLITES DE HAP DANS L'URINE

Initialement, les concentrations des métabolites de HAP dans les échantillons urinaires de l'automne 2005 ont été mesurées par une méthode GC-MS. Cette méthode s'est avérée peu sensible analytiquement à détecter de faibles niveaux de biomarqueurs urinaires. Avec cette méthode, un faible pourcentage d'échantillons se retrouvait avec des valeurs de 1-OHP au-dessus de la limite de détection analytique de 0,074 µg/L (tableau 9), ne permettant pas de faire des analyses statistiques comparatives entre les deux groupes. Une méthode UPLC-MS-TOF a donc été développée et deux des quatre semaines de collectes urinaires de l'automne 2005 ont été réanalysées. Les semaines sélectionnées étaient celles qui montraient les plus fortes concentrations atmosphériques en HAP durant les 48 heures précédant une collecte urinaire de même que les niveaux urinaires les plus élevés de 1-OHP. Les échantillons urinaires du printemps ont aussi été analysés par cette nouvelle méthode. Les tableaux 10 et 13 montrent que la méthode UPLC-MS-TOF est suffisamment sensible pour permettre la détection du 1-OHP, des pyrène-diones et du 1- et 2-naphtol dans une majorité des échantillons urinaires analysés, autant dans le groupe «exposé» que «témoin». Toutefois, dans les deux groupes, les concentrations des autres métabolites de HAP évalués (3- et 6-hydroxychrysène, 1- et 3-hydroxybenzo(a)anthracène et 3-hydroxyfluoranthène) étaient majoritairement sous le seuil de détection analytique, le % de détection variant de 0 à au plus 21 %. Par conséquent, aucune analyse statistique n'a pu être effectuée pour ces derniers métabolites.

**Tableau 9**

**Pourcentage d'échantillons urinaires avec des valeurs détectables de 1-hydroxypyrrène par la méthode GC-MS chez les individus demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe témoin (Mingan) demeurant à une plus grande distance**

Date de collecte urinaire	Groupe	N	% de détection de 1-OHP
7 septembre 2005	St-Georges	56	27
	Mingan	70	30
14 septembre 2005	St-Georges	65	45
	Mingan	64	19
21 septembre 2005	St-Georges	69	36
	Mingan	67	21
28 septembre 2005	St-Georges	67	27
	Mingan	60	13

## 5.5 DISTRIBUTION DES MÉTABOLITES DE HAP DANS L'URINE DANS LES DEUX GROUPES À L'ÉTUDE

Les tableaux 10 et 13 et les figures 5 et 6 présentent aussi la distribution des concentrations de 1-OHP, de pyrène-diones et de 1- et 2-naphtol dans l'urine des participants du quartier Saint-Georges (groupe «exposé») et du secteur Mingan (groupe «témoin») durant les six journées d'échantillonnage. Les résultats d'analyses bivariées montrent que, pour une des deux semaines d'échantillonnage de l'automne 2005 (semaine du 14 septembre 2005), les concentrations de 1-OHP, considérées comme biomarqueur valide, étaient significativement plus élevées dans le groupe du quartier Saint-Georges comparé au groupe du secteur Mingan

( $p < 0,001$ ). Pour trois des quatre journées d'échantillonnage du printemps 2006 (journées du 24, 30 et 31 mai 2006), les concentrations de 1-OHP étaient aussi significativement plus élevées dans le groupe du quartier Saint-Georges comparé au groupe du secteur Mingan ( $p = 0,003-0,009$ ) et une tendance était observée pour la quatrième journée d'échantillonnage du printemps (le 23 mai 2006) ( $p = 0,085$ ).

Cette étude est aussi la première tentative de mesure exploratoire des pyrène-diones dans l'urine de la population générale non professionnellement exposée aux HAP. La comparaison des concentrations de 1-OHP et de pyrène-diones montre que les moyennes géométriques de 1-OHP étaient du même ordre de grandeur que celles des pyrène-diones. Les concentrations de pyrène-diones étaient significativement plus élevées dans le groupe «exposé» comparé au groupe «témoin» pour deux des quatre journées d'échantillonnage du printemps 2006 (journées du 30 et 31 mai 2006) ( $p = <0,001-0,005$ ). Toutefois, pour les deux autres journées du printemps 2006 et pour la période de l'automne 2005, les différences dans les concentrations de pyrène-diones n'étaient pas significatives entre les deux groupes ( $p > 0,05$ ).

Les concentrations de 1- et 2-naphtol, utilisées comme référence puisque les HAP de faibles poids moléculaires (deux ou trois anneaux benzéniques fusionnés) comme le naphthalène sont considérés peu générés par les alumineries (Bjorseth et al., 1978a, b), ne montraient pas de différence significative entre les deux groupes pour deux des quatre journées d'échantillonnage du printemps 2006 (journées du 23 et 24 mai 2006) ( $p > 0,05$ ); pour les deux autres journées (30 et 31 mai 2006), les concentrations étaient significativement plus faibles dans le groupe du quartier Saint-Georges ( $p = 0,001-0,043$ ). Pour la période d'automne 2005, aucune différence significative dans les concentrations de naphtols entre les deux groupes n'a été observée ( $p > 0,05$ ) sauf pour le 2-naphtol une des deux journées d'échantillonnage (14 septembre 2005) où les concentrations étaient significativement plus élevées dans le groupe «exposé» ( $p = 0,003$ ).

Par ailleurs, une analyse de variance à mesures répétées, établie par la procédure «GLM repeated measures» dans SPSS a également été réalisée afin d'évaluer la différence dans l'excrétion des biomarqueurs selon le groupe en tenant compte de l'effet intrasujet («within-subject effect») de la journée (ou semaine) d'échantillonnage. Pour cette analyse, seulement les individus ayant fourni des urines à toutes les journées d'échantillonnage ont été inclus dans l'analyse de variance factorielle soit, au total, 39 participants du quartier Saint-Georges et 35 individus du secteur Mingan. Les résultats montrent une différence statistiquement significative dans l'excrétion du 1-OHP entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» ( $p < 0,001$ ) et l'absence de différence statistiquement significative dans les concentrations selon les journées d'échantillonnage ( $p = 0,389$ ); les moyennes étaient plus élevées dans le groupe «exposé» pour les six collectes d'urine. Pour les pyrène-diones, une différence significative dans les concentrations entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» a été mise en évidence ( $p = 0,035$ ) mais une différence significative dans l'excrétion a été observée selon les journées de collecte d'urine ( $p < 0,001$ ). Les concentrations moyennes de pyrène-diones pour quatre des six collectes d'urine étaient plus élevées dans le groupe «exposé» contrairement aux deux autres collectes. Pour le 1- et 2-naphtol, aucune différence significative dans l'excrétion n'a été observée entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» ( $p = 0,430$  et  $0,640$ , respectivement) malgré une différence significative dans les concentrations selon les journées de collectes urinaires ( $p = 0,002$  et  $<0,001$ , respectivement).

## 5.6 CORRÉLATION ENTRE LES DIFFÉRENTS BIOMARQUEURS D'EXPOSITION AUX HAP

Dans le groupe «exposé» comme dans le groupe «témoin», pour la majorité des journées de collectes urinaires, une corrélation positive significative a été observée entre l'excrétion du 1-OHP et des pyrène-diones ( $r = 0,280-0,396$ ;  $p = <0,001-0,020$  selon les journées de collectes) (voir figure 7 pour un exemple). Dans le groupe «exposé», l'excrétion du 1-OHP et des pyrène-diones n'était pas significativement corrélée à celle du 1- et 2-naphtol ( $p > 0,108$ ); par contre, dans le groupe «témoin», une corrélation positive significative entre les biomarqueurs d'exposition au pyrène et au naphtalène a été observée pour certaines journées de collectes. Dans le groupe «exposé» et «témoin», une corrélation positive significative a aussi été observée entre les concentrations urinaires de 1-naphtol et de 2-naphtol pour la majorité des périodes de collectes urinaires ( $r = 0,288-455$ ;  $p = 0,001-0,031$  selon les journées de collectes).

**Tableau 10**  
**Distribution des concentrations urinaires de 1-hydroxypyrene ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$  créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance**

Date de collecte urinaire	Groupe	n	% de détection	Concentration ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ créatinine)							
				Moyenne géométrique	Min-Max	Centiles					
						10 <sup>e</sup>	25 <sup>e</sup>	50 <sup>e</sup>	75 <sup>e</sup>	90 <sup>e</sup>	95 <sup>e</sup>
14 septembre	St-Georges	65	100	0,051	0,005-0,235	0,025	0,039	0,052	0,075	0,099	0,108
	Mingan	62	100	0,025	0,003-0,164	0,009	0,012	0,025	0,045	0,082	0,099
21 septembre	St-Georges	68	100	0,048	0,008-0,280	0,023	0,032	0,045	0,075	0,088	0,110
	Mingan	66	98	0,039	0,002-0,691	0,018	0,027	0,040	0,055	0,073	0,107
23 mai	St-Georges	53	98	0,047	0,002-0,181	0,022	0,031	0,049	0,079	0,104	0,150
	Mingan	50	96	0,035	0,002 - 0,325	0,012	0,023	0,040	0,052	0,092	0,152
24 mai	St-Georges	56	100	0,054	0,011-2,29	0,028	0,033	0,048	0,076	0,104	0,181
	Mingan	56	98	0,036	0,002-0,315	0,015	0,025	0,034	0,057	0,093	0,118
30 mai	St-Georges	54	100	0,056	0,016-0,249	0,026	0,035	0,049	0,082	0,151	0,167
	Mingan	56	100	0,040	0,011-0,225	0,020	0,025	0,039	0,054	0,086	0,109
31 mai	St-Georges	57	100	0,058	0,023-0,201	0,031	0,040	0,057	0,080	0,102	0,134
	Mingan	56	98	0,040	0,001-0,168	0,020	0,030	0,039	0,063	0,083	0,117

**Tableau 11**

**Distribution des concentrations urinaires de pyrène-1,6- et 1,8-diones ( $\mu\text{mol/mol}$  créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance**

Date de collecte urinaire	Groupe	n	% de détection	Concentration ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine)							
				Moyenne géométrique	Min-Max	Centiles					
						10 <sup>e</sup>	25 <sup>e</sup>	50 <sup>e</sup>	75 <sup>e</sup>	90 <sup>e</sup>	95 <sup>e</sup>
14 septembre	St-Georges	65	72	0,027	0,002-3,78	0,004	0,006	0,031	0,075	0,182	0,339
	Mingan	62	79	0,021	0,002-0,181	0,002	0,013	0,024	0,051	0,064	0,118
21 septembre	St-Georges	68	65	0,017	0,003-0,654	0,003	0,005	0,018	0,041	0,087	0,116
	Mingan	66	48	0,014	0,002-2,82	0,003	0,005	0,014	0,036	0,071	0,136
23 mai	St-Georges	53	75	0,032	0,002-0,483	0,004	0,009	0,045	0,086	0,165	0,208
	Mingan	50	74	0,033	0,002-0,940	0,003	0,014	0,050	0,094	0,157	0,299
24 mai	St-Georges	56	93	0,037	0,003-0,290	0,009	0,020	0,043	0,076	0,133	0,187
	Mingan	56	88	0,039	0,003-1,29	0,006	0,012	0,046	0,116	0,243	0,265
30 mai	St-Georges	54	91	0,056	0,002-0,512	0,011	0,030	0,078	0,146	0,170	0,316
	Mingan	56	82	0,023	0,002-0,414	0,004	0,012	0,024	0,055	0,100	0,141
31 mai	St-Georges	57	100	0,049	0,013-0,326	0,018	0,023	0,052	0,079	0,143	0,188
	Mingan	56	77	0,027	0,003-0,332	0,004	0,011	0,033	0,073	0,137	0,158

**Tableau 12**  
**Distribution des concentrations urinaires de 1-naphtol ( $\mu\text{mol/mol}$  créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (Saint-Georges) et chez un groupe «témoin» (Mingan) demeurant à une plus grande distance**

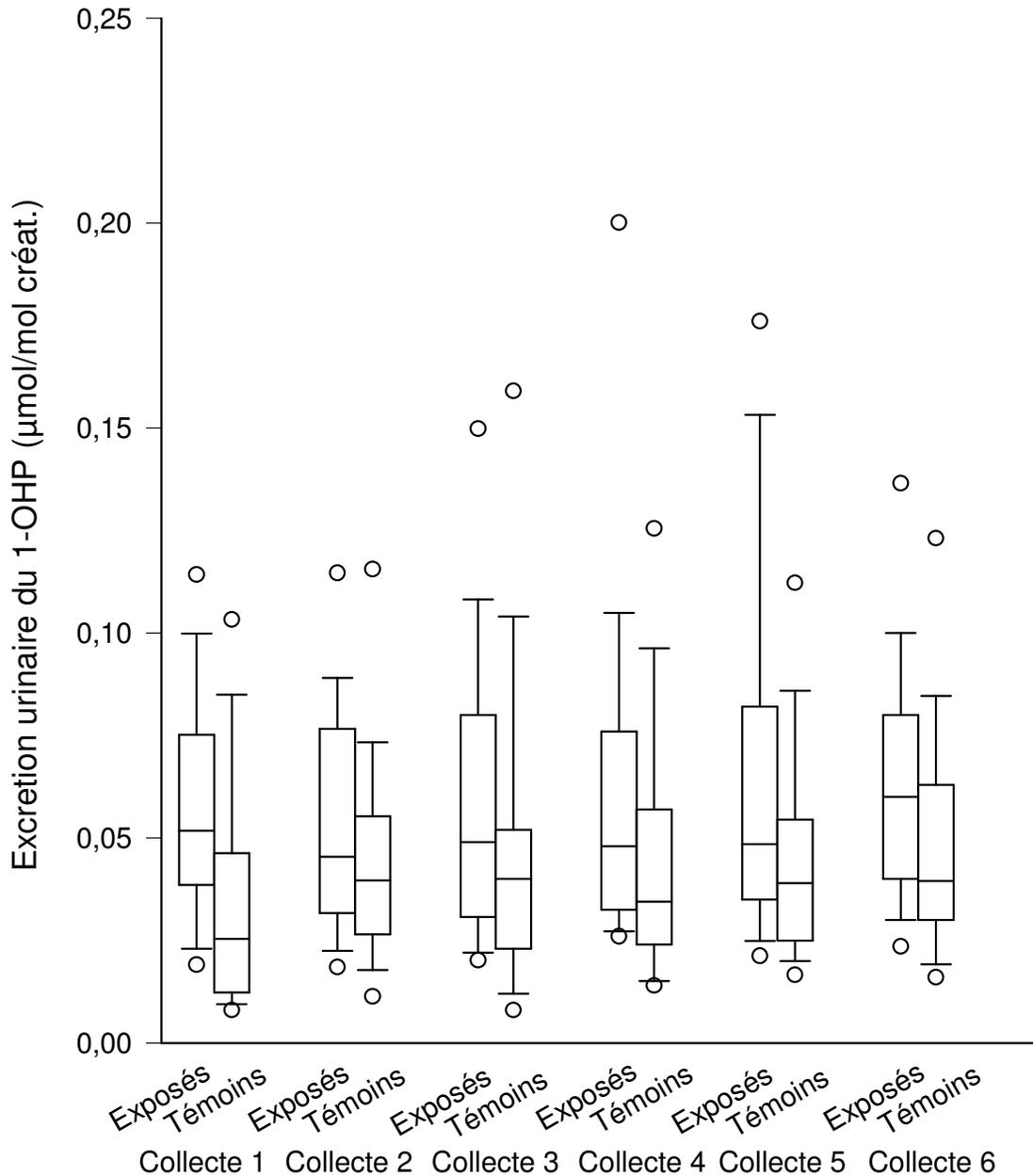
Date de collecte urinaire	Groupe	n	% de détection	Concentration ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine)							
				Moyenne géométrique	Min-Max	Centiles					
						10 <sup>e</sup>	25 <sup>e</sup>	50 <sup>e</sup>	75 <sup>e</sup>	90 <sup>e</sup>	95 <sup>e</sup>
14 septembre	St-Georges	65	100	1,75	0,210-79,5	0,385	0,654	1,32	3,40	20,6	33,6
	Mingan	62	100	1,09	0,120-40,0	0,245	0,424	0,861	2,28	6,15	8,42
21 septembre	St-Georges	68	100	1,22	0,178-47,1	0,330	0,552	0,918	2,41	6,17	7,87
	Mingan	66	100	1,23	0,183-78,5	0,443	0,666	0,981	1,87	4,07	8,78
23 mai	St-Georges	53	100	0,908	0,152-4,98	0,363	0,549	0,818	1,63	2,87	3,20
	Mingan	50	100	1,08	0,153-25,7	0,337	0,481	0,863	1,66	6,46	7,72
24 mai	St-Georges	56	100	0,977	0,126-10,1	0,341	0,518	0,918	1,71	3,06	3,54
	Mingan	56	100	0,992	0,173-30,2	0,307	0,509	0,817	1,58	4,32	6,41
30 mai	St-Georges	54	100	0,629	0,118-4,71	0,226	0,388	0,605	1,02	1,89	2,33
	Mingan	56	100	1,16	0,154-9,41	0,313	0,600	1,05	2,28	4,55	5,57
31 mai	St-Georges	57	100	0,796	0,143-11,4	0,286	0,476	0,724	1,28	2,40	3,59
	Mingan	56	100	1,13	0,247-8,63	0,358	0,515	0,866	2,43	4,94	5,65

Tableau 13

Distribution des concentrations de 2-naphtol ( $\mu\text{mol/mol}$  créatinine) et pourcentage d'échantillons avec des valeurs détectables chez les individus du groupe «exposé» demeurant à proximité de l'aluminerie (St-Georges) et chez un groupe «témoin» (groupe Mingan) demeurant à une plus grande distance

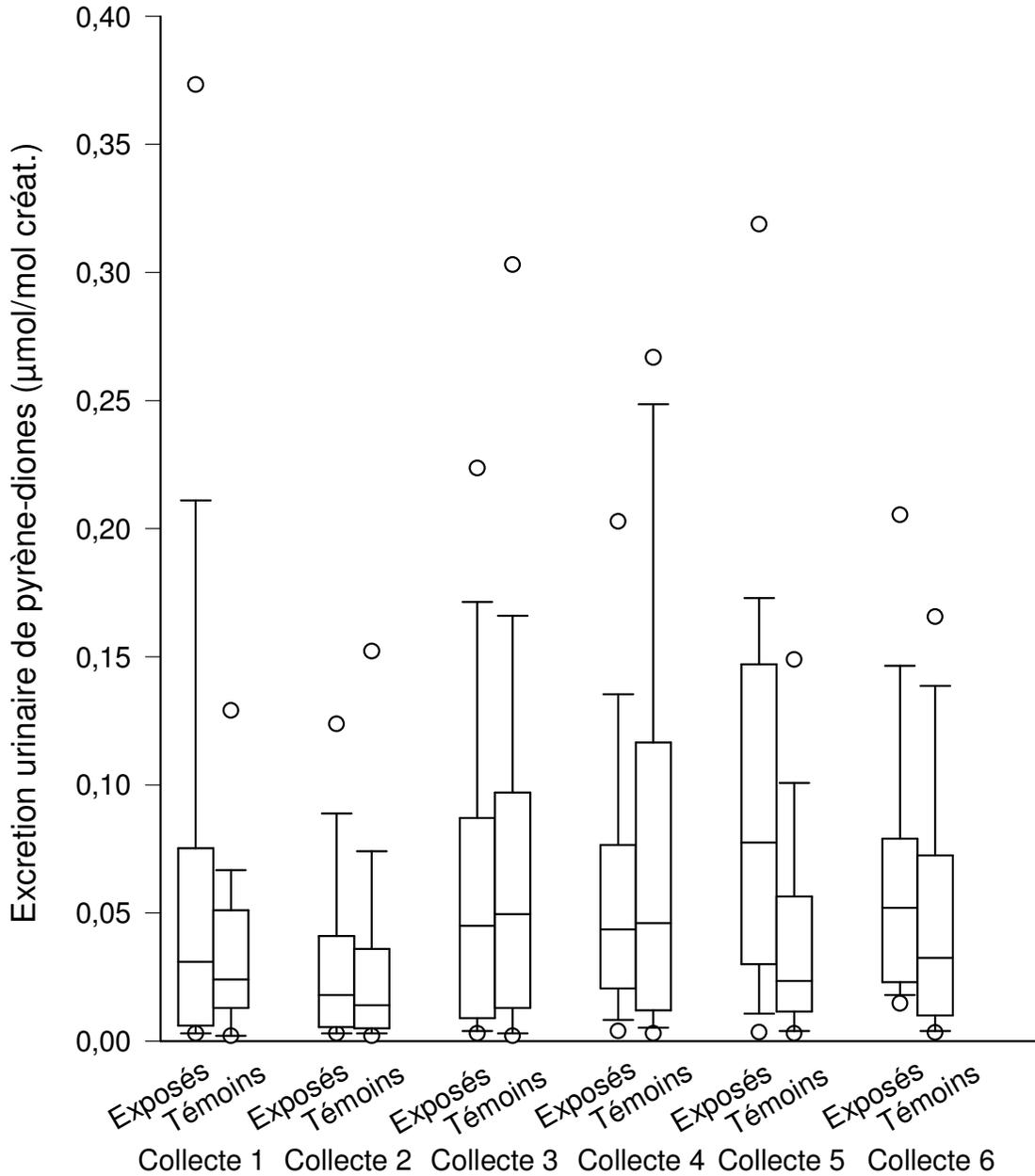
Date de collecte urinaire	Groupe	n	% de détection	Concentration ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine)							
				Moyenne géométrique	Min-Max	Centiles					
						10 <sup>e</sup>	25 <sup>e</sup>	50 <sup>e</sup>	75 <sup>e</sup>	90 <sup>e</sup>	95 <sup>e</sup>
14 septembre	St-Georges	65	100	1,90	0,575-8,83	0,913	1,31	1,90	2,74	3,65	4,18
	Mingan	62	100	1,37	0,377-15,0	0,675	0,805	1,32	1,91	3,55	4,11
21 septembre	St-Georges	68	100	1,96	0,560-11,5	0,860	1,21	1,83	3,09	4,33	6,77
	Mingan	66	100	2,15	0,809-15,5	0,973	1,33	2,09	3,22	4,20	5,37
23 mai	St-Georges	53	100	2,56	0,785-13,6	1,07	1,73	2,55	3,60	5,67	7,17
	Mingan	50	100	2,13	0,648-9,21	0,998	1,37	2,03	3,00	4,38	6,29
24 mai	St-Georges	56	100	2,18	0,678-7,85	1,15	1,52	2,11	3,19	4,36	5,42
	Mingan	56	100	2,39	0,724-6,97	1,24	1,66	2,25	3,58	5,31	5,92
30 mai	St-Georges	54	100	2,31	0,659-10,3	1,25	1,59	2,29	3,01	4,23	5,59
	Mingan	56	100	2,21	0,785-7,16	1,11	1,34	2,12	3,01	4,99	6,03
31 mai	St-Georges	57	100	2,25	0,747-13,45	1,13	1,57	2,12	2,83	4,53	6,36
	Mingan	56	100	2,37	0,909-6,49	1,16	1,60	2,53	3,42	4,22	4,97

**Figure 5**  
**Distribution des concentrations de 1-hydroxypyrrène dans l'urine des participants**  
**du groupe Saint-Georges «exposé» et du groupe Mingan «témoin»**  
**pendant les six journées de collectes urinaires**



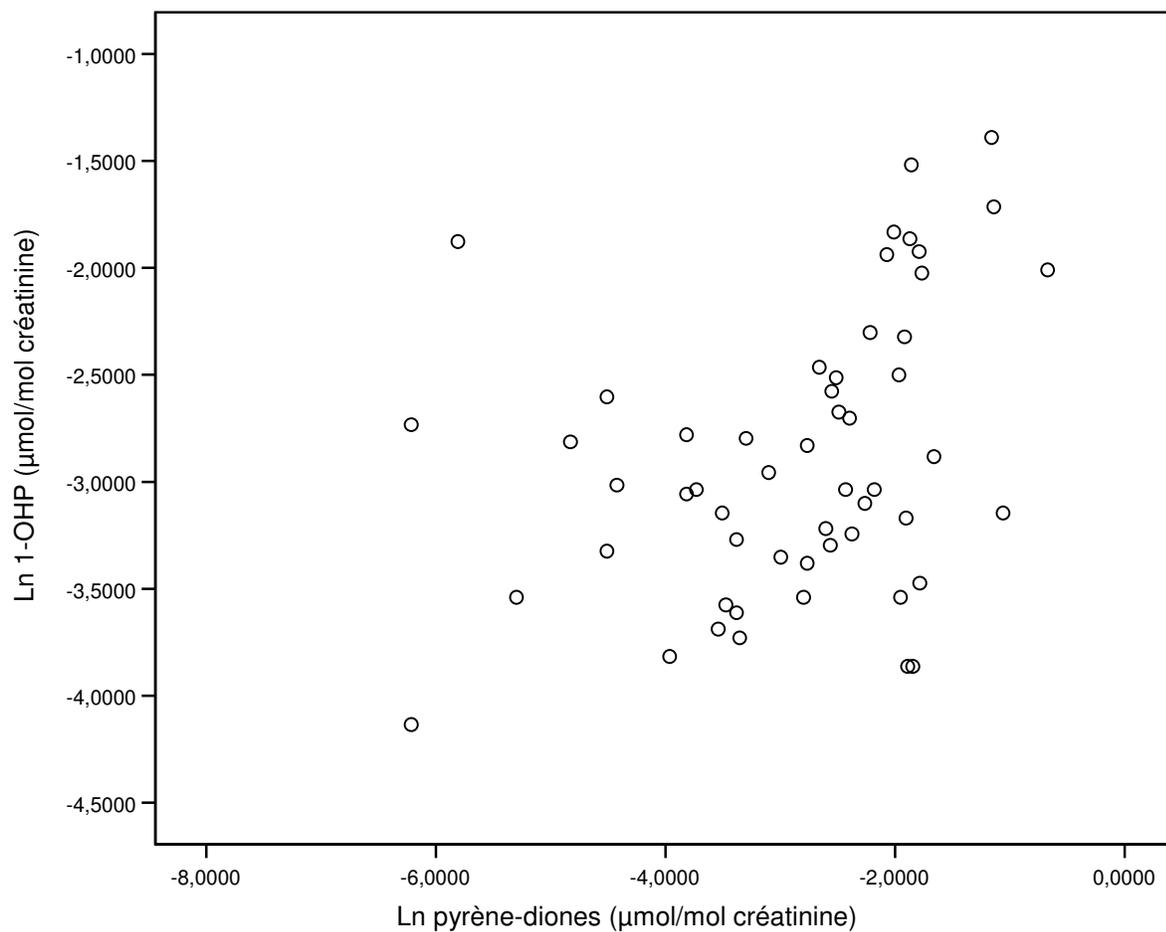
Collectes 1-2 : 14 et 21 septembre 2005; collectes 3-6 : 23, 24, 30 et 31 mai 2006. Les lignes horizontales représentent, respectivement de bas en haut, les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> centiles; les cercles à l'extérieur de la boîte de distribution représentent les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles.

**Figure 6**  
**Distribution des concentrations de pyrène-diones dans l'urine des participants**  
**du groupe Saint-Georges «exposé» et du groupe Mingan «témoin»**  
**pendant les six journées de collectes urinaires.**



Collectes 1-2 : 14 et 21 septembre 2005; collectes 3-6 : 23, 24, 30 et 31 mai 2006. Les lignes horizontales représentent, respectivement de bas en haut, les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 50<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> centiles; les cercles à l'extérieur de la boîte de distribution représentent les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles.

**Figure 7**  
**Corrélation entre les valeurs ln transformées de 1-hydroxypyrrène**  
**et celles de pyrène-diones chez les individus du groupe «exposé»**  
**pour la journée de collecte du 30 mai 2006**



## 5.7 ASSOCIATIONS AVEC LES FACTEURS DE CONFUSION POTENTIELS

Les différences dans les variables de confusion potentielles entre le groupe du quartier Saint-Georges («exposé») et le groupe du secteur Mingan («témoin») ont également été évaluées pour vérifier la possibilité que des facteurs autres que la localisation géographique par rapport à l'aluminerie (mesurée par la variable groupe d'exposition) puissent expliquer des différences dans l'excrétion des biomarqueurs entre les deux groupes à l'étude.

Les résultats d'analyses bivariées n'ont pas mis en évidence de différence statistiquement significative ( $p > 0,05$ ) entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» dans les différentes variables de confusion potentielles (en catégorie (oui/non) ou quantitatifs (nombre d'unités) documentées par questionnaire sauf quatre exceptions : l'apport alimentaire en HAP, le temps au domicile, le nombre d'individus ayant voyagé  $> 100$  km en véhicule et le nombre de kilomètres voyagés en véhicule (tableaux 14 et 17). En effet, l'apport alimentaire en HAP ( $\mu\text{g}/\text{j}$ ), estimé à partir d'un journal alimentaire de portions consommées et des concentrations en pyrène dans différents aliments rapportées dans la littérature (annexe 10), était significativement plus élevé dans le groupe «exposé» par rapport au groupe «témoin» pour les journées de collectes du 23 et 24 mai 2006 ( $p = 0,036$  et  $0,014$ , respectivement) alors qu'il était plus élevé dans le groupe «témoin» pour la journée du 14 septembre 2005 ( $p = 0,011$ ); pour les trois autres journées de collectes, aucune différence significative dans l'apport alimentaire en HAP entre les deux groupes n'a été observée ( $p = 0,112-0,866$ ). Le nombre d'heures passées au domicile durant les 24 heures précédant une collecte urinaire était aussi significativement plus élevé dans le groupe «témoin» comparé au groupe «exposé» pour cinq des six journées de collectes urinaires ( $p = <0,001-0,001$ ). Par ailleurs, pour une des journées d'échantillonnage, soit la journée du 31 mai 2006, le nombre d'individus ayant rapporté avoir voyagé  $> 100$  km en véhicule durant les trois jours précédant la collecte par rapport aux participants ayant voyagé  $< 100$  km était significativement plus élevé dans le groupe «exposé» (13/57) que dans le groupe «témoin» (4/56) ( $p = 0,033$ ) et il en était de même pour le nombre de kilomètres voyagés en véhicule ( $p = 0,001$ ); les différences n'étaient toutefois pas significatives pour les autres journées de collectes ( $p = 0,265-0,885$  selon les autres journées).

Le lien entre les variables de confusion potentielles et l'excrétion urinaire des biomarqueurs a aussi été évaluée puisqu'une variable considérée comme facteur de confusion doit non seulement avoir une fréquence qui diffère entre les deux groupes, mais aussi être reliée à l'excrétion urinaire du biomarqueur. Aucune corrélation positive significative n'a été observée entre l'estimé d'apport alimentaire en HAP et l'excrétion urinaire des différents biomarqueurs ( $p > 0,05$ ) sauf pour la période de collecte du 30 mai 2006 où une association a été obtenue entre l'apport alimentaire et l'excrétion des pyrène-diones chez les «exposés» ( $p = 0,015$ ). Par ailleurs, le nombre d'heures passées au domicile dans les 24 heures précédant la collecte urinaire ainsi que le nombre de kilomètres voyagés en véhicule n'était pas corrélé positivement à l'excrétion urinaire des biomarqueurs ( $p > 0,05$ ). Les individus ayant voyagé en véhicule plus de 100 km au cours des trois jours précédant une collecte ne présentaient pas non plus de niveaux significativement différents de biomarqueurs comparés aux participants n'ayant pas voyagé cette distance ( $p > 0,05$ ). Tant pendant la période de l'automne 2005 que pendant celle du printemps 2006, le seul lien significatif relativement consistant entre variables de confusion potentielles et biomarqueurs était celui observé entre l'exposition à la fumée de tabac passive et les concentrations ln normales de 2-naphtol; plus précisément, les individus ayant rapporté avoir été exposés à la fumée de tabac passive à la maison durant les trois jours précédant une collecte présentaient des niveaux significativement plus élevés de 2-naphtol que les individus ayant rapporté ne pas y avoir été

exposés ( $p = 0,003-0,138$ , selon les combinaisons). Il est à noter que, pour un groupe donné et une journée de collecte donnée, un faible nombre d'individus a rapporté être exposé à la fumée de tabac ou aux produits de combustion du bois ou encore à des sources telles que l'asphaltage, la réfection de toiture ou la soudure ou un traitement thérapeutique à base de goudron ( $n < 10$ ).

La cotinine urinaire a également été mesurée dans le premier des échantillons urinaires fournis par les participants à la période d'automne 2005 ainsi qu'au printemps 2006, soit en général les 7 septembre 2005 et 23 mai 2006. Pour la période de l'automne 2005, la valeur maximale de cotinine urinaire observée chez les sujets du groupe «exposé» se situait à  $19 \mu\text{g/L}$ , confirmant que les participants étaient non-fumeurs (Wall et al., 1988; Vine et al., 1993). Chez les «témoins», un individu présentait une valeur de  $780 \mu\text{g/L}$  se rapprochant des niveaux d'un fumeur (Wall et al., 1988; Vine et al., 1993), mais n'a pas fourni d'urines pour les semaines du 14 et 21 septembre qui correspondent aux échantillons de l'automne 2005 ré-analysés par UPLC-MS-TOF. Pour la période du printemps 2006, la valeur maximale de cotinine chez les «exposés» était de  $14 \mu\text{g/L}$  et celle des «témoins» de  $23 \mu\text{g/L}$ . Une corrélation entre l'excrétion urinaire de biomarqueurs de HAP et celle de la cotinine a pu être vérifiée seulement pour la journée du 23 mai 2006. Chez les exposés, aucune corrélation positive significative n'a été obtenue entre les concentrations de 1-OHP, de pyrène-diones ou de 1- ou de 2-naphtol et celles de cotinine (exprimées en  $\mu\text{g/L}$  ou  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine) ( $r = -0,0087-0,083$ ;  $p = 0,099-0,960$  selon les biomarqueurs et les unités). Dans le groupe «témoin», aucune corrélation positive significative n'a été observée entre les différents biomarqueurs de HAP et la cotinine exprimée en  $\mu\text{g/L}$  ( $r = -0,122-0,059$ ;  $p = 0,399-0,958$ ) alors qu'une corrélation positive a été relevée entre les concentrations de pyrène-diones ainsi que de 2-naphtol et celle de cotinine exprimée en  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine ( $r = 0,517$  ( $p < 0,001$ ) et  $r = 0,295$  ( $p = 0,042$ ), respectivement). Par contre, aucune différence significative dans l'excrétion de la cotinine n'a été obtenue entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» peu importe l'unité d'expression des concentrations ( $p = 0,206$  lorsque les concentrations de cotinine étaient exprimées en  $\mu\text{g/L}$  et  $p = 0,596$  lorsque calculées en  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine).

Dans le contexte de la présente étude, ces résultats montrent qu'il n'y a aucune des variables de confusion potentielles étudiées dont la fréquence est différente entre les deux groupes à l'étude tout en ayant un impact sur l'excrétion urinaire des biomarqueurs. Des analyses multivariées ont tout de même été réalisées par la procédure «GLM multivariate» dans SPSS en incluant, dans le modèle, les différents biomarqueurs comme variables dépendantes (1-OHP, pyrène-diones et 1- et 2-naphtol) et, d'une part, le groupe d'exposition et l'apport alimentaire en HAP comme variables explicatives ou, d'autre part, en ajoutant également le tabagisme passif pour les naphtols. Les résultats obtenus étaient similaires à ceux des analyses bivariées. Le tableau 18 montre les résultats des analyses d'associations entre les deux variables explicatives étudiées, groupe d'exposition et apport alimentaire en HAP, et l'excrétion du 1-OHP pour les différentes journées de collectes. Ces analyses ont montré que seul le groupe d'exposition était, de façon consistante pour la majorité des journées de collectes, significativement associé à l'excrétion urinaire du 1-OHP.

**Tableau 14**  
**Comparaison des facteurs de confusion potentiels à deux catégories**  
**entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» pendant les deux journées de collecte**  
**de l'automne 2005 analysées par UPLC-MS-TOF**

Variable	Comparaison entre le groupe «exposé» et «témoin» (fraction des participants exposés dans chaque groupe <sup>a,b</sup> , valeur p)			
	Collecte du 14 septembre 2005		Collecte du 21 septembre 2005	
Respiré de la fumée de tabac à la maison	E2: 5/60 T2: 4/57	p = 1,000	E3: 4/64 T3: 5/61	p = 0,742
Respiré de la fumée de tabac au travail	E2 : 0/65 T2 : 1/60	p = 0,484	E3 : 0/68 T3 : 1/65	p = 0,493
Respiré de la fumée de tabac dans un bar	E2 : 2/63 T2 : 7/54	p = 0,088	E3 : 2/64 T3 : 4/62	p = 0,680
Utilisation d'un shampoing thérapeutique à base de goudron	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>	
Brûlé du bois dans la résidence	E2 : 9/56 T2 : 4/58	p = 0,243	E3 : 5/63 T3 : 5/60	p = 0,941
Été à proximité d'un feu de bois extérieur	E2 : 3/62 T2 : 6/56	p = 0,317	E3 : 1/67 T3 : 1/64	p = 1,000
Fait ou réparé de l'asphalte	E2 : 0/65 T2 : 1/61	p = 0,488	---- <sup>c</sup>	
Fait réparer ou refaire l'entrée de garage avec de l'asphalte ou du goudron	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>	
Fait ou réparé une toiture (bardeaux ou goudron)	E2 : 1/64 T2 : 0/62	p = 1,000	E3 : 1/67 T3 : 0/66	p = 1,000
Fait réparer ou refaire la toiture	E2 : 3/62 T2 : 0/62	p = 0,244	---- <sup>c</sup>	
Fait de la soudure	---- <sup>c</sup>		E3 : 1/67 T3 : 1/65	p = 1,000
Voyagé en véhicule >100 km	E2 : 10/55 T2 : 13/49	p = 0,414	E3 : 13/68 T3 : 8/66	p = 0,265

Notes : E = groupe «exposé» et T = groupe «témoin»; 2, 3 = collectes du 14 et 21 septembre 2005, respectivement. Les comparaisons ont été effectuées à l'aide du test de Chi-Carré et de Fisher Exact.

<sup>a</sup> Nombre d'individus ayant répondu avoir été exposé sur le total des individus ayant fourni une réponse.

<sup>b</sup> Concerne les trois jours précédant la collecte.

<sup>c</sup> Aucun individu exposé à la variable dans les deux groupes.

**Tableau 15**  
**Comparaison des facteurs de confusion potentiels à deux catégories**  
**entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin»**  
**pendant les quatre journées de collecte du printemps 2006**

Variable	Comparaison entre le groupe «exposé» et «témoin» (fraction des participants exposés dans chaque groupe <sup>a,b</sup> , valeur p)							
	Collecte du 23 mai		Collecte du 24 mai		Collecte du 30 mai		Collecte du 31 mai	
Respiré de la fumée de tabac à la maison	E1 : 4/53 T1 : 4/50	p = 1,000	E2 : 4/56 T2 : 6/56	p = 0,742	E3 : 4/54 T3 : 7/56	p = 0,528	E4 : 2/56 T4 : 4/56	p = 0,679
Respiré de la fumée de tabac au travail	E1 : 1/53 T1 : 0/50	p = 1,000	E2 : 0/56 T2 : 1/56	p = 1,000	E3 : 0/54 T3 : 1/56	p = 1,000	E4 : 0/56 T4 : 1/55	p = 0,495
Respiré de la fumée de tabac dans un bar	E1 : 3/53 T1 : 5/50	p = 0,480	E2 : 1/56 T2 : 4/56	p = 0,364	E3 : 2/54 T3 : 4/56	p = 0,679	E4 : 1/56 T4 : 4/55	p = 0,206
Utilisation d'un shampoing thérapeutique à base de goudron	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>	
Brûlé du bois dans la résidence	E1 : 2/53 T1 : 5/50	p = 0,261	E2 : 1/56 T2 : 4/56	p = 0,364	E3 : 0/54 T3 : 3/56	p = 0,243	E4 : 0/56 T4 : 2/56	p = 0,495
Été à proximité d'un feu de bois extérieur	E1 : 0/53 T1 : 1/50	p = 0,485	E2 : 0/56 T2 : 1/56	p = 1,000	E3 : 1/54 T3 : 4/56	p = 0,364	E4 : 1/55 T4 : 3/56	p = 0,618
Fait ou réparé de l'asphalte	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>	
Fait réparer ou refaire l'entrée de garage avec de l'asphalte ou du goudron	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>	
Fait ou réparé une toiture (bardeaux ou goudron)	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		E3 : 0/54 T3 : 2/56	p = 0,496	E4 : 0/57 T4 : 2/56	p = 0,243
Fait réparer ou refaire la toiture	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		E3 : 0/54 T3 : 2/56	p = 0,496	---- <sup>c</sup>	
Fait de la soudure	---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>		---- <sup>c</sup>	
Voyagé en véhicule >100 km	E1 : 10/53 T1 : 10/50	p = 0,885	E2 : 12/56 T2 : 9/56	p = 0,468	E3 : 11/54 T3 : 7/56	p = 0,265	E4 : 13/57 T4 : 4/56	p = 0,033 <sup>d</sup>

Notes : E = groupe «exposé» et T = groupe «témoin»; 1, 2, 3, 4 = collectes du 23, 24, 30 et 31 mai 2006, respectivement. Les comparaisons ont été effectuées à l'aide du test de Chi-Carré et de Fisher exact.

<sup>a</sup> Nombre d'individus ayant répondu avoir été exposé sur le total des individus ayant fourni une réponse.

<sup>b</sup> Concerne les trois jours précédant la collecte.

<sup>c</sup> Aucun individu exposé à la variable dans les deux groupes.

<sup>d</sup> Valeurs du groupe «exposé» > groupe «témoin».

**Tableau 16**  
**Comparaison des facteurs de confusion potentiels quantitatifs entre le groupe «exposé»**  
**et le groupe «témoin» pendant les deux journées de collecte de l'automne 2005**  
**analysées par UPLC-MS-TOF**

Variable	Comparaison entre le groupe «exposé» et «témoin» (médiane dans chaque groupe; valeur p)			
	Collecte du 14 septembre 2005		Collecte du 21 septembre 2005	
Estimé d'apport alimentaire en HAP ( $\mu\text{g}/\text{j}$ )	E2 : 0,20 T2 : 0,51	p = 0,011 <sup>b</sup>	E3 : 0,31 T3 : 0,38	p = 0,866
Nombre d'heures au domicile durant les 24 h précédant la collecte	E2: 17 T2: 24	p = 0,001 <sup>b</sup>	E3 : 17 T3 : 24	p < 0,001 <sup>b</sup>
Nombre d'heures au travail durant les 24 h précédant la collecte	E2: 7 T2: 7	p = 0,891	E3 : 4 T3 : 7	p = 0,481
Nombre d'heures au travail durant les 24-48 h précédant la collecte	E2: 4 T2: 7	p = 0,913	E3 : 3 T3 : 7	p = 0,110
Nombre d'heures au travail durant les 48-72 h précédant la collecte	E2: 0 T2: 0	p = 0,575	E3 : 0 T3 : 0	p = 0,048 <sup>b</sup>
Nombre d'heures où brûlé du bois dans la résidence <sup>a</sup>	E2: 0 T2: 0	p = 0,199	E3 : 0 T3 : 0	p = 0,945
Nombre d'heures à proximité d'un feu de bois extérieur <sup>a</sup>	E2: 0 T2: 0	p = 0,271	E3 : 0 T3 : 0	p = 0,983
Nombre de km voyagé en véhicule <sup>a</sup>	E2: 0 T2: 0	p = 0,906	E3 : 0 T3 : 0	p = 0,275
Unités de consommation d'alcool <sup>a,c</sup>	E2: 0 T2: 0	p = 0,521	E3 : 0 T3 : 0	p = 0,287

Notes : E = groupe «exposé» et T = groupe «témoin»; 2, 3 = collectes du 14 et 21 septembre 2005, respectivement. Les comparaisons ont été effectuées à l'aide du test de Mann-Withney.

<sup>a</sup> Concerne les trois jours précédant la collecte.

<sup>b</sup> Valeurs du groupe «témoin» > groupe «exposé».

<sup>c</sup> Une unité de consommation = une bière (12 onces ou 350 mL) ou un verre de vin (4 à 5 onces, 120 à 150 mL).

**Tableau 17**  
**Comparaison des facteurs de confusion potentiels quantitatifs entre le groupe «exposé»**  
**et le groupe «témoin» pendant les quatre journées de collecte du printemps 2006**

Variable	Comparaison entre le groupe «exposé» et «témoin» (médiane dans chaque groupe; valeur p)							
	Collecte du 23 mai		Collecte du 24 mai		Collecte du 30 mai		Collecte du 31 mai	
Estimé d'apport alimentaire en HAP (µg/j)	E1 : 0,75 T1 : 0,46	p = 0,036 <sup>b</sup>	E2 : 0,58 T2 : 0,17	p = 0,014 <sup>b</sup>	E3 : 0,62 T3 : 0,74	p = 0,572	E4 : 0,86 T4 : 0,34	p = 0,112
Nombre d'heures au domicile durant les 24 h précédant la collecte	E1: 20 T1: 24	p = 0,133	E2: 16 T2: 24	p = 0,001 <sup>c</sup>	E3: 17 T3: 24	p < 0,001 <sup>c</sup>	E4: 16 T4: 24	p < 0,001 <sup>c</sup>
Nombre d'heures au domicile durant les 24-48 h précédant la collecte	E1: 20 T1: 23	p = 0,469	E2: 20 T2: 24	p = 0,064	E3: 20 T3: 24	p = 0,001 <sup>c</sup>	E4: 16 T4: 24	p < 0,001 <sup>c</sup>
Nombre d'heures au domicile durant les 48-72 h précédant la collecte	E1: 19 T1: 24	p < 0,001 <sup>c</sup>	E2: 21 T2: 22	p = 0,650	E3: 18 T3: 24	p < 0,001 <sup>c</sup>	E4: 20 T4: 24	p < 0,001 <sup>c</sup>
Nombre d'heures au travail durant les 24 h précédant la collecte	E1: 0 T1: 0	p = 0,696	E2: 7 T2: 6	p = 0,116	E3: 4 T3: 5	p = 0,747	E4: 6 T4: 4	p = 0,367
Nombre d'heures au travail durant les 24-48 h précédant la collecte	E1: 0 T1: 0	p = 0,933	E2: 0 T2: 0	p = 0,850	E3: 0 T3: 0	p = 0,425	E4: 4 T4: 5	p = 0,928
Nombre d'heures au travail durant les 48-72 h précédant la collecte	E1: 0 T1: 0	p = 0,880	E2: 0 T2: 0	p = 0,602	E3: 0 T3: 0	p = 0,744	E4: 0 T4: 0	p = 0,404
Nombre d'heures où brûlé du bois dans la résidence <sup>a</sup>	E1: 0 T1: 0	p = 0,196	E2: 0 T2: 0	p = 0,172	E3: 0 T3: 0	p = 0,086	E4: 0 T4: 0	p = 0,155
Nombre d'heures à proximité d'un feu de bois extérieur <sup>a</sup>	E1: 0 T1: 0	p = 0,303	E2: 0 T2: 0	p = 0,317	E3: 0 T3: 0	p = 0,180	E4: 0 T4: 0	p = 0,319
Nombre de km voyagé en véhicule <sup>a</sup>	E1: 0 T1: 0	p = 0,907	E2: 0 T2: 0	p = 0,611	E3: 0 T3: 0	p = 0,137	E4: 0 T4: 0	p = 0,001 <sup>b</sup>
Unités de consommation d'alcool <sup>a, d</sup>	E1: 2 T1: 2	p = 0,499	E2: 0 T2: 1	p = 0,099	E3: 0 T3: 2	p = 0,157	E4: 0 T4: 0	p = 0,794

Notes : E = «exposé» et T = «témoin»; 1, 2, 3, 4 = collectes du 23, 24, 30 et 31 mai 2006, respectivement. Les comparaisons ont été effectuées à l'aide du test de Mann-Withney.

<sup>a</sup> Concerne les trois jours précédant la collecte.

<sup>b</sup> Valeurs du groupe «exposé» > groupe «témoin».

<sup>c</sup> Valeurs du groupe «témoin» > groupe «exposé».

<sup>d</sup> Une unité de consommation = une bière (12 onces ou 350 mL) ou un verre de vin (4 à 5 onces, 120 à 150 mL).

**Tableau 18**  
**Résultats des analyses multivariées évaluant les liens entre le groupe d'exposition**  
**ou l'apport alimentaire en HAP et l'excrétion urinaire de 1-hydroxypyrene**

Date de collecte	Variable	Estimation du paramètre	Valeur p	R <sup>2</sup> ajusté
14 septembre 2005	Coordonnée à l'origine	-2,987	<0,001	0,169
	Groupe d'exposition Témoins Exposés	-0,687 référence	<0,001 <sup>a</sup>	
	Apport alimentaire en HAP	0,004	0,935	
21 septembre 2005	Coordonnée à l'origine	-3,042	<0,001	0,004
	Groupe d'exposition Témoins Exposés	-0,195 référence	0,114	
	Apport alimentaire en HAP	-0,002	0,954	
23 mai 2006	Coordonnée à l'origine	-3,038	<0,001	0,010
	Groupe d'exposition Témoins Exposés	-0,296 référence	0,088	
	Apport alimentaire en HAP	-0,005	0,904	
24 mai 2006	Coordonnée à l'origine	-2,951	<0,001	0,047
	Groupe d'exposition Témoins Exposés	-0,390 référence	0,011 <sup>a</sup>	
	Apport alimentaire en HAP	0,035	0,522	
30 mai 2006	Coordonnée à l'origine	-2,900	<0,001	0,052
	Groupe d'exposition Témoins Exposés	-0,343 référence	0,006 <sup>a</sup>	
	Apport alimentaire en HAP	0,011	0,728	
31 mai 2006	Coordonnée à l'origine	-2,901	<0,001	0,070
	Groupe d'exposition Témoins Exposés	-0,361 référence	0,003 <sup>a</sup>	
	Apport alimentaire en HAP	0,034	0,351	

Note :  $\ln [1\text{-OHP}] = \beta_0 + \beta_1 \cdot [\text{groupe d'exposition}] + \beta_2 \cdot [\text{estimé d'apport alimentaire en HAP}]$

<sup>a</sup> Valeurs du groupe «exposé» > groupe «témoin».

## 5.8 CORRÉLATION ENTRE LES BIOMARQUEURS URINAIRES ET LES CONCENTRATIONS DE HAP DANS L'AIR

Les concentrations de plusieurs HAP ont été mesurées dans l'air du quartier Saint-Georges et du secteur Mingan les jours précédant les collectes urinaires. Les tableaux 6 et 7 présentent les valeurs obtenues. Ceci a permis de vérifier la corrélation entre les concentrations urinaires de 1-OHP de même que de pyrène-diones et les concentrations de pyrène particulaire dans l'air des quartiers à l'étude durant les 24 h précédant la collecte urinaire. Toutefois, étant donné le relativement faible nombre de journées d'échantillonnage et la faible gamme de concentrations de pyrène particulaire dans l'air au moment de l'étude, seules des analyses de corrélation de rang (corrélation de Spearman) ont pu être effectuées. Ces analyses ont tout de même montré une corrélation positive significative entre les concentrations de pyrène particulaire dans l'air et les concentrations de 1-OHP pour la période de l'automne ( $r = 0,298$ ;  $p < 0,001$ ), la période du printemps ( $r = 0,211$ ;  $p < 0,001$ ) et les deux périodes combinées ( $r = 0,264$ ;  $p < 0,001$ ). Pour les pyrène-diones, une corrélation positive significative avec les concentrations de pyrène particulaire dans l'air a été observée pour les périodes du printemps ( $r = 0,153$ ;  $p = 0,005$ ) ou du printemps et de l'automne combinées ( $r = 0,132$ ;  $p = 0,001$ ), mais pas de l'automne ( $r = -0,017$ ;  $p = 0,788$ ).

## 6. DISCUSSION

Cette étude de surveillance biologique a permis d'obtenir une indication relative de la dose absorbée de HAP chez des individus sans exposition professionnelle et non-fumeurs demeurant à proximité d'une des plus grosses usines de production de l'aluminium au Québec. Le 1-OHP, un métabolite du pyrène, a été utilisé comme biomarqueur validé, ce dernier étant le plus reconnu actuellement aux fins de l'appréciation de l'exposition aux HAP (Bouchard et Viau, 1999; Jongeneelen, 2001; ACGIH, 2006). Par ailleurs, les pyrène-diones ont été déterminées à titre exploratoire pour la première fois dans une étude d'évaluation de l'exposition environnementale aux HAP dans la population générale. Le 1-et 2-naphtol ont quant à eux été mesurés comme référence pour vérifier la contribution de l'usine puisque leur produit-mère, le naphthalène, est peu généré par les alumineries. Les métabolites du chrysène, du fluoranthène et du benzo(a)anthracène ont aussi été déterminés de façon exploratoire.

Afin de déterminer de façon simultanée de faibles niveaux de plusieurs biomarqueurs urinaires de l'exposition aux HAP, une méthode UPLC-MS-TOF sensible a été développée. Cette méthode a permis de détecter des quantités traces de métabolites avec des limites de détection analytiques variant de 0,005-0,01 µg/L. Les résultats de mesures de 1-OHP et de pyrène-diones ont montré que les individus demeurant à proximité de l'aluminerie étaient exposés de façon répétée à des niveaux plus importants de pyrène que les individus résidant à une plus grande distance. Pour plusieurs journées de collectes, les individus demeurant près de l'aluminerie présentaient des niveaux significativement plus élevés de 1-OHP et de pyrène-diones, en moyenne jusqu'à 2,0 et 2,4 fois, respectivement, que les individus résidant à une plus grande distance de l'usine. Toutefois, l'absorption des autres HAP évalués paraissait trop faible pour augmenter significativement l'excrétion urinaire de leurs métabolites.

Il est à noter que les biomarqueurs étudiés sont considérés comme indicateurs de l'exposition récente des 24-48 heures précédant une collecte puisque les données de la littérature indiquent une relativement faible demi-vie d'élimination ( $t_{1/2}$ ) de premier ordre de ces métabolites dans l'urine suite à une exposition orale ou cutanée aiguë chez des volontaires, soit de l'ordre de 12 heures (Viau et Vyskocil, 1995; Viau et al., 1995a), ou encore pendant une courte période de congé (ex. : une fin de semaine) chez des travailleurs ( $t_{1/2}$  = 6-35 heures; Jongeneelen et al., 1990; Boogaard et Van Sittert, 1994; Buchet et al., 1992; Quinlan et al., 1995). Par contre, dans une étude sous-chronique réalisée chez le rat, Bouchard et al. (2002) ont montré une augmentation progressive de l'excrétion journalière de 1-OHP suite à une exposition orale répétée au pyrène ou à un mélange de HAP pendant dix semaines consécutives. Ces données sont compatibles avec un relargage lent de pyrène résiduel accumulé dans l'organisme, suggérant une augmentation potentielle des niveaux de base chez des sujets exposés de façon répétée aux HAP. Ces dernières données sont en accord avec celles de Jongeneelen et al. (1988) montrant une demi-vie d'élimination de 16 jours chez un travailleur de la créosote pendant une période de vacances de 17 jours.

### 6.1 COMPARAISON AVEC LES DONNÉES PUBLIÉES

Quelques études sur la surveillance biologique de l'exposition environnementale aux HAP de source industrielle ont été publiées (tableau 19). L'exposition interne était évaluée principalement à partir de mesures de 1-OHP dans l'urine d'individus demeurant à proximité de ces sources. Malgré une amélioration notable de la qualité de l'air ces dernières décennies, les résultats d'études récentes continuent d'indiquer que le fait de résider à proximité de sources industrielles de HAP résulte en une certaine augmentation de

l'exposition interne aux HAP. Deux études récentes peuvent en particulier être citées, celles de Wilhem et al. (2007) et celle de Lee et al. (2007). Dans le cadre d'une étude transversale réalisée en Allemagne en 2000, Wilhem et al. (2007) ont rapporté que des enfants demeurant à proximité d'une usine de production de coke présentaient des concentrations médianes de 1-OHP significativement plus élevées, d'environ 1,9 fois, que ceux d'une région de référence (304,1 ng 1-OHP/g créatinine (n = 102) comparé à 156,5 ng 1-OHP/g créatinine (n = 113)). Les concentrations médianes de 1-OHP dans les deux groupes étudiés par Wilhem et al. (2007) étaient toutefois plus élevées que celles mesurées dans notre étude où les médianes variaient de 88-109 ng 1-OHP/g créatinine chez les sujets demeurant à proximité de l'usine comparé à 49-76 ng/g créatinine chez le groupe «témoin», selon les journées de collecte. Dans l'étude de Wilhem et al. (2007), les concentrations de BaP dans l'air ambiant du secteur industriel variaient de 0,75 à 8,8 ng/m<sup>3</sup> (n = 255) comparé à 0,4 ng/m<sup>3</sup> dans la région de référence; une association positive a aussi été observée entre les concentrations ambiantes de BaP et le 1-OHP dans l'urine. Les niveaux ambiants de BaP observés dans cette dernière étude sont comparables à ceux de la présente étude, les concentrations de BaP dans le quartier Saint-Georges, à proximité de l'usine, variant de 0,02 à 25,16 ng/m<sup>3</sup>, dans les 24 heures précédant une collecte, comparé à 0,02 à 0,3 ng/m<sup>3</sup> dans le secteur de référence. Lee et al. (2007) ont également évalué, dans une étude transversale réalisée en Corée en 2004, l'exposition aux HAP chez des étudiants âgés de 7 à 15 ans fréquentant une école primaire et secondaire située près d'une aciérie (à 2-2,7 km). Les concentrations moyennes géométriques de 1-OHP chez les adolescents du groupe à proximité de l'usine étaient significativement plus élevées, d'environ 1,3 fois, que ceux du groupe localisé à une plus grande distance (moyenne<sub>geom</sub> = 0,048 µmol 1-OHP/mol créatinine comparé à 0,036 µmol 1-OHP/mol créatinine, respectivement; étendue = 0,009 - 0,514 et <LD - 0,948 µmol 1-OHP/mol créatinine, respectivement). Les valeurs urinaires de 1-OHP observées dans les groupes «exposé» et «témoin» de cette dernière étude sont très similaires à celles obtenues dans la présente étude (tableau 10).

Dans le cadre du National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2000, les niveaux de base d'excrétion de 1-OHP et d'autres HAP monohydroxylés ont été déterminés dans la population générale américaine âgée de six ans et plus (Huang et al., 2006). Les individus âgés de 20 ans et plus, fumeurs ou exposés à la fumée de tabac passive, présentaient des niveaux deux à trois fois plus élevés de 1-OHP que ceux non exposés et du même groupe d'âge; un effet significatif de la cotinine était également observé. Les concentrations médianes de 1-OHP étaient de 0,025 µmol/mol créatinine chez les «non-fumeurs» (n = 1713) comparé à 0,080 µmol/mol créatinine chez les «fumeurs» (n = 391). Les concentrations médianes de 1-OHP obtenues dans notre groupe de référence (0,025-0,040 µmol/mol créatinine) étaient similaires à celles rapportées dans la population générale américaine non fumeuse alors que celles observées dans le groupe demeurant à proximité de l'aluminerie (0,047-0,058 µmol/mol créatinine) étaient de 1,92-2,28 fois plus élevées, selon les journées de collectes (tableau 10). Les valeurs médianes de 1-OHP obtenues dans notre groupe «exposé» étaient toutefois légèrement plus faibles que celles rapportées chez les fumeurs de la population américaine.

Deux études québécoises ont également été réalisées pour évaluer l'exposition aux HAP d'origine industrielle (tableau 20). Gilbert et Viau (1997) ont évalué l'exposition chez des individus demeurant à proximité d'une usine de réduction de l'aluminium par procédé Söderberg, à Shawinigan, par des mesures de 1-OHP. Des échantillons urinaires ont été collectés chez 20 sujets sans exposition professionnelle aux HAP demeurant à moins de 500 m de l'usine et 20 contrôles demeurant à Trois-Rivières, à 40 km de Shawinigan. Des concentrations urinaires moyennes géométriques (étendue) de 1-OHP de 0,046 (0,012-

0,116)  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine ont été déterminées chez les sujets non fumeurs du groupe témoin. Dans le groupe demeurant à proximité de l'usine, les concentrations urinaires étaient de 0,103 (0,056- 0,196)  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine chez les non-fumeurs. Dans la présente étude, les concentrations urinaires moyennes de 1-OHP observées dans le groupe demeurant à proximité de l'aluminerie de Baie-Comeau (variant de 0,05-0,06  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine, selon les journées de collecte) étaient plus faibles que celles observées dans l'étude de Gilbert et Viau (1997) chez des individus non fumeurs, mais demeurant à proximité de l'aluminerie de Shawinigan.

Par ailleurs, dans notre étude, les concentrations moyennes géométriques de 1-OHP dans le groupe demeurant à proximité de l'aluminerie étaient similaires à celles rapportées par St-Amour et al. (2000). En effet, St-Amour et al. (2000) ont également réalisé une étude de surveillance biologique de l'exposition aux HAP chez des personnes non fumeuses vivant aux environs d'une aluminerie québécoise, à Beauharnois, par des mesures de 1-OHP urinaire. Le groupe exposé comprenait les habitants de Beauharnois dont la résidence était située sous les vents dominants, à une distance de 1 à 2,5 km de l'usine. Le groupe témoin comprenait les habitants de Melocheville situés à contrevent, à une distance de 2,5 à 6 km de l'aluminerie. Le groupe exposé a été divisé en deux strates (fortement et faiblement exposés). Le groupe fortement exposé comprenait les résidants dont les habitations étaient localisées directement dans l'axe des vents dominants et le groupe faiblement exposé était constitué de résidants situés de part et d'autre de l'axe. Ces auteurs ont rapporté des concentrations urinaires géométriques (étendue) de 1-OHP de 0,060 (0,014-0,294)  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine ( $n = 40$ ) dans le groupe témoin. Les valeurs correspondantes dans le groupe exposé (fortement et faiblement exposés combinés) étaient de 0,073 (0,012-0,389)  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine ( $n=78$ ). Les résultats n'ont pas montré de différence significative dans l'excrétion urinaire de 1-OHP entre le groupe exposé (fortement et faiblement exposés combinés) et témoin; seule une différence statistiquement significative entre le groupe fortement exposé et le groupe témoin a été observée.

Les données d'excrétion urinaire de 1-OHP observées dans la présente étude pour le groupe «exposé» étaient aussi similaires à celles obtenues il y a plus d'une décennie par Viau et al. (1995b) chez deux groupes de référence comprenant des individus sans exposition professionnelle aux HAP et deux groupes de travailleurs faiblement exposés aux HAP. Dans l'étude de Viau et al. (1995b), les données d'excrétion urinaire chez les groupes de référence et les travailleurs faiblement exposés avaient été combinées. Sur un total de 140 individus fumeurs et non fumeurs, la moyenne géométrique (5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles) des concentrations urinaires de 1-OHP était de 0,08 (0,02-0,32)  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine. La moyenne géométrique des concentrations urinaires de 1-OHP chez des sujets non fumeurs ( $n = 95$ ) et fumeurs ( $n = 45$ ) était respectivement de 0,07 et 0,12  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine.

Ces dernières données montrent donc que, malgré une différence significative dans l'excrétion urinaire entre le groupe «exposé» et le groupe «témoin» de la présente étude, les concentrations observées dans notre groupe «exposé» (tableau 20) sont similaires à ceux rapportés dans des groupes témoins d'études québécoises antérieures. Il est par contre important de noter que les concentrations moyennes de 1-OHP obtenues dans le groupe «témoin» de la présente étude tendent à être plus faibles que celles rapportées il y a quelques années pour d'autres populations québécoises non fumeuses sans exposition professionnelle et sans exposition environnementale à des sources industrielles de HAP. En effet, rappelons que les concentrations moyennes géométriques de 1-OHP mesurées dans la présente étude dans le groupe «témoin» variaient de 0,025-0,040  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine, selon les journées de collecte (tel qu'évalué par la méthode UPLC-MS-TOF bien que les mêmes

valeurs centrales ont été obtenues par la méthode GC-MS (non montré), alors qu'elles étaient de 0,05 à 0,06  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine dans les études de Bouchard et al. (2001), St-Amour et al. (2000) et Gilbert et Viau (1997). Ces résultats pourraient s'expliquer par une diminution progressive de l'exposition au pyrène dans l'environnement général avec le temps (notamment une diminution de l'exposition à la fumée de tabac passive) ou par un milieu moins pollué en HAP dans le secteur témoin à l'étude.

La comparaison des données du NHANES 1999-2000 et NHANES 2001-2002 suggère également une tendance à la baisse dans les concentrations de 1-OHP urinaire dans la population américaine avec les années (tableau 19). En effet, les données du NHANES (2001-2002) publiées dans le cadre du Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals (CDC 2005) montrent des concentrations moyennes géométriques 1,6 fois plus faibles qu'en 1999-2000 (44,7 ng 1-OHP/g créatinine comparé à 72,3 ng/g créatinine). Il reste que, dans le groupe «exposé» de la présente étude, les concentrations de 1-OHP sont plus élevées que les niveaux de base observés dans un large échantillon de la population américaine non fumeuse.

Il est intéressant de noter que Levin (1995) rapporta dans un résumé des conclusions du premier atelier international sur le 1-OHP comme bioindicateur de l'exposition aux HAP, que les concentrations moyennes chez des individus non fumeurs de l'Europe de l'Ouest et du Canada se situaient entre 0,03 à 0,3  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine. Les concentrations correspondantes chez les fumeurs étaient normalement 0,05 à 0,5  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine plus élevées. Les valeurs les plus élevées ont été rapportées en Chine (Levin, 1995), où l'usage de charbon pour la cuisson des aliments et le chauffage est très abondant (Zhao et al., 1992). Levin (1995) conclut que les niveaux de base variaient selon le pays et que la pollution environnementale locale pouvait jouer un rôle important dans l'excrétion urinaire du 1-OHP.

En ce qui concerne les résultats obtenus dans la présente étude pour les métabolites urinaires de HAP autres que le pyrène, il a été observé que, chez les participants du quartier Saint-Georges, à proximité de l'aluminerie, les concentrations variaient de < 0,01 à 0,3  $\mu\text{g/L}$  pour le 3-hydroxyfluoranthène, de < 0,01 à 0,024  $\mu\text{g/L}$  pour le 3-hydroxybenzo(a)anthracène + 3-hydroxychrysène (non différenciés), de < 0,005 à 0,016  $\mu\text{g/L}$  pour le 1-hydroxybenzo(a)anthracène et étaient < 0,006  $\mu\text{g/L}$  pour le 6-hydroxychrysène pour les différentes journées de collectes, avec des pourcentages de détection d'au plus 21 %. Ces résultats sont similaires à ceux observés dans la population générale américaine adulte dans le cadre du NHANES 2001-2002 (CDC, 2005) indiquant des 95<sup>e</sup> centiles de 0,0907  $\mu\text{g/L}$  pour le 3-hydroxyfluoranthène, de 0,023  $\mu\text{g/L}$  pour le 3+9-hydroxybenzo(a)anthracène, de 0,043  $\mu\text{g/L}$  pour le 3-hydroxychrysène, <0,0039  $\mu\text{g/L}$  pour le 1-hydroxybenzo(a)anthracène et de 0,077  $\mu\text{g/L}$  pour le 6-hydroxychrysène. Pour le 1- et 2-naphtol, les concentrations observées dans notre étude sont également comparables à celles du NHANES 2001-2002 (CDC, 2005); les 95<sup>e</sup> centiles obtenus dans notre étude pour les participants du groupe «exposé» selon les journées de collectes étaient au plus de 35,8 et 11,4  $\mu\text{g/L}$  pour le 1- et 2-naphtol, respectivement, comparé à 23,3 et 28,1  $\mu\text{g/L}$  dans la population américaine.

**Tableau 19**  
**Concentrations moyennes géométriques de 1-hydroxypyrrène ( $\mu\text{mol/mol}$  créatinine) rapportées dans des études récentes pour des populations sans exposition professionnelle aux HAP avec ou sans exposition environnementale aux HAP d'origine industrielle**

Étude	Lieu d'étude (Année de collecte)	Population à l'étude (n)	Concentration moyenne géométrique de 1-OHP (étendue) ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine)
Lee et al. (2007)	Corée (2004)	Exposés - Étudiants âgés de 7 à 15 ans fréquentant une école primaire ou secondaire localisée à 2-2,7 km d'une aciérie (n = 606)  Témoins - Étudiants âgés de 7 à 15 ans fréquentant une école primaire ou secondaire localisée à 5,3-5,7 km d'une aciérie (n = 406)	0,048 (0,009-0,514)  0,036 (<LD-0,948)
Wilhem et al. (2007)	Allemagne (2000)	Exposés - Enfants âgés de 4,8 à 9,1 ans demeurant à proximité d'une usine de production du coke (n = 102)  Témoins- Enfants âgés de 4,8 à 9,1 ans demeurant dans une région de référence (n = 113)	0,158 <sup>a</sup> (0,030-1,072) (304,1 (57,4-2068,7) ng/g créat.)  0,081 <sup>a</sup> (0,026-0,560) (156,5 (49,7-1079,8) ng/g créat.)
Huang et al. (2006)	États-Unis (1999-2000)	NHANES 1999-2000 - Population américaine non fumeuse âgée de 20 ans et plus (n = 1713)  Population américaine fumeuse âgée de 20 ans et plus (n = 391)  Population américaine âgée de 20 ans et plus fumeuse et non fumeuse (n = 1309)	0,025 <sup>a</sup>  0,080 <sup>a</sup>  0,037 (95 <sup>e</sup> centile = 0,280) (72,3 (95 <sup>e</sup> centile = 541) ng/g créat.)
CDC (2005)	États-Unis (2001-2002)	NHANES 2001-2002 Population américaine âgée de 20 ans et plus fumeuse et non fumeuse (n = 1625)	0,023 (95 <sup>e</sup> centile = 0,121) (44,7 (95 <sup>e</sup> centile = 233) ng/g créat.)

<sup>a</sup> Seules les valeurs médianes et pas les moyennes géométriques ont été rapportées pour ces groupes.

**Tableau 20**  
**Concentrations moyennes géométriques de 1-hydroxypyrrène ( $\mu\text{mol/mol}$  créatinine)**  
**rapportées dans des études québécoises pour des populations sans exposition**  
**professionnelle aux HAP avec ou sans exposition environnementale aux HAP**  
**d'origine industrielle**

Étude	Année de collecte	Population à l'étude (n)	Concentration moyenne géométrique de 1-OHP (étendue) ( $\mu\text{mol/mol}$ créatinine)
Bouchard et al. (2001)	1998	Exposés - Résidants de Delson non fumeurs vivant à 50-360 m d'une usine d'imprégnation du bois à la créosote (n = 28)	0,05 (0,02-0,12 <sup>a</sup> )
		Témoins - Résidants de St-Constant non fumeurs vivant à 1,7-2,9 km d'une usine d'imprégnation du bois à la créosote (n = 26)	0,05 (0,01-0,42 <sup>a</sup> )
Gilbert et Viau (1997)	1996	Exposés - Résidants de Shawinigan demeurant à < 500 m d'une aluminerie de type Söderberg (n = 20)	
		- non fumeurs	0,103 (0,056-0,196)
		- fumeurs	0,250 (0,112-0,448)
		Témoins - Résidants de Trois-Rivières (n = 20)	
- non fumeurs	0,046 (0,012-0,116)		
- fumeurs	0,125 (0,051-0,282)		
St-Amour et al. (2000)	1998	Exposés - Résidants de Beauharnois non fumeurs demeurant à 1,0-2,5 km d'une aluminerie de type Söderberg (n = 78)	0,073 (0,012-0,389)
		Témoins - Résidants de Melocheville non fumeurs (n = 40)	0,060 (0,014-0,294)
Viau et al. (1995b)	NR <sup>b</sup>	Province de Québec (Montréal, Trois-Rivières, Saint-Amable)	
		- non fumeurs (n = 95)	0,07 <sup>c</sup>
		- fumeurs (n = 45)	0,12 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Seulement les 5<sup>e</sup> et 95<sup>e</sup> centiles ont été rapportés.

<sup>b</sup> NR = non rapporté.

<sup>c</sup> Étendue non rapportée.

## 6.2 COMPARAISON AVEC UNE VALEUR DE RÉFÉRENCE PROPOSÉE POUR LE 1-OHP

Jongeneelen (2001) proposa trois niveaux de valeurs guides pour le 1-OHP. Le premier niveau proposé est une concentration de référence de 1-OHP dans la population générale non fumeuse et fumeuse sans exposition professionnelle. Cette valeur est respectivement de 0,24  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine et 0,76  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine pour les non-fumeurs et fumeurs et correspond au plus faible 95<sup>e</sup> centile rapporté dans la littérature à cette époque. Un deuxième niveau de 1,4  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine a été proposé pour les travailleurs et correspond au plus faible niveau rapporté sans effet génotoxique observable. Le troisième niveau proposé correspond à la valeur limite d'exposition professionnelle de 2,3  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine et 4,9  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine pour les travailleurs de cokeries et d'alumineries, respectivement. Les résultats de la présente étude montrent que, pour toutes les journées de collecte, 95 % des individus des deux groupes à l'étude présentaient des concentrations de 1-OHP inférieures à la valeur 0,24  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine rapportée par Jongeneelen (2001). Seulement trois individus du groupe «exposé» présentaient, pour une journée de collecte donnée, des concentrations de 1-OHP supérieures à cette valeur et allant jusqu'à 2,29  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine; dans le groupe «témoin», quatre échantillons montraient des concentrations de 1-OHP supérieures à 0,24  $\mu\text{mol/mol}$  créatinine. Sur la base des données disponibles, l'exposition aux HAP pour les individus de la présente étude demeurant à proximité de l'usine apparaissent globalement comparables à ceux des autres populations générales de non-fumeurs étudiées dans la littérature jusqu'en 2000, dans la mesure où le ratio de concentrations HAP cancérigènes/pyrène est semblable dans tous ces milieux.

## 6.3 FACTEURS INFLUENÇANT POTENTIELLEMENT L'EXCRÉTION URINAIRE DES BIOMARQUEURS D'EXPOSITION AUX HAP

Les associations entre les différentes variables de confusion potentielles documentées par questionnaire et l'excrétion urinaire de biomarqueurs, 1-OHP, pyrène-diones et 1- et 2-naphtol, ont été également évaluées. Parmi les différentes relations étudiées, seule une association statistiquement significative entre la fumée de tabac et l'excrétion urinaire de 2-naphtol a été observée de façon relativement consistante dans le groupe «exposé» et «témoin», pour les différentes journées de collectes urinaires. Dans le groupe «témoin», une corrélation positive significative a également été observée entre les concentrations de pyrène-diones ou de 2-naphtol et celles de cotinine ajustées pour le contenu en créatinine. Toutefois, la distribution de ces dernières variables de confusion potentielles dans le groupe «exposé» et «témoin» était similaire. Bouchard et al. (2001) ont également obtenu une association entre l'exposition à la fumée de tabac passive et l'excrétion urinaire de 2-naphtol chez des individus de la population générale non fumeuse; tout comme dans la présente étude, l'excrétion du 1-naphtol n'était par contre pas associée à la fumée de tabac passive. Ces résultats sont en accord avec les données de Yang et al. (1999) qui montraient un ratio de concentrations de 2-naphtol sur 1-naphtol significativement plus élevé chez les fumeurs que chez les non-fumeurs. Par ailleurs, tout comme dans la présente étude, Lee et al. (2001) n'ont pas observé de contribution significative de l'exposition résidentielle à la fumée de tabac passive sur l'excrétion du 1-OHP, ce qui diverge des résultats de Scherer et al. (2000) montrant une corrélation positive significative entre l'excrétion de la cotinine et celle de 1-OHP.

Dans notre étude, l'absence de lien entre la plupart des variables documentées par questionnaire et l'excrétion des biomarqueurs s'explique par la faible exposition à ces variables. En effet, rappelons que, pour un groupe donné et pour une journée de collecte donnée, peu d'individus avaient indiqué être exposés à la fumée de tabac passive ou aux

produits de combustion du bois ou à d'autres sources ponctuelles d'exposition aux HAP, telles que l'asphaltage, la réfection de toiture ou la soudure ou encore un traitement thérapeutique à base de goudron (n < 10).

Les résultats de la présente étude montrent également l'absence de variations significatives dans l'excrétion du 1-OHP pour les différentes périodes de collectes urinaires. Ces résultats sont similaires à ceux de Cocco et al. (2007) qui rapportèrent l'absence de variations saisonnières dans l'excrétion du 1-OHP en plus de l'absence d'influence de l'âge, du niveau éducationnel, de l'indice de masse corporelle et de la fumée de tabac active et passive sur l'excrétion urinaire du 1-OHP.

L'apport alimentaire en HAP, estimé à partir de portions d'aliments riches en HAP documentées par questionnaire et de quantités de pyrène dans ces aliments rapportées dans la littérature, n'a pas non plus été corrélé à l'excrétion urinaire de 1-OHP, de naphthols et, sauf une exception pour une des journées de collectes, de pyrène-diones. De façon similaire, Bouchard et al. (2001) n'ont pu mettre en évidence d'association significative entre l'estimé d'apport alimentaire en HAP et l'excrétion urinaire de 1-OHP ou de 1- et 2-naphthol chez des individus de la population générale. Dans le cas du naphthalène, il est à noter que les niveaux dans la nourriture sont considérés généralement faibles comparés à ceux du pyrène (Fazio et Howard, 1983). Pour le 1-OHP, les résultats peuvent aussi être expliqués par la variabilité plus faible dans l'apport alimentaire comparé à la variabilité intra- et interindividuelle dans l'absorption et le métabolisme du pyrène ou dans l'excrétion du 1-OHP (Strickland et al., 1996; Viau et al., 2002) ou encore par l'imprécision de l'estimé d'apport alimentaire par questionnaire (Sithisarankul et al., 1997; Scherer et al., 2000). Plusieurs autres études épidémiologiques transversales chez des individus sans exposition professionnelle n'ont pas mis en évidence d'association significative entre l'estimé d'apport alimentaire par questionnaire et l'excrétion urinaire de 1-OHP (Roggi et al., 1997; Scherer et al., 2000) alors que des études alimentaires contrôlées ont montré une forte association entre la consommation récente d'aliments riches en HAP et l'excrétion urinaire de 1-OHP (Buckley et al., 1992; Kang et al., 1995b). Cocco et al. (2007) n'ont pas non plus observé d'association entre l'apport alimentaire en pyrène, estimé par la mesure dans des aliments et boissons ainsi qu'un questionnaire de portions alimentaires consommées, et l'excrétion urinaire de 1-OHP durant une période d'observation de cinq jours. Une étude transversale récente a toutefois montré une corrélation entre l'apport alimentaire et l'excrétion du 1-OHP; en effet, Suzuki et Yoshinaga (2007) ont évalué la contribution relative de l'inhalation et de l'alimentation sur les niveaux urinaires de 1-OHP chez des étudiants universitaires non fumeurs. Les quantités journalières de HAP consommées (ng/j) ont été calculées à partir des concentrations de HAP mesurées dans des duplicatas d'échantillons de nourriture et de boissons consommées par les sujets à l'étude (ng/g) ainsi que du poids des aliments et boissons consommés par jour (g/j) par chaque sujet au moment de l'échantillonnage. Les concentrations aériennes de HAP ont également été mesurées dans des échantillons d'air personnels. Ces auteurs ont conclu que l'exposition alimentaire quotidienne contribuait à plus de 90 % du total de l'exposition alimentaire et aérienne combinée de pyrène chez leurs participants. L'excrétion urinaire de 1-OHP était corrélée statistiquement avec les niveaux de HAP alimentaires, mais pas avec l'inhalation.

Dans la présente étude, malgré l'absence observée de lien entre l'estimé d'apport alimentaire en HAP et l'excrétion de biomarqueurs, une analyse multivariée a tout de même été effectuée pour tenir compte de l'effet potentiel de l'alimentation en plus de l'effet du groupe d'exposition sur l'excrétion urinaire des biomarqueurs, puisque l'apport alimentaire différait entre les deux groupes pour plusieurs journées de collectes urinaires. La variable

groupe d'exposition expliquait la majorité de la variance dans l'excrétion du 1-OHP alors que l'alimentation contribuait peu.

#### 6.4 INTÉRÊT POTENTIEL D'AUTRES BIOMARQUEURS QUE LE 1-OHP

Bien que le 1-OHP ait été utilisé dans cette étude comme base pour évaluer l'importance de l'exposition aux HAP d'origine industrielle, d'autres biomarqueurs ont aussi été mesurés. Un des biomarqueurs novateurs est le pyrène-dione, très peu étudié jusqu'à présent. En effet, ce n'est que récemment que Ruzgys et al. (2005) ont développé une méthode de chromatographie liquide à haute performance (HPLC)-fluorescence pour la mesure du pyrène-1,6- et 1,8-dione (P16D et P18D) dans l'urine de rats et d'humains. Cette méthode a ensuite été utilisée pour évaluer le profil temporel d'excrétion des pyrène-diones dans l'urine de rats exposés par voie intraveineuse (Ruzgys et al., 2006). Cette étude animale a montré que le P16D et le P18D étaient excrétés en quantités de 10 à 49 fois plus importantes dans l'urine que le 1-OHP pour des doses d'exposition intraveineuses variant de 0,05 à 50  $\mu\text{mol/kg}$ ; une excellente corrélation entre ces deux métabolites a aussi été observée. Quelques essais ont également été effectués par ces auteurs pour quantifier ces métabolites dans l'urine de travailleurs de la créosote et de volontaires exposés au pyrène ( $n = 4$ ). Les résultats ont montré que le P16D était excrété en concentrations plus importantes que le 1-OHP : le ratio P16D/1-OHP était de 4 et 12 chez les deux travailleurs et de 4 et 9 chez les volontaires. Une étude a de plus été réalisée par les mêmes auteurs pour évaluer les niveaux de pyrène-diones chez des individus non fumeurs et fumeurs sans exposition professionnelle (Ruzgys et al., 2007); toutefois, la méthode HPLC utilisée s'est avérée manquer de sensibilité aux faibles doses d'exposition au pyrène de la population générale.

Dans la présente étude, une méthode UPLC-MS-TOF sensible a été développée pour permettre la détection de ces métabolites chez des individus exposés à de faibles niveaux environnementaux de HAP. Les résultats montrent un intérêt des pyrène-diones comme biomarqueurs d'exposition environnementale aux HAP. Les niveaux de pyrène-diones dans l'urine étaient similaires à ceux du 1-OHP et une bonne corrélation a été observée entre les concentrations de 1-OHP et celles de pyrène-diones. Toutefois, la variabilité dans l'excrétion urinaire des pyrène-diones, aux différentes périodes de collectes, était généralement plus grande que celle du 1-OHP. Une différence dans les ratios de pyrène-diones/1-OHP aux faibles doses environnementales par rapport aux données chez des volontaires exposés au pyrène ou des travailleurs de la créosote suggère aussi la possibilité d'un ratio dose-dépendant. Grimmer et al. (1993), dans une étude sur les métabolites mono- et di-oxydés du phénanthrène chez l'humain, ont montré que les formes du phénanthrène dioxydées (1,2-, 3,4- et 9,10-diones) étaient plus abondantes de 2 à 6 fois comparé aux formes monoxydées (1-, 2-, 3-, 4- et 9-hydroxyphénanthrène) quand l'exposition aux HAP était élevée (de 1 à 10 mg/jour); à l'inverse, les formes du phénanthrène monoxydées prédominaient chez les volontaires fumeurs et non fumeurs faiblement exposés aux HAP (de 1 à 10  $\mu\text{g/jour}$ ), soit un rapport dioxydés/moноoxydés de 0,5 et 0,6, respectivement (Grimmer et al. 1993 ; Jacob et al. 1999). Des différences pourraient également exister dans le ratio des métabolites polyoxydés/moноoxydés selon la voie d'exposition. Les données de la présente étude suggèrent que davantage d'études devraient être réalisées pour vérifier l'intérêt de ces métabolites du pyrène nouvellement exploités comme biomarqueurs d'exposition environnementale aux HAP.



## 7. CONCLUSION

Cette étude confirme que les individus exposés aux HAP d'origine industrielle sont potentiellement exposés à des niveaux significativement plus élevés de certains HAP. Les résidents du quartier avoisinant l'aluminerie de Baie-Comeau présentaient de façon répétée des niveaux significativement plus élevés de 1-OHP que les individus du groupe «témoin» demeurant à une plus grande distance. Toutefois, les concentrations observées dans ce premier groupe étaient globalement inférieures à la concentration de référence de 0,24  $\mu\text{mol/mol}$  de créatinine proposée par Jongeneelen (2001), suggérant une exposition au pyrène et, par extension, aux HAP comparable à celle des autres populations générales de non-fumeurs étudiées dans la littérature jusqu'en 2000, dans la mesure où le ratio de HAP cancérigènes/pyrène est relativement semblable dans les différents milieux. Les résultats de cette étude suggèrent également, en accord avec les données du NHANES 1999-2000 et 2001-2002, une diminution de l'exposition aux HAP dans l'environnement général au fil des années, les concentrations de 1-OHP observées dans le groupe «témoin» étant plus faibles que celles rapportées auparavant pour d'autres populations témoins au Québec. Cette étude est également la première à incorporer des mesures de pyrène-diones comme indicateurs potentiels de l'exposition environnementale aux HAP dans la population générale, ces biomarqueurs étant présents en concentrations similaires à celles du 1-OHP dans les groupes à l'étude.



## 8. RÉFÉRENCES

ACGIH (2006). Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati.

Allaire, M., M. Barber, R.S. Friar, R. Roussel (1993). Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) at a point source of emissions. Part B: PAH emissions reduction at a horizontal stud Soderberg plant at Jonquière, Québec, Canada and the evolution of B[a]P in ambient urban air. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 43: 85-90.

Armstrong, V.C., R.C. Newhook (1992). Assessing the health risks of priority substances under the Canadian environmental protection act. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 15: 111-121.

Armstrong, B., C. Tremblay, D. Baris, G. Thériault (1994). Lung cancer mortality and polynuclear aromatic hydrocarbons: A case-cohort study of aluminum production workers in Arvida, Quebec, Canada. *Am. J. Epidemiol.* 139: 250-262.

Barry, J.P. (2002). Les HAP dans les sols. *Magazine Vie*. Disponible au site : [http://www.alcoa.com/canada/fr/pdf/vie\\_magazine.pdf](http://www.alcoa.com/canada/fr/pdf/vie_magazine.pdf), Accédé le 7 janvier 2007.

Barry J.P., G. Chassé (2003). Réhabilitation des sols du quartier Saint-Georges. *Magazine Vie*. Disponible au site : [http://www.alcoa.com/canada/fr/pdf/Alcoa\\_MagazineVie\\_2003.pdf](http://www.alcoa.com/canada/fr/pdf/Alcoa_MagazineVie_2003.pdf), Accédé le 7 janvier 2007.

Barry, J.P. (2005). Communication personnelle. ALCOA.

Bjorseth, A., O. Bjorseth, P.E. Fjeldstad (1978a). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the work atmosphere. II. Determination in a coke plant. *Scand. J. Work Environ. Health* 4: 224-236.

Bjorseth, A., O. Bjorseth, P.E. Fjeldstad (1978b). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the work atmosphere. I. Determination in an aluminum reduction plant. *Scand. J. Work Environ. Health* 4: 212-223.

Bjorseth, A., P. Bjorseth, P.E. Fjeldstad (1981). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the work atmosphere: determination of area-specific concentrations and job-specific exposure in a vertical pin Soderberg aluminum plant. *Scand. J. Work. Environ. Health* 7: 223-232.

Blumer, M. (1976). Polycyclic aromatic compounds in nature. *Sci. Am.* 234: 35-45.

Boogaard, P.J., N.J. Van Sittert (1994). Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in petrochemical industries by measurement of urinary 1-hydroxypyrene. *Occup. Environ. Med.* 51: 250-258.

Borneff, J. (1977). Fate of carcinogens in aquatic environments. In: *Fate of carcinogens in the air and water environments, part 2*, pp. 393-408. Edited by Suffet, I.H., Wiley, New York.

Bouchard, M., C. Viau (1999). Urinary 1-hydroxypyrene as a biomarker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: biological monitoring strategies and methodology for

determining biological exposure indices for various work environments. *Biomarkers* 4: 159-187.

Bouchard, M., L. Pinsonneault, C. Tremblay, J-P. Weber (2001). Biological monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in subjects living in the vicinity of a creosote impregnation plant. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 74: 505-513.

Bouchard, M., R. Thuot, G. Carrier, C. Viau (2002). Urinary excretion kinetics of 1-hydroxypyrene in rats subchronically exposed to pyrene or polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures. *J. Toxicol. Environ. Health, Part A* 65: 1195-1206.

Buchet, J.P., J.P. Gennart, F. Mercado-Calderon, J.P. Delavignette, L. Cupers, R. Lauwerys (1992). Evaluation of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in a coke production and a graphite electrode manufacturing plant: assessment of urinary excretion of 1-hydroxypyrene as a biological indicator of exposure. *Br. J. Ind. Med.* 49: 761-768.

Buckley, T.J., P.J. Liroy (1992). An examination of the time course from human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons to urinary elimination of 1-hydroxypyrene. *Br. J. Ind. Med.* 49:113-124.

Cartier, J-F., F. Gagnon (2000). Évaluation du risque cancérigène lié aux émissions atmosphériques de HAP d'origine industrielle à Baie-Comeau. Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux, Québec, Canada.

CDC (2005). Third national report on human exposure to environmental chemicals. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, pp 349-384.

Chuang, J.C., P.J. Callahan, C.W. Lyu, N.K. Wilson (1999). Polycyclic aromatic hydrocarbon exposures of children in low-income families. *J Expos Anal Environ Epidemiol* 9: 85-98.

Cocco, P., P.S. Moore, M.G. Ennas, M.G. Tocco, A. Ibba, S. Mattuzzi, M. Meloni, M. Monne, G. Piras, S. Collu, G. Satta, M. Zucca, A. Scarpa, C. Flore (2007). Effect of urban traffic, individual habits, and genetic polymorphisms on background urinary 1-hydroxypyrene excretion. *Ann. Epidemiol.* 17:1-8.

Cui, M., Z. Chen, Z. Zhao (1995). Benzo(a)pyrene in kitchen air and urinary 1-hydroxypyrene. *Indoor Environ.* 4: 306-310.

Dennis, M.J., R.C. Massey, G. Cripps, I. Venn, N. Howarth, G. Lee (1991). Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. *Food Addit. Contam.* 8: 517-530.

Doll, R., M.P. Vessey, R.W.R. Beasley, A.R. Buckley, E.C. Fear, R.E.W. Fisher, E.J. Gammon, W. Gunn, G.O. Hughes, K. Lee, B. Norman-Smith (1972). Mortality in gasworkers - Final report of a prospective study. *Br. J. Ind. Med.* 29, 394-406.

Fazio, T., J.W. Howard (1983). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food. In: Bjorseth A (ed) *Handbook of polycyclic aromatic hydrocarbons*. Dekker, New York, pp 461-505.

Gilbert N.L., C. Viau (1997). Biological monitoring of environmental exposure to PAHs in the vicinity of a Söderberg aluminium reduction plant. *Occup. Environ. Med.* 54: 619-621.

Gouvernement du Québec (2006). «Loi sur les services de santé et les services sociaux». Disponible au site

[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S\\_4\\_2/S4\\_2.html](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_4_2/S4_2.html) , Accédé le 8 janvier 2006.

Grimmer, G., G. Dettbarn, J. Jacob (1993). Biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in highly exposed coke plant workers by measurement of urinary phenanthrene and pyrene metabolites (phenols and dihydrodiols). *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 65: 189-199.

Halsall, C.J., P.J. Coleman, B.J. Davis, V. Burnett, K.S. Waterhouse, P. Harding-Jones, K.C. Jones (1994). Polycyclic aromatic hydrocarbons in U.K. urban air. *Environ. Sci. Technol.* 28: 2380-2386.

Hansen, A.M., P.M. Poulsen, T. Menne (1993). Longitudinal study of excretion of metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine from 2 psoriatic patients. *Acta Derm. Venereol.* 73: 188-190.

Hansen, A.M., O. Omland, O.M. Poulsen, D. Sherson, T. Sigaard, J.M. Christensen, E. Overgaard (1994). Correlation between work process-related exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and urinary levels of  $\alpha$ -naphthol,  $\beta$ -naphthylamine and 1-hydroxypyrene in iron foundry workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 65: 385-394.

Heikkilä, P., M. Luotamo, L. Pyy, V. Riihimäki (1995). Urinary 1-naphthol and 1-pyrenol as indicators of exposure to coal tar products. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 67: 211-217.

Hites, R.A., P.M. Gschwend (1981). The ultimate fates of polycyclic aromatic hydrocarbons in marine and lacustrine sediments. In *Polynuclear aromatic hydrocarbons: Physical and biological chemistry*, Sixth International Symposium, pp. 357-365. Edited by Cooke, M., Dennis, A.J. and Fisher, G.L., Battelle Press, Columbus, Ohio.

Huang, W., S.P. Caudill, J. Grainger, L.L. Needham, D.G. Patterson (2006). Levels of 1-hydroxypyrene and other monohydroxy polycyclic aromatic hydrocarbons in children: A study based on U.S. reference range values. *Toxicol. Lett.* 163: 10-19.

IARC (International Agency for Research on Cancer) (1984). IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. *Polynuclear Aromatic Compounds, Part 3, Industrial exposures in aluminum production, coal gasification, coke production, and iron and steel founding*, volume 34, pp. 11-247. IARC, WHO, Lyon, France.

Institut de la Statistique du Québec (2007). Disponible au site : [http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/struc\\_poplt/201\\_06.htm](http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/struc_poplt/201_06.htm), Accédé le 13 décembre 2007.

Jacob, J., D. Grimmer, G. Dettbarn (1999). Profile of urinary phenanthrene metabolites in smokers and non-smokers. *Biomarkers* 4: 319-327.

Jongeneelen, F.J., R.B.M. Anzion, P.T. Henderson (1987). Determination of hydroxylated metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine. *J. Chromatogr.* 413: 227-232.

Jongeneelen, F.J., R.B.M. Anzion, P.T.J. Scheepers, R.P. Bos, P.T. Henderson, E.H. Nijenhuis, S.J. Veenstra, R.M.E. Brouns, A. Winkes (1988). 1-Hydroxypyrene in urine as a biological indicator of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in several work environments. *Ann. Occup. Hyg.* 32: 35-43.

Jongeneelen, F.J., F.E. Van Leeuwen, S. Oosterink, R.B.M. Anzion, F. Van der Loop, R.P. Bos, H.G. Van Veen (1990). Ambient and biological monitoring of cokeoven workers: determinants of the internal dose of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Br. J. Ind. Med.* 47: 454-461.

Jongeneelen, F.J. (1994). Biological monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons; 1-Hydroxypyrene in urine of people. *Toxicol. Lett.* 72: 205-211.

Jongeneelen, F.J. (2001). Benchmark guideline for urinary 1-hydroxypyrene as biomarker of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Ann. occup. Hyg.* 45(1): 3-13.

Kang, D., N. Rothman, S-H. Cho, H.S. Lim, H-J. Kwon, S-M. Kim, B. Schwartz, P.T. Strickland (1995a). Association of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (estimated from job category) with concentration of 1-hydroxypyrene glucuronide in urine from workers at a steel plant. *Occup. Environ. Med.* 52: 750-756.

Kang, D.H., N. Rothman, M.C. Poirier, A. Greenberg, C.H. Hsu, B.S. Schwartz, M.E. Baser, J.D. Groopman, A. Weston, P.T. Strickland (1995b). Interindividual differences in the concentration of 1-hydroxypyrene-glucuronide in urine and polycyclic aromatic hydrocarbon-DNA adducts in peripheral white blood cells after charbroiled beef consumption. *Carcinogenesis* 16:1079-1085

Kanoh, T., M. Fukuda, H. Onozuka, T. Kinouchi, Y. Ohnishi (1993). Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in environment. *Environ. Res.* 62: 230-241.

Kolar, L.R., J. Ticha, F. Hann (1975). Pollution of soil, agricultures plants and vegetables by 3,4-benzopyrene in the Ceske Budejovice. *Cesk. Hyg.* 20: 135-139.

Lauwerys, R.R., P. Hoet (1993). *Industrial Chemical Exposure*, 2<sup>nd</sup> ed., London, Lewis, 1993, [s. p.].

Lee, W-J., Y-F. Wang, T-C. Lin, Y-Y. Chen, W-C. Lin, C-C. Ku, J-T. Cheng (1995). PAH characteristics in the ambient air of traffic-source. *Sci. Total Environ.* 159 : 185-200.

Lee, M.S., K-D. Eum, K-D Zoh, T.S. Kim, Y.S. Pak, D. Paek (2007). 1-Hydroxypyrene as a biomarker of PAH exposure among subjects living in two separate regions from a steel mill. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 80: 671-678.

Lesage, J., G. Perrault, P. Durand (1987). Evaluation of worker exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 48: 753-759.

Levin, J.O. (1995). First international workshop on hydroxypyrene as a biomarker for PAH exposure in man -summary and conclusions. *Sci. Total Environ.* 163: 165-168.

Lijinsky, W. (1991). The formation and occurrence of polynuclear aromatic hydrocarbons associated with food. *Mutat. Res.* 259: 251-261.

Lindstedt, G., J. Sollenberg (1982). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the occupational environment. *Scand. J. Work Environ. Health* 8: 1-19.

Loening, K.L., J.E. Merritt (1985). Nomenclature of metabolic products of PAH. In *Polynuclear aromatic hydrocarbons: a decade of progress*, Tenth International Symposium, pp. 535-555. Edited by Cooke, M. and Dennis, A.J., Battelle Press, Columbus, Ohio.

Loening, K., J. Merritt, D. Later, W. Wright (1990). *Polynuclear aromatic hydrocarbons. Nomenclature guide*. Battelle Press, Columbus, Ohio.

Meek, M.E., P.K.L. Chan, S. Bartlett (1994). Polycyclic aromatic hydrocarbons: Evaluation of risks to health from environmental exposure in Canada. *Environ. Carcino. Ecotox. Rev.* C12 : 443-452.

Merlo, F., A. Andreassen, A. Weston, C.F. Pan, A. Haugen, F. Valerio, G. Reggiardo, V. Fontana, S. Garte, R. Puntoni, A. Abbondandolo (1998). Urinary excretion of 1-hydroxypyrene as a marker for exposure to urban air levels of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 7: 147-155.

Nikolaou, K., P. Masclat, G. Mouvier (1984). Sources and chemical reactivity of polynuclear aromatic hydrocarbons in the atmosphere - A critical review. *Sci. Total Environ.* 32: 103-132.

NIOSH (1985). Manual of analytical method N5506-1-5506-9. In National Institute of Occupational Safety and Health. Cincinnati, Ohio.

Normandin, L., F. Gagnon, M. Bouchard, C. Tremblay (2005). Étude de faisabilité d'un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques d'origine industrielle à Baie-Comeau, Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux de la Côte-Nord et Institut national de santé publique du Québec, 13 pages.

Odense, R.B., M.S. Hutcheson, J.D. Popham, B.F. Fowler (1985). Mutagenicity and toxicity of PAH contaminated marine sediment. In *Polynuclear aromatic hydrocarbons: a decade of progress*, Tenth International Symposium, pp. 649-660. Edited by Cooke, M. and Dennis, A., Battelle Press, Columbus, Ohio.

Ovrebo, S., A. Haugen, K. Hemminki, K. Szyfter, P.A. Drablos, M. Skogland (1995). Studies of biomarkers in aluminum workers occupationally exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Detect. Prev.* 19(3): 258-267.

Paquet, J., J.P. Barry (2004). Méthode de travail - Échantillonnage des poussières et des HAP de l'air urbain à l'aide d'un système à grand débit (Hi-Vol), 7 pages, 28/12/2004.

Pathirana, S., D.W. Connell, P.D. Vowles (1994). Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an urban roadway system. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 28: 256-269.

Petry, T., P. Schmid, C. Schlatter (1994). Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in two different silicon carbide plants. *Ann. Occup. Hyg.* 38: 741-752.

Quan, W.Y., D.H. Tian, Z.H. Zhao (1995). Urinary 1-hydroxypyrene level as a biomarker: human exposure to ambient polycyclic aromatic hydrocarbons in China. *Ambio* 24(4): 226-230.

Quinlan, R., G. Kowalczyk, K. Gardiner, I.A. Calvert, K. Hale, S.T. Walton (1995). Polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in coal liquefaction workers: The value of urinary 1-hydroxypyrene excretion in the development of occupational hygiene control strategies. *Ann. Occup. Hyg.* 39: 329-346.

Redmond, C.K., B.R. Strobino, R.H. Cypess (1976). Cancer experience among coke by-product workers. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 271: 102-115.

Roggi, C., C. Minoia, G.F. Sciarra, P. Apostoli, L. Maccarini, S. Magnaghi, A. Cenni, A. Fonte, G.F. Nidasio, G. Micoli (1997). Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group. *Sci. Total Environ.* 199: 247-254.

Roussel, R., M. Allaire, R.S. Friar (1992). Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons at a point source of emissions. Part A: Identification and determination of polycyclic aromatic compounds in airborne particulate matter near a horizontal stud Soderberg plant. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 42 : 1609-1613.

Ruzgytė, A., M. Bouchard, C. Viau (2005). Development of a high-performance liquid chromatographic method for the simultaneous determination of pyrene-1,6- and 1,8-dione in animal and human urine. *J. Anal. Toxicol.* 29: 533-538.

Ruzgytė, A., M. Bouchard, C. Viau (2006). Comparison of the urinary excretion time courses of pyrene-1,6-dione, pyrene-1,8-dione and 1-hydroxypyrene in rats intravenously exposed to pyrene. *Biomarkers* 11(5): 417-427.

Ruzgytė, A., C. Viau, M. Bouchard (2007). Mise à l'essai d'une méthode de détermination de la pyrène-1,6-dione et de la pyrène-1,8-dione dans l'urine de volontaires sans exposition professionnelle aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, *Travail et Santé*, Édition de septembre 2007.

Scherer, G., S. Frank, K. Riedel, I. Meger-Kossien, T. Renner (2000). Biomonitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons of nonoccupationally exposed persons. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 9: 373-380.

Sithisarankul, P., P. Vineis, D. Kang, N. Rothman, N. Caporaso, P. Strickland (1997). Association of 1-hydroxypyrene-glucuronide in human urine with cigarette smoking and broiled or roasted meat consumption. *Biomarkers* 2: 217-221.

Siwinska, E., D. Mielzynska, E. Smolik, A. Bubak, J. Kwapulinski (1998). Evaluation of intra- and interindividual variation of urinary 1-hydroxypyrene, a biomarker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons, *Sci Total Environ* 217: 175-183.

Strickland, P., D. Kang, P. Sithisarankul (1996). Polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites in urine as biomarkers of exposure and effect. *Environ. Health Perspect.* 104(suppl 5): 927-932.

St-Amour, M., C. Tremblay, L. Jacques, J-P. Weber (2000). Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques chez des personnes vivant aux

environs d'une aluminerie québécoise, *Revue d'épidémiologie et de santé publique* 48(5): 439-448.

Suzuki, K., J. Yoshinaga (2007). Inhalation and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and urinary 1-hydroxypyrene in non-smoking university students *Int. Arch. Occup. Environ. Health* (sous presse).

U.S.E.P.A. (U.S. Environmental Protection Agency) (1979). Priority pollutants list. *Federal Register* 44(233): 69514-69517.

Van Rooij, J.G.M., M.M.S. Veeger, M.M. Bodelier-Bade, P.T.J. Scheepers, F.J. Jongeneelen (1994). Smoking and dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons as sources of interindividual variability in the baseline excretion of 1-hydroxypyrene in urine. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 66: 55-65.

Van Schooten, F-J., E.J.C. Moonen, E. Rhijnsburger, B. Van Agen, H.H.W. Thijssen, J.C.S. Kleinjans (1994). Dermal uptake of polycyclic aromatic hydrocarbons after hairwash with coal-tar shampoo. *The Lancet* 344: 1505-1506.

Van Wijnen, J.H., R. Slob, G. Jongmans-Liedekerken, R.H.J. Van de Weerd, F. Woudenberg (1996). Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons among Dutch children. *Environ. Health Perspect.* 104(5):530-534.

Viau, C., A. Vyskocil (1995). Patterns of 1-hydroxypyrene excretion in volunteers exposed to pyrene by the dermal route. *Sci. Total Environ.* 163: 187-190.

Viau, C., G. Carrier, A. Vyskocil, C. Dodd (1995a). Urinary excretion kinetics of 1-hydroxypyrene in volunteers exposed to pyrene by the oral and dermal route. *Sci. Total Environ.* 163:179-186.

Viau, C., A. Vyskocil, L. Martel (1995b.) Background urinary 1-hydroxypyrene in non-occupationally exposed individuals in the Province of Québec, Canada, and comparison with its excretion in workers exposed to PAH mixtures. *Sci. Total Environ.* 163: 191-194.

Viau, C., G. Hakizimana, M. Bouchard (2000). Indoor exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and carbon monoxide in traditional houses in Burundi. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 73: 331-338.

Viau, C., A. Diakité, A. Ruzgyte, B. Tuchweber, C. Blais, M. Bouchard, A. Vyskocil (2002). Is 1-hydroxypyrene a reliable bioindicator of measured dietary polycyclic aromatic hydrocarbon under normal conditions? *J. Chromat. B* 778: 165-177.

Vine, M.F., B.S. Hulka, B.H. Margolin, Y.K. Truong, P.C. Hu, M.M. Schramm, J.D. Griffith, M. McCann, R.B. Everson (1993). Cotinine concentrations in semen, urine, and blood of smokers and nonsmokers. *Am. J. Public Health* 83: 1335-1338.

WHO Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environmental Health Criteria* 202, Geneva, 1998, 883 pages.

Wall, M.A., J. Johnson, P. Jacob, N.L. Benowitz (1988). Cotinine in the serum, saliva, and urine of nonsmokers, passive smokers, and active smokers. *Am. J. Public Health* 78: 699-701.

Wild, S.R., K.C. Jones (1995). Polynuclear aromatic hydrocarbons in the United Kingdom environment: a preliminary source inventory and budget. *Environ. Pollut.* 88: 91-108.

Wilhelm, M., G. Eberwein, J. Hölzer, D. Gladtko, J. Angerer, B. Marczyński, H. Behrendt, J. Ring, D. Sugiri, U. Ranft (2007). Influence of industrial sources on children's health - Hot spot studies in North Rhine Westphalia, Germany. *Int. J. Hyg. Environ. Health* (sous presse).

Yang, M., M. Koga, T. Katoh, T. Kawamoto (1999). A study for the proper application of urinary naphthols, new biomarkers for airborne polycyclic aromatic hydrocarbons. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 36: 99-108.

Youngblood, W.W., M. Blumer (1975). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the environment: homologous series in soils and recent marine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 39: 1303-1314.

Zhao, Z-H., W-Y. Quan, D-H. Tian (1992). Experiments on the effects of several factors on the 1-hydroxypyrene level in human urine as an indicator of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Sci. Total Environ.* 113: 197-207.

**ANNEXE 1**  
**SECTEURS À L'ÉTUDE**



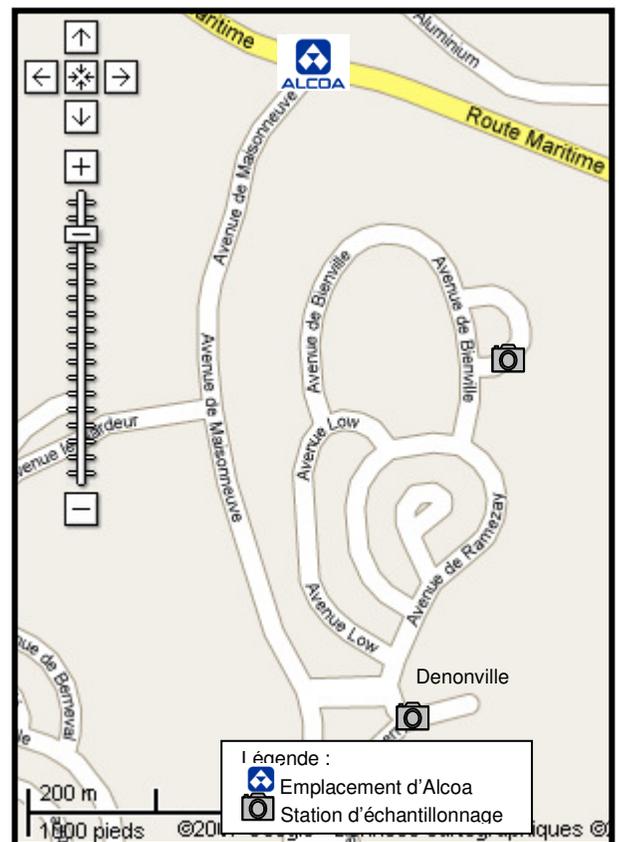
**Figure 1**  
Secteurs à l'étude à proximité de l'aluminerie de Baie-Comeau



**Figure 2**  
Stations d'échantillonnage situées dans le secteur Mingan



**Figure 3**  
Stations d'échantillonnage situées dans le secteur Saint-Georges



Source : ©2007 Google - Données cartographiques ©2007 NAVTEQ™

<http://www.google.ca/maps?hl=fr&tab=wl&q=>

**Figure 4**  
**Résidences du quartier Saint-Georges situées à proximité de l'aluminerie**



**ANNEXE 2**  
**QUESTIONNAIRE D'ADMISSIBILITÉ**



Numéro de dossier :

APPELS TÉLÉPHONIQUES															
<i>Faire un maximum de cinq appels dont au minimum un le soir et un la fin de semaine.</i>															
1 <sup>er</sup> appel : / _____ / _____ / _____ /	Heure : _____														
Jour      Mois      Année Notes explicatives : _____ _____															
2 <sup>e</sup> appel : / _____ / _____ / _____ /	Heure : _____														
Jour      Mois      Année Notes explicatives : _____ _____															
3 <sup>e</sup> appel : / _____ / _____ / _____ /	Heure : _____														
Jour      Mois      Année Notes explicatives : _____ _____															
4 <sup>e</sup> appel : / _____ / _____ / _____ /	Heure : _____														
Jour      Mois      Année Notes explicatives : _____ _____															
5 <sup>e</sup> appel : / _____ / _____ / _____ /	Heure : _____														
Jour      Mois      Année Notes explicatives : _____ _____															
Résultat final des tentatives d'appel : <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Non-réponse aux messages laissés sur le répondeur .....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>1</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Pas de réponse .....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Propriétaire absent/en voyage .....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>3</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Propriétaire n'habite plus ici .....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Mauvais numéro .....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>5</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Refus de répondre.....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>6</sub></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Autre, <b>précisez</b> : _____</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><input type="checkbox"/><sub>7</sub></td> </tr> </table>		Non-réponse aux messages laissés sur le répondeur .....	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	Pas de réponse .....	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	Propriétaire absent/en voyage .....	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	Propriétaire n'habite plus ici .....	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>	Mauvais numéro .....	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>	Refus de répondre.....	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>	Autre, <b>précisez</b> : _____	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>
Non-réponse aux messages laissés sur le répondeur .....	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>														
Pas de réponse .....	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>														
Propriétaire absent/en voyage .....	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>														
Propriétaire n'habite plus ici .....	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>														
Mauvais numéro .....	<input type="checkbox"/> <sub>5</sub>														
Refus de répondre.....	<input type="checkbox"/> <sub>6</sub>														
Autre, <b>précisez</b> : _____	<input type="checkbox"/> <sub>7</sub>														

Numéro de dossier :

Bonjour/Bonsoir,

Pourrais-je parler à un adulte qui habite votre résidence?

Mon nom est \_\_\_\_\_. Je suis \_\_\_\_\_ (toxicologue, étudiant en médecine) et je vous contacte au nom de la Direction de santé publique de la Côte-Nord. Au cours des derniers jours, avez-vous été informé que des chercheurs veulent effectuer une étude sur l'exposition aux HAP? Cette étude est la continuité des travaux déjà amorcés pour évaluer et contrôler l'impact des HAP émis dans l'environnement par l'aluminerie.

Les HAP sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques produits par une combustion incomplète de la matière organique. Les anciens procédés de fabrication de l'aluminium sont une source importante de HAP dans l'environnement.

Afin de réaliser cette étude, on recherche des individus qui accepteraient de fournir un échantillon d'urine à quelques reprises durant une année. En analysant vos urines, il est possible de connaître la quantité de HAP que vous avez absorbés. Seules les substances provenant des HAP seront recherchées. Si vous acceptez, vous devrez remplir un court questionnaire lors de chaque collecte d'urine. Vous n'aurez pas à vous déplacer. On se chargera de vous remettre les contenants nécessaires pour la collecte de vos urines et on reviendra chercher les contenants plus tard.

Notez que les informations contenues dans les questionnaires et les résultats d'analyses d'urine seront traités de manière strictement confidentielle par les médecins et les chercheurs de l'équipe.

Êtes-vous intéressé à participer à cette étude?

- Oui  
 Non

**Si non intéressé : PASSEZ À LA QUESTION 14**

Numéro de dossier :

## QUESTIONNAIRE

### Première partie : entrevue téléphonique

#### CRITÈRES D'ADMISSIBILITÉ

*Même si vous avez accepté de participer à la présente étude, certaines de vos activités pourraient rendre vos tests d'urine difficiles à interpréter. Pour éviter de vous faire perdre votre temps, je veux vous poser une dizaine de questions pour m'assurer que vous pouvez participer à l'étude.*

#### 1. Quel âge avez-vous?

---

**Si âgé de 65 ans et plus :** *Je dois vous aviser que les personnes âgées de plus de 65 ans ne peuvent pas faire partie de l'étude. Seuls les individus âgés entre 16 et 64 ans sont recrutés pour l'instant. Il se pourrait qu'on vous contacte de nouveau. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

#### 2. Êtes-vous un fumeur?

- Oui  
 Non

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les fumeurs ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les produits que nous voulons mesurer dans l'urine peuvent également provenir de la fumée de cigarette. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats d'analyses. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

Numéro de dossier :

**3. Travaillez-vous chez Alcoa?**

- Oui  
 Non

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les travailleurs de l'aluminerie Alcoa ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les travailleurs de cette aluminerie sont exposés professionnellement aux HAP à des concentrations pouvant être supérieures à celles rencontrées dans l'environnement. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats d'analyses d'urine. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

*PASSEZ À LA QUESTION 14*

**4. Occupez-vous un emploi actuellement?**

- Oui  
 Non → passez à la question 9

**5. Informations sur votre emploi**

**a) Quel est votre employeur?**

- |   |                          |                        |                          |
|---|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Abitibi-Consolidated                                    | <input type="checkbox"/> | Hydro-Québec           | <input type="checkbox"/> |
| Cégep de Baie-Comeau                                    | <input type="checkbox"/> | Scierie des Outardes   | <input type="checkbox"/> |
| Centre hospitalier régional Baie-Comeau                 | <input type="checkbox"/> | Scierie Manic (Kruger) | <input type="checkbox"/> |
| Commission scolaire de l'Estuaire (secteur Manicouagan) | <input type="checkbox"/> | Ville de Baie-Comeau   | <input type="checkbox"/> |
| CLSC et Centre d'hébergement de Manicouagan             | <input type="checkbox"/> | Autre : _____          |                          |

**b) Quel poste occupez-vous?**

\_\_\_\_\_

Numéro de dossier :

**6. Avez-vous un second emploi?**

- Oui  
 Non → passez à la question 8

**7. Informations sur le second emploi**

**a) Quel est votre second employeur?**

- |   |                          |                        |                          |
|---|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Abitibi-Consolidated                                    | <input type="checkbox"/> | Hydro-Québec           | <input type="checkbox"/> |
| Cégep de Baie-Comeau                                    | <input type="checkbox"/> | Scierie des Outardes   | <input type="checkbox"/> |
| Centre hospitalier régional Baie-Comeau                 | <input type="checkbox"/> | Scierie Manic (Kruger) | <input type="checkbox"/> |
| Commission scolaire de l'Estuaire (secteur Manicouagan) | <input type="checkbox"/> | Ville de Baie-Comeau   | <input type="checkbox"/> |
| CLSC et Centre d'hébergement de Manicouagan             | <input type="checkbox"/> | Autre : _____          |                          |

**b) Quel poste occupez-vous?**

\_\_\_\_\_

**8. Dans vos emplois, êtes-vous exposé à :**

- |  |                              |                              |
|--|------------------------------|------------------------------|
| 1) des travaux de ramonage de cheminées          | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| 2) de l'imprégnation de bois avec de la créosote | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| 3) des travaux de pavage d'asphalte              | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| 4) un travail dans une fonderie                  | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| 5) un travail comme pompier                      | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |
| 6) l'incinération de déchets                     | <input type="checkbox"/> Oui | <input type="checkbox"/> Non |

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les personnes exposées aux HAP dans leur travail ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les tâches que vous effectuez peuvent vous exposer à des concentrations de HAP pouvant être supérieures à celles rencontrées dans l'environnement. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats d'analyses d'urine. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

Numéro de dossier :

**9. Utilisez-vous du shampoing, du savon, un onguent ou une lotion à base de goudron (ces produits sont employés dans le traitement de certaines maladies de la peau, par exemple le psoriasis ou l'eczéma ou contre les pellicules)?**

- Oui → lesquels? \_\_\_\_\_
- Non

En cas de doute, référez-vous au tableau suivant :

**Liste des shampoings, des savons, des onguents ou des lotions à base de goudron**

Balnetar liq	Melaleuca gel traitant antipelliculaire René Furteret	Psoriasis scalp liquid
Denorex extra strength shampoo	Multitar plus	Sebcur-T
Denorex extra strength medicated shampoo with conditioners	Multitar plus herbal shampoo	Sebuton shampoo
Denorex medicated shampoo-regular	Multitar plus SHP mild	S J Liniment
Denorex medicated shampoo spring fresh	Neutrogena T/Gel extra	Sterex CRM plus
Denorex medicated shampoo with conditioners	Neutrogena T/Gel shampoo stubborn itch	Sterex lot plus
DHS tar shampoo	Neutrogena T/Gel therapeutic shampoo	Sterex SHP
Doak oil	Odans liquor carbonis detergens	Tardan SHP
Doak Oil Forte	Oxipor lotion	Tar distillate liq
Estar gel	P & S plus gel	Targel
Exorex formula	Pentrax gold shampoo	Targel SA
Exorex gel 1-EML	Pentrax tar shampoo	Tersa-tar mild shampoo
Exorex gel 2-EML	Polytar AF shampoo	Tersa-tar SHP
Mazon medicated cream	Polytar mild shampoo	X-Seb T plus conditioning shampoo
Mazon medicated shampoo	Polytar shampoo	X-Seb T shampoo
Mazon medicated soap	Psoriasis gel	X-tar shampoo
Medi-dan shampoo	Psoriasis liquid	

Source : <http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/drugs-dpd/index.html>. Site consulté en décembre 2004.

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les personnes qui utilisent des produits à base de goudron ne peuvent pas faire partie de l'étude. Ces produits contiennent des HAP qui sont absorbés par la peau et pourraient influencer les résultats de vos analyses d'urine. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

Numéro de dossier :

Certains problèmes de santé peuvent modifier le comportement des polluants dans l'organisme. Ces problèmes peuvent rendre les résultats d'analyses d'urine difficiles à interpréter. Afin de m'assurer que vous pouvez participer à l'étude, je dois vous poser quelques questions sur votre santé. Je vous rappelle que les informations seront traitées de manière strictement confidentielle par le médecin et les chercheurs de l'équipe.

**10. Avez-vous présentement ou avez-vous déjà eu des problèmes au niveau des reins?**

Oui → lesquels?

---

Insuffisance rénale chronique

Néphropathie diabétique

Hypertension avec néphropathie (maladie vasculaire rénale)

Glomérulonéphrite (syndrome néphritique et néphrotique)   
\* Lupus avec atteinte rénale

Néphropathie ischémique (rénovasculaire, vasculite...)

Syndrome des reins polykystiques

Tumeur rénale (cancer)

Myélome multiple

Greffe rénale

Sous dialyse

Non

\* Les infections urinaires, les lithiases rénales et urinaires («pierre sur les reins et la vessie») et les pyélonéphrites n'excluent pas les participants de l'étude.

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les personnes ayant des maladies rénales ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les substances que nous voulons mesurer sont éliminées en partie dans l'urine. Des problèmes au niveau des reins peuvent modifier l'élimination des substances qu'on désire analyser. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

Numéro de dossier :

**11. Avez-vous présentement ou avez-vous déjà eu des problèmes au niveau du foie?**

Oui lesquels?

---

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Insuffisance hépatique   | <input type="checkbox"/> |
| Ictère ou jaunisse   | <input type="checkbox"/> |
| Hépatite (alcoolique, virale : A-B-C-D, médicamenteuse)                  | <input type="checkbox"/> |
| Cirrhose (alcoolique, virale, vasculaire, médicamenteuse, post-hépatite) | <input type="checkbox"/> |
| Stéatose   | <input type="checkbox"/> |
| Tumeur hépatique (cancer)  | <input type="checkbox"/> |
| Cholangite sclérosante primaire  | <input type="checkbox"/> |
| Hémochromatose   | <input type="checkbox"/> |
| Maladie de Wilson  | <input type="checkbox"/> |
| Déficit en alpha-1 antitrypsine  | <input type="checkbox"/> |
| Prise d'antifongique par voie orale                                      | <input type="checkbox"/> |

Non

\* Les cholécystites, les lithiases («pierre au foie») ou une cholécystectomie (enlèvement de la vésicule biliaire) n'excluent pas les participants de l'étude.

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les personnes ayant des maladies hépatiques ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les substances que nous voulons mesurer dans votre urine sont transformées au niveau du foie avant d'être éliminées dans les urines. Des problèmes au niveau du foie peuvent modifier l'élimination des substances qu'on désire analyser. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

Numéro de dossier :

**12. Êtes-vous présentement traité pour un cancer?**

Oui → lequel?

---

Non

**Si non admissible** : *Je dois vous aviser que les personnes atteintes de cancer ne peuvent pas faire partie de l'étude. Cette maladie peut modifier le comportement des polluants de l'environnement absorbés par l'organisme. Toutefois, d'autres personnes de votre résidence pourraient être admissibles à l'étude.*

**PASSEZ À LA QUESTION 14**

**13. Afin de mieux connaître nos participants à l'étude, j'aurais besoin de savoir votre dernière année de scolarité complétée, est-ce au ...?**

- Niveau primaire (7 années ou moins)
- Niveau secondaire (entre 8 et 12 années)
- Niveau collégial (entre 13 et 15 années)
- Niveau universitaire

**INVENTAIRE DES PERSONNES QUI HABITENT LA RÉSIDENCE**

**14. En débutant par les adultes, combien de personnes âgées entre 16 et 64 ans habitent avec vous actuellement?**

---

Numéro de dossier :

**15. Quels sont leurs noms et prénoms?**

Personne habitant avec le répondant	Inapte
1)	
2)	
3)	
4)	
5)	

**16. Parmi les personnes qui habitent avec vous, est-ce qu'il y en a qui, au sens de la loi, sont inaptes, c'est-à-dire qui sont sous la curatelle ou qui ont un mandataire pour s'occuper de leurs affaires?**

Oui → Qui? (répondre au tableau de la question 15)

Non

**Si admissible :** *Le questionnaire est complété. Vous pouvez participer à l'étude. Dans les prochaines semaines, nous vous contacterons de nouveau afin de prendre rendez-vous pour une entrevue à votre domicile. Lors de cette entrevue, on vous présentera l'étude et on vous remettra les contenants nécessaires à la collecte de vos urines qu'on reviendra chercher plus tard durant la semaine. Avant de terminer l'entrevue téléphonique, serait-il possible de me fournir votre nom, adresse et numéro de téléphone au travail? Avez-vous des questions? Je vous remercie de votre collaboration et je vous souhaite une bonne journée (soirée). Pourrais-je parler à \_\_\_\_\_?*

**Si non admissible :** *Je suis désolé d'avoir pris de votre temps et je vous remercie d'avoir accepté de répondre à ces questions. Pourrais-je parler à \_\_\_\_\_? Bonne journée (soirée).*

Numéro de dossier :

**IDENTIFICATION DU PARTICIPANT**

Numéro de dossier : \_\_\_\_\_

Nom et prénom du participant : \_\_\_\_\_

Sexe du participant :

Féminin

Masculin

Adresse de résidence permanente du participant :

Numéro civique, rue : \_\_\_\_\_

Municipalité : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_\_\_

Numéro de téléphone du participant :

(\_\_\_\_\_) - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Maison

(\_\_\_\_\_) - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Travail



### **ANNEXE 3**

## **CONTACT TÉLÉPHONIQUE EFFECTUÉ PAR LES INFIRMIÈRES (AUTOMNE 2005)**



Bonjour/Bonsoir,

Pourrais-je parler à (madame/monsieur) \_\_\_\_\_ ?

Mon nom est \_\_\_\_\_ et je vous contacte au nom de la Direction de la santé publique de la Côte-Nord. Au mois de février, vous avez accepté de faire partie d'un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau. Ce programme débute dans les prochains jours.

Je vous rappelle que les individus qui ont accepté de participer seront invités à fournir leur première urine au lever au complet et à remplir un court questionnaire une fois par semaine, durant quatre semaines consécutives à des journées pré-établies dès la semaine du 4 septembre. Les mictions urinaires seront prélevées les mercredis matin, soit les 7, 14, 21 et 28 septembre prochain.

Je vous rappelle également que seules les substances provenant des HAP seront mesurées dans vos urines. Vous n'aurez pas à vous déplacer. On se chargera de vous remettre les questionnaires et les contenants nécessaires pour la collecte de vos urines qu'on reviendra chercher plus tard.

Les informations contenues dans les questionnaires et les résultats d'analyses d'urine seront traités de manière strictement confidentielle par les chercheurs principaux et les personnes associées au projet.

Votre participation à ce programme est tout à fait volontaire et vous avez le choix de vous retirer en tout temps.

Êtes-vous toujours intéressé à participer à cette étude?

- Oui  
 Non

Pourrions-nous planifier un rendez-vous d'une demi-heure à votre résidence, soit le 31 août, le 1<sup>er</sup>, 2, 5 ou 6 septembre pour que je puisse vous expliquer le programme, vous expliquer et vous faire signer le formulaire de consentement et vous remettre le questionnaire et le contenant pour la collecte de vos urines.

Merci et bonne journée (soirée).



**ANNEXE 4**  
**QUESTIONNAIRE DES INFIRMIÈRES**



## QUESTIONNAIRE REMPLI PAR LES INFIRMIÈRES

Entrevue au domicile du participant

*Je vais vous poser certaines questions qui vous ont été demandées lors de l'entrevue téléphonique du mois de février. Ceci est pour m'assurer que vous pouvez continuer de participer à l'étude de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques.*

**1. Depuis votre recrutement pour participer à la présente étude, soit depuis le mois de février, avez-vous commencé ou avez-vous repris à fumer?**

- Oui
- Non

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les fumeurs ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les produits que nous voulons mesurer dans l'urine peuvent également provenir de la fumée de cigarette. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats d'analyses. Je suis désolée d'avoir pris de votre temps et je vous remercie d'avoir accepté de répondre à ces questions aujourd'hui.*

**2. Depuis votre recrutement pour participer à la présente étude, soit depuis le mois de février, avez-vous changé d'emploi ou avez-vous commencé un nouvel emploi?**

- Oui    Passez à la question 3
- Non    Passez à la question 6

**3. Travaillez-vous chez Alcoa?**

- Oui
- Non

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les travailleurs de l'aluminerie Alcoa ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les travailleurs de cette aluminerie sont exposés professionnellement aux HAP à des concentrations pouvant être supérieures à celles rencontrées dans l'environnement. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats d'analyses d'urine. Je suis désolée d'avoir pris de votre temps et je vous remercie d'avoir accepté de répondre à ces questions aujourd'hui.*

**4. Informations sur le nouvel emploi**

**a) Quel est votre employeur?**

- |   |                          |                        |                          |
|---|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Abitibi-Consolidated                                    | <input type="checkbox"/> | Hydro-Québec           | <input type="checkbox"/> |
| Cégep de Baie-Comeau                                    | <input type="checkbox"/> | Scierie des Outardes   | <input type="checkbox"/> |
| Centre hospitalier régional Baie-Comeau                 | <input type="checkbox"/> | Scierie Manic (Kruger) | <input type="checkbox"/> |
| Commission scolaire de l'Estuaire (secteur Manicouagan) | <input type="checkbox"/> | Ville de Baie-Comeau   | <input type="checkbox"/> |
| CLSC et Centre d'hébergement de Manicouagan             | <input type="checkbox"/> | Autre : _____          |                          |

**b) Quel poste occupez-vous? \_\_\_\_\_**

**5. Dans votre emploi, êtes-vous exposé à :**

- |  |                          |     |                          |     |
|--|--------------------------|-----|--------------------------|-----|
| A) Des travaux de ramonage de cheminées          | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non |
| B) De l'imprégnation de bois avec de la créosote | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non |
| C) Des travaux de pavage d'asphalte              | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non |
| D) Un travail dans une fonderie                  | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non |
| E) Un travail comme pompier                      | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non |
| F) L'incinération de déchets                     | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non |

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les personnes exposées aux HAP dans leur travail ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les tâches que vous effectuez peuvent vous exposer à des concentrations de HAP pouvant être supérieures à celles rencontrées dans l'environnement. Il serait alors difficile d'interpréter vos résultats d'analyses d'urine. Je suis désolée d'avoir pris de votre temps et je vous remercie d'avoir accepté de répondre à ces questions aujourd'hui.*

**6. Depuis votre recrutement pour participer à la présente étude, soit depuis le mois de février,**

**a) avez-vous des problèmes au niveau des reins?**

Oui → lesquels? \_\_\_\_\_

Insuffisance rénale chronique

Néphropathie diabétique

Hypertension avec néphropathie (maladie vasculaire rénale)

Glomérulonéphrite (syndrome néphritique et néphrotique) \*  
Lupus avec atteinte rénale

Néphropathie ischémique (rénovasculaire, vasculite...)

Syndrome des reins polykystiques

Tumeur rénale (cancer)

Myélome multiple

Grefe rénale

Sous dialyse

Non

\* Les infections urinaires, les lithiases rénales et urinaires («pierre sur les reins et la vessie») et les pyélonéphrites n'excluent pas les participants de l'étude.

**b) avez-vous des problèmes au niveau du foie**

Oui → lesquels? \_\_\_\_\_

Insuffisance hépatique

Ictère ou jaunisse

Hépatite (alcoolique, virale : A-B-C-D, médicamenteuse)

Cirrhose (alcoolique, virale, vasculaire, médicamenteuse, post-hépatite)

Stéatose

Tumeur hépatique (cancer)

Cholangite sclérosante primaire

Hémochromatose

Maladie de Wilson

Déficit en alpha-1 antitrypsine

Prise d'antifongique par voie orale

Non

\* Les cholécystites, les lithiases («pierre au foie») ou une cholécystectomie (enlèvement de la vésicule biliaire) n'excluent pas les participants de l'étude.

**c) êtes-vous traité pour un cancer?**

Oui → lequel? \_\_\_\_\_

Non

**Si non admissible :** *Je dois vous aviser que les personnes ayant des maladies rénales ou hépatiques et les personnes atteintes de cancer ne peuvent pas faire partie de l'étude. Ces maladies peuvent modifier le comportement des polluants de l'environnement dans l'organisme. Je suis désolé d'avoir pris de votre temps et je vous remercie d'avoir accepté de répondre à ces questions aujourd'hui.*

**POIDS ET TAILLE**

Nous avons également besoin de connaître votre poids et votre taille afin d'interpréter de façon adéquate vos résultats.

7. **Quel est votre poids?** \_\_\_\_\_ livres ou \_\_\_\_\_ kg
8. **Combien mesurez-vous?** \_\_\_\_\_ pieds et \_\_\_\_\_ pouces  
ou \_\_\_\_\_ mètres et \_\_\_\_\_ décimètres

**Si admissible :** *Le questionnaire est complété. Vous pouvez toujours participer à l'étude.*



**ANNEXE 5**  
**QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ**



## **ANNEXE 5.1**

### **QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ - AUTOMNE 2005**



**SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION AUX  
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES  
D'ORIGINE INDUSTRIELLE À BAIE-COMEAU**

**QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ**

**7 septembre 2005**

**NOUS VOUS REMERCIONS D'AVOIR ACCEPTÉ DE PARTICIPER À CETTE ÉTUDE.**

**DIRECTIVES :**

**AFIN QUE NOUS PUISSIONS ÊTRE EN MESURE DE BIEN INTERPRÉTER LES RÉSULTATS DES ANALYSES DE VOS URINES, IL IMPORTE QUE VOUS RÉPONDIEZ LE PLUS HONNÊTEMENT POSSIBLE À CE QUESTIONNAIRE.**

**IL FAUT PRÉVOIR ENVIRON 15 MINUTES POUR REMPLIR LE QUESTIONNAIRE. NOUS VOUS SUGGÉRONS DE LE COMPLÉTER LE MERCREDI MATIN OU LE PLUS TÔT POSSIBLE APRÈS LA COLLECTE D'URINE. IL EST IMPORTANT DE RÉPONDRE À TOUTES LES QUESTIONS.**

**NOUS VOUS SUGGÉRONS DE FAIRE UN « X » VISIBLE SUR LA RÉPONSE DE VOTRE CHOIX, PAR**

**EXEMPLE :**            **OUI**  
                               **NON**

## COLLECTE URINAIRE

Afin d'interpréter de façon adéquate vos résultats d'analyses d'urine, il est important pour nous de connaître l'heure à laquelle vous avez uriné la dernière fois avant la collecte de votre urine et l'heure à laquelle vous l'avez collectée.

1. **À quelle heure avez-vous uriné la dernière fois avant la collecte de votre urine?**  
\_\_\_\_\_ heures
  
2. **À quelle heure avez-vous collecté votre urine?** \_\_\_\_\_ heures

## HABITUDES DE VIE, ACTIVITÉS ET ALIMENTATION

### TABAGISME

Les polluants présents dans la fumée de cigarette peuvent interférer avec les résultats d'analyses urinaires. La prochaine question servira à évaluer votre exposition à la fumée de tabac.

3. **Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous respiré de la fumée de tabac pendant une durée d'au moins deux heures dans les endroits suivants ?**
  - a) **À la maison?**  Oui  Non
  - b) **Au travail?**  Oui  Non
  - c) **Dans un bar, un restaurant ou tout autre endroit social?**  Oui  Non

## ALCOOL

La consommation d'alcool pourrait influencer la quantité de produits que nous allons mesurer dans votre urine.

4. **Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, combien de bières (12 onces ou 350 ml) ou de verres de vin (4 à 5 onces, 120 à 150 ml) avez-vous bu?**

## TRAITEMENTS THÉRAPEUTIQUES

Les produits à base de goudron pour le traitement de certaines maladies de la peau contiennent des HAP qui sont absorbés par la peau et qui pourraient influencer les résultats des analyses d'urine.

5. **Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous utilisé du shampoing, du savon, un onguent ou une lotion à base de goudron (ces produits sont employés dans le traitement de certaines maladies de la peau comme, par exemple, le psoriasis, l'eczéma ou comme traitement antipelliculaire)?**

Oui → lesquels? \_\_\_\_\_

Non

**En cas de doute, référez-vous à la liste suivante.**

### LISTE DES SHAMPOINGS, DES SAVONS, DES ONGUENTS OU DES LOTIONS À BASE DE GOUDRON

Balnetar liq	Melaleuca gel traitant antipelliculaire René Furteret	Psoriasin scalp liquid
Denorex extra strength shampoo	Multitar plus	Sebcur-T
Denorex extra strength medicated shampoo with conditioners	Multitar plus herbal shampoo	Sebuton shampoo
Denorex medicated shampoo-regular	Multitar plus SHP mild	S J Liniment
Denorex medicated shampoo spring fresh	Neutrogena T/Gel extra	Sterex CRM plus
Denorex medicated shampoo with conditioners	Neutrogena T/Gel shampoo stubborn itch	Sterex lot plus
DHS tar shampoo	Neutrogena T/Gel therapeutic shampoo	Sterex SHP
Doak oil	Odans liquor carbonis detergens	Tardan SHP

Doak Oil Forte	Oxipor lotion	Tar distillate liq
Estar gel	P & S plus gel	Targel
Exorex formula	Pentrax gold shampoo	Targel SA
Exorex gel 1-EML	Pentrax tar shampoo	Tersa-tar mild shampoo
Exorex gel 2-EML	Polytar AF shampoo	Tersa-tar SHP
Mazon medicated cream	Polytar mild shampoo	X-Seb T plus conditioning shampoo
Mazon medicated shampoo	Polytar shampoo	X-Seb T shampoo
Mazon medicated soap	Psoriasis gel	X-tar shampoo
Medi-dan shampoo	Psoriasis liquid	

Source : <http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/drugs-dpd/index.html>. Site consulté en décembre 2004.

### PRÉSENCE AU DOMICILE

La présente étude porte sur votre exposition aux polluants atmosphériques d'origine industrielle. Pour cette raison, nous avons besoin de savoir depuis combien de temps vous habitez votre résidence actuelle ou dans votre quartier.

6. **Au cours des 24 dernières heures qui ont précédé la collecte de votre urine, combien d'heures avez-vous passées au total à votre résidence et dans votre quartier (Saint-Georges pour les résidents du quartier Saint-Georges ou Mingan pour les résidents du secteur Mingan)?**

Inscrivez ici le nombre d'heures : \_\_\_\_\_

### PRÉSENCE AU TRAVAIL

Il est également important de connaître combien d'heures environ vous avez passées sur les lieux de votre travail au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine.

7. **Combien d'heures avez-vous passé au travail?**

- a) dimanche? \_\_\_\_\_ heures  
 b) lundi? \_\_\_\_\_ heures  
 c) mardi? \_\_\_\_\_ heures

## CHAUFFAGE AU BOIS

Les substances qui seront mesurées dans votre urine se retrouvent également dans la fumée dégagée lors de la combustion du bois. Les prochaines questions serviront à évaluer votre exposition à ce type de fumée.

**8. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous brûlé du bois à l'intérieur de votre résidence?**

- Oui  
 Non (passez à la question 10)

**9. Durant combien de temps en avez-vous brûlé ?**

Inscrivez ici le nombre d'heures \_\_\_\_\_

**10. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous été à proximité d'un feu de bois à l'extérieur?**

- Oui  
 Non (passez à la question 12)

**11. Durant combien de temps avez-vous été près d'un feu de bois à l'extérieur?**

Inscrivez ici le nombre d'heures \_\_\_\_\_

## AUTRES ACTIVITÉS

Plusieurs activités telles que des rénovations ou des réparations entraînent une exposition à des produits pouvant influencer les résultats des analyses d'urine.

**12. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous :**

Questions	Oui	Non
A) fait ou réparé de l'asphalte (pavage)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B) fait réparer ou refaire votre entrée de garage avec de l'asphalte ou du goudron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C) fait ou réparé une toiture (bardeaux ou goudron)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D) fait réparer ou refaire votre toiture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E) fait de la soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**DÉPLACEMENTS ROUTIERS**

**13. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous voyagé sur plus de 100 km en véhicule (automobile, camion ou autobus ou autre véhicule à moteur)?**

- Oui
- Non (passez à la question 15)

**14. Combien de kilomètres environ avez-vous parcourus?**

Inscrivez ici le nombre de km \_\_\_\_\_

**ALIMENTATION**

*Plusieurs aliments peuvent interférer avec les analyses urinaires. Votre consommation de ces aliments sera donc évaluée à partir des questions suivantes.*

**15. Pour chacun des aliments suivants, indiquez le nombre de portions consommées à chacune des journées (l'utilisation de sauces BBQ ne constitue pas une cuisson au barbecue) :**

Aliments	Dimanche	Lundi	Mardi
A) Jambon fumé (1 tranche mince)			
B) Poisson fumé (saumon, truite...) (5 tranches fines)			
C) Margarine ou huile végétale (1 cuillère à thé)			
D) Noix de coco séché (1 cuillère à table ou 2 biscuits)			
E) Frites cuites dans l'huile (1/2 tasse)			
F) Chips (1 petit sac, 32 g)			
G) Autres aliments frits, spécifiez:			
H) Steak cuit à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g)			
I) Steak cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillé (pas ou peu de noir)			
J) Fromage fumé (caccio cavallo, gouda fumé, mozzarella fumé) (2 cubes, 2 tranches)			
K) Steak cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillé (noir)			
L) Côtelettes de porc cuites à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g)			
M) Côtelettes de porc cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillées (pas ou peu de noir)			
N) Côtelettes de porc cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillées (noir)			
O) Autres viandes cuites à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g), spécifiez :			

Aliments	Dimanche	Lundi	Mardi
P) Autres viandes cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillée (pas ou peu de noir), spécifiez :			
Q) Autres viandes cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillées (noir), spécifiez:			
R) Hamburger cuit à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g)			
S) Hamburger cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillé (pas ou peu de noir)			
T) Hamburger cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillé (noir)			
U) Autres aliments cuits au barbecue pas très grillés (pas ou peu de noir), spécifiez :			
V) Autres aliments cuits au barbecue très grillés (noir), spécifiez :			
W) Bacon (2 tranches)			
X) Saucisse à hot dog cuite à la poêle (1)			
Y) Saucisse à hot dog cuite au barbecue (1) pas très grillée (pas ou peu de noir)			
Z) Saucisse à hot dog cuite au barbecue (1) très grillée (noir)			
aa) Pain grillé (non calciné) (1 tranche)			
ab) Café (1 tasse)			
ac) Tablette de chocolat			
ad) Cacao			

**LE QUESTIONNAIRE EST TERMINÉ. NOUS VOUS REMERCIONS D'AVOIR PRIS LE TEMPS DE RÉPONDRE À CES QUESTIONS ET DE NOUS FOURNIR UN ÉCHANTILLON D'URINE. NOUS VOUS CONTACTERONS DE NOUVEAU LA SEMAINE PROCHAINE POUR LA SUITE DE CE PROJET. NOUS APPRÉCIONS GRANDEMENT VOTRE COLLABORATION DANS LA RÉALISATION DE CE PROJET.**

**SI VOUS AVEZ DES COMMENTAIRES, VOUS POUVEZ LES INSCRIRE CI-DESSOUS.**

---



---



---



---

## **ANNEXE 5.2**

### **QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ - PRINTEMPS 2006**



**SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION AUX  
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES  
D'ORIGINE INDUSTRIELLE À BAIE-COMEAU**

**QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ**

**23 mai 2006**

**NOUS VOUS REMERCIONS D'AVOIR ACCEPTÉ DE PARTICIPER À CETTE ÉTUDE.**

**DIRECTIVES :**

**AFIN QUE NOUS PUISSIONS ÊTRE EN MESURE DE BIEN INTERPRÉTER LES RÉSULTATS DES ANALYSES DE VOS URINES, IL IMPORTE QUE VOUS RÉPONDIEZ LE PLUS HONNÊTEMENT POSSIBLE À CE QUESTIONNAIRE.**

**IL FAUT PRÉVOIR ENVIRON 15 MINUTES POUR REMPLIR LE QUESTIONNAIRE. NOUS VOUS SUGGÉRONS DE LE COMPLÉTER LE MARDI MATIN OU LE PLUS TÔT POSSIBLE APRÈS LA COLLECTE D'URINE. IL EST IMPORTANT DE RÉPONDRE À TOUTES LES QUESTIONS.**

**NOUS VOUS SUGGÉRONS DE FAIRE UN « X » VISIBLE SUR LA RÉPONSE DE VOTRE CHOIX,  
PAR EXEMPLE :**

- OUI  
 NON

## COLLECTE URINAIRE

Afin d'interpréter de façon adéquate vos résultats d'analyses d'urine, il est important pour nous de connaître l'heure à laquelle vous avez uriné la dernière fois avant la collecte de votre urine et l'heure à laquelle vous l'avez collectée.

1. **À quelle heure avez-vous uriné la dernière fois avant la collecte de votre urine?**  
\_\_\_\_\_ heures
  
2. **À quelle heure avez-vous collecté votre urine?** \_\_\_\_\_ heures

## HABITUDES DE VIE, ACTIVITÉS ET ALIMENTATION

### TABAGISME

Les polluants présents dans la fumée de cigarette peuvent interférer avec les résultats d'analyses urinaires. La prochaine question servira à évaluer votre exposition à la fumée de tabac.

3. **Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous respiré de la fumée de tabac pendant une durée d'au moins deux heures dans les endroits suivants ?**
  - a) À la maison?  Oui  Non
  - b) Au travail?  Oui  Non
  - c) Dans un bar, un restaurant ou tout autre endroit social?  Oui  Non

## ALCOOL

La consommation d'alcool pourrait influencer la quantité de produits que nous allons mesurer dans votre urine.

4. **Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, combien de bières (12 onces ou 350 ml) ou de verres de vin (4 à 5 onces, 120 à 150 ml) avez-vous bu?**

## TRAITEMENTS THÉRAPEUTIQUES

Les produits à base de goudron pour le traitement de certaines maladies de la peau contiennent des HAP qui sont absorbés par la peau et qui pourraient influencer les résultats des analyses d'urine.

5. **Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous utilisé du shampoing, du savon, un onguent ou une lotion à base de goudron (ces produits sont employés dans le traitement de certaines maladies de la peau comme, par exemple, le psoriasis, l'eczéma ou comme traitement antipelliculaire)?**

Oui → lesquels? \_\_\_\_\_

Non

**En cas de doute, référez-vous à la liste suivante.**

### LISTE DES SHAMPOINGS, DES SAVONS, DES ONGUENTS OU DES LOTIONS À BASE DE GOUDRON

Balnetar liq	Melaleuca gel traitant antipelliculaire René Furteret	Psoriasin scalp liquid
Denorex extra strength shampoo	Multitar plus	Sebcur-T
Denorex extra strength medicated shampoo with conditioners	Multitar plus herbal shampoo	Sebuton shampoo
Denorex medicated shampoo-regular	Multitar plus SHP mild	S J Liniment
Denorex medicated shampoo spring fresh	Neutrogena T/Gel extra	Sterex CRM plus
Denorex medicated shampoo with conditioners	Neutrogena T/Gel shampoo stubborn itch	Sterex lot plus
DHS tar shampoo	Neutrogena T/Gel therapeutic shampoo	Sterex SHP

Doak oil	Odans liquor carbonis detergens	Tardan SHP
Doak Oil Forte	Oxipor lotion	Tar distillate liq
Estar gel	P & S plus gel	Targel
Exorex formula	Pentrax gold shampoo	Targel SA
Exorex gel 1-EML	Pentrax tar shampoo	Tersa-tar mild shampoo
Exorex gel 2-EML	Polytar AF shampoo	Tersa-tar SHP
Mazon medicated cream	Polytar mild shampoo	X-Seb T plus conditioning shampoo
Mazon medicated shampoo	Polytar shampoo	X-Seb T shampoo
Mazon medicated soap	Psoriasis gel	X-tar shampoo
Medi-dan shampoo	Psoriasis liquid	

Source : <http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/drugs-dpd/index.html>. Site consulté en décembre 2004.

## PRÉSENCE AU DOMICILE

La présente étude porte sur votre exposition aux polluants atmosphériques d'origine industrielle. Pour cette raison, nous avons besoin de savoir combien de temps vous avez passé à votre résidence ou dans votre quartier au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine.

**6. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, combien d'heures avez-vous passées au total à votre résidence incluant dans votre quartier (Saint-Georges pour les résidents du quartier Saint-Georges ou Mingan pour les résidents du secteur Mingan)?**

- a) Nombre d'heures samedi : \_\_\_\_\_ heures  
 b) Nombre d'heures dimanche : \_\_\_\_\_ heures  
 c) Nombre d'heures lundi : \_\_\_\_\_ heures

## PRÉSENCE AU TRAVAIL

Il est également important de connaître combien d'heures environ vous avez passées sur les lieux de votre travail au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine.

### 7. Combien d'heures avez-vous passé au travail?

- a) Nombre d'heures samedi : \_\_\_\_\_ heures
- b) Nombre d'heures dimanche : \_\_\_\_\_ heures
- c) Nombre d'heures lundi : \_\_\_\_\_ heures

## CHAUFFAGE AU BOIS

Les substances qui seront mesurées dans votre urine se retrouvent également dans la fumée dégagée lors de la combustion du bois. Les prochaines questions serviront à évaluer votre exposition à ce type de fumée.

### 8. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous brûlé du bois à l'intérieur de votre résidence?

- Oui
- Non (passez à la question 10)

### 9. Durant combien de temps en avez-vous brûlé ?

Inscrivez ici le nombre d'heures \_\_\_\_\_

### 10. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous été à proximité d'un feu de bois à l'extérieur?

- Oui
- Non (passez à la question 12)

**11. Durant combien de temps avez-vous été près d'un feu de bois à l'extérieur?**

Inscrivez ici le nombre d'heures \_\_\_\_\_

**AUTRES ACTIVITÉS**

Plusieurs activités telles que des rénovations ou des réparations entraînent une exposition à des produits pouvant influencer les résultats des analyses d'urine.

**12. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous :**

Questions	Oui	Non
A) fait ou réparé de l'asphalte (pavage)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B) fait réparer ou refaire votre entrée de garage avec de l'asphalte ou du goudron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C) fait ou réparé une toiture (bardeaux ou goudron)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D) fait réparer ou refaire votre toiture	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E) fait de la soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**DÉPLACEMENTS ROUTIERS**

**13. Au cours des trois jours qui ont précédé la collecte de votre urine, avez-vous voyagé sur plus de 100 km en véhicule (automobile, camion ou autobus ou autre véhicule à moteur)?**

- Oui  
 Non (passez à la question 15)

**14. Combien de kilomètres environ avez-vous parcourus?**

Inscrivez ici le nombre de km \_\_\_\_\_

**ALIMENTATION**

*Plusieurs aliments peuvent interférer avec les analyses urinaires. Votre consommation de ces aliments sera donc évaluée à partir des questions suivantes.*

**15. Pour chacun des aliments suivants, indiquez le nombre de portions consommées à chacune des journées (l'utilisation de sauces BBQ ne constitue pas une cuisson au barbecue) :**

Aliments	Dimanche	Lundi	Mardi
A) Jambon fumé (1 tranche mince)			
B) Poisson fumé (saumon, truite...) (5 tranches fines)			
C) Margarine ou huile végétale (1 cuillère à thé)			
D) Noix de coco séché (1 cuillère à table ou 2 biscuits)			
E) Frites cuites dans l'huile (1/2 tasse)			
F) Chips (1 petit sac, 32 g)			
G) Autres aliments frits, spécifiez :			
H) Steak cuit à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g)			
I) Steak cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillé (pas ou peu de noir)			
J) Fromage fumé (caccio cavallo, gouda fumé, mozzarella fumé) (2 cubes, 2 tranches)			
K) Steak cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillé (noir)			
L) Côtelettes de porc cuites à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g)			
M) Côtelettes de porc cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillées (pas ou peu de noir)			
N) Côtelettes de porc cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillées (noir)			
O) Autres viandes cuites à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g), spécifiez :			
P) Autres viandes cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillée (pas ou peu de noir), spécifiez :			
Q) Autres viandes cuites au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillées (noir), spécifiez :			
R) Hamburger cuit à la poêle (4 onces, 1/4 livre ou 115 g)			
S) Hamburger cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) pas très grillé (pas ou peu de noir)			
T) Hamburger cuit au barbecue (4 onces, 1/4 livre ou 115 g) très grillé (noir)			
U) Autres aliments cuits au barbecue pas très grillés (pas ou peu de noir), spécifiez:			
V) Autres aliments cuits au barbecue très grillés (noir), spécifiez:			
W) Bacon (2 tranches)			

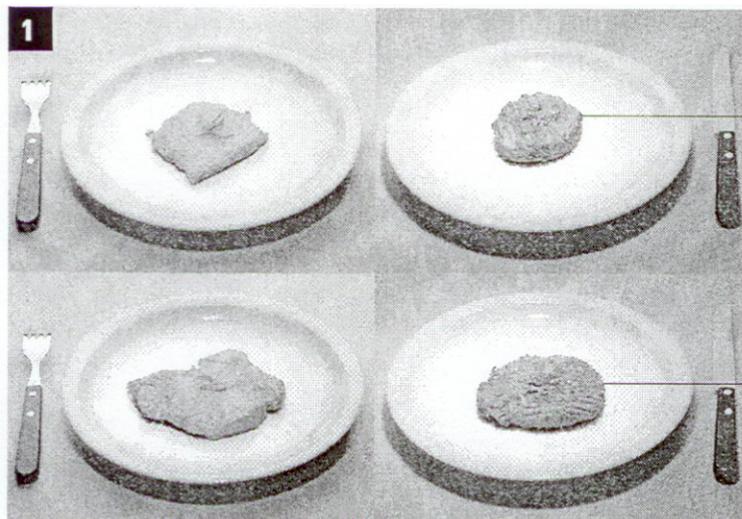




**ANNEXE 6**  
**PHOTOS DE PORTIONS ALIMENTAIRES**

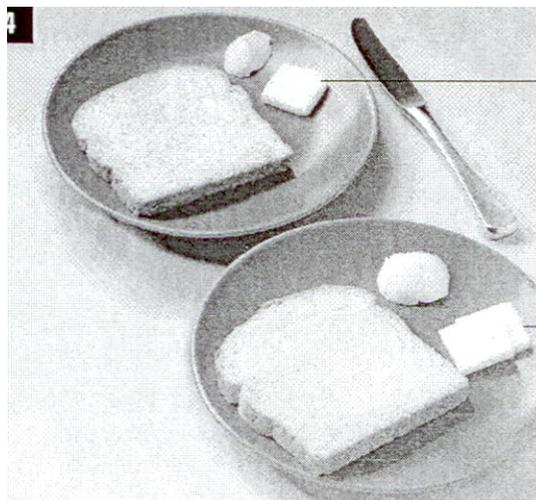


# Photos de portions alimentaires



## **Bœuf, foie et abats, porc, autres viandes**

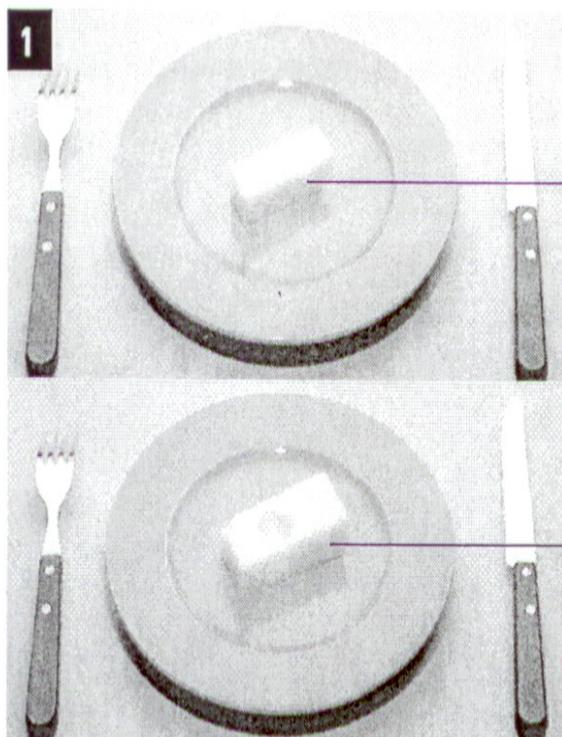
90 à 150 g cuit  
3 à 5 onces cuit



## **Margarine ou beurre sur le pain ou sur les légumes cuits**

5 à 10 ml  
1 à 2 c.thé rases

Note : Pensez à la quantité totale comprise sur toutes les tranches de pain mangées à un même repas.



**Fromages**

1 à 2 cubes de  
2,5 cm (1 pouce)  
25 à 50 g  
1 à 2 tranches

**ANNEXE 7**  
**AIDE MÉMOIRE DU PARTICIPANT**



**Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau**

**AIDE MÉMOIRE DU PARTICIPANT**

**Éviter de manger des aliments fumés, frits ou cuits sur le BBQ** durant les **trois jours** précédant la collecte de vos mictions urinaires

Remplir la section «**alimentation**» du questionnaire autoadministré **au fur et à mesure**.

Noter **l'heure** (ex. : 22 h 30) **de la dernière urine précédant votre collecte d'urine dans le questionnaire**.

Pour éviter d'oublier de prélever votre urine mercredi matin, **déposez le contenant près de la toilette mardi soir**.

**Mercredi matin**, prélever la **première urine du lever au complet** dans le contenant fourni

- avant de prélever votre urine, **n'oubliez pas de vous laver les mains** pour éviter une contamination;
- une fois le prélèvement terminé, refermez le bouchon, essuyez le contenant et mettez-le dans le sac de plastique fourni.

**Noter l'heure** (ex. : 7 h 00) de la collecte de votre urine sur le **contenant** et dans le **questionnaire**.

Placer le contenant d'urine au **réfrigérateur**.

Merci de votre collaboration.

Pour plus d'informations, n'hésitez pas à nous contacter au 589-9845.



## **ANNEXE 8**

### **FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ADULTE**



**ANNEXE 8.1**  
**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ADULTES**  
**AUTOMNE 2005**



## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

**N° DE PROJET :** 2005-06-12

**TITRE DU PROJET :** Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau

**PROTOCOLE :** N/A

**COMMANDITAIRE :** ALCOA

**CHERCHEUR PRINCIPAL :** Dre Michèle Bouchard

**ADRESSE :** Institut national de santé publique du Québec  
1255, rue Beauregard, Longueuil, Québec, J4K 2M3

**TÉLÉPHONE :** Dre Michèle Bouchard  
Téléphone : (450) 928-6777, poste 4036  
Direction de santé publique (Côte-Nord)  
Téléphone : (418) 589-9845

---

---

### INTRODUCTION

Vous êtes invité/e à participer à un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) chez des résidants demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA, à Baie-Comeau, soit les résidants du quartier Saint-Georges ou du secteur Mingan.

### BUT DE L'ÉTUDE

Le but de l'étude est de comparer les concentrations des métabolites urinaires des HAP chez les résidants du quartier Saint-Georges demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA à celles des résidants du secteur Mingan qui ne sont pas influencés par les émissions de l'aluminerie.

### PROCÉDURES

Dans le cadre de ce projet, on vous demandera des informations de nature personnelle telles que votre âge, votre état de santé et votre scolarité. On vous posera également des questions concernant le type de chauffage de votre résidence, votre alimentation, votre travail, vos activités et l'usage d'alcool, de tabac et de certains traitements pour la peau. Ces informations seront nécessaires à la réalisation du projet. Une fois par semaine, durant quatre semaines consécutives à l'automne et au besoin durant deux semaines consécutives au printemps, on vous demandera des échantillons d'urine. Pour la saison d'automne, les collectes d'urine débuteront dans la semaine du 4 septembre 2005. Pour la saison du printemps, les dates pour les collectes d'urine seront déterminées ultérieurement. Seules les analyses des métabolites urinaires des HAP (métabolites du pyrène et/ou autres métabolites que le pyrène) et de la nicotine seront effectuées sur votre urine.

## **RISQUES, EFFETS SECONDAIRES ET INCONVÉNIENTS**

Ce projet ne comporte aucun danger pour vous. Les seuls inconvénients que comportent cette étude pour vous seront les quelques minutes que vous devrez prendre pour répondre aux questionnaires et pour récolter vos urines. Vous devrez aussi éviter de manger des aliments cuits sur un barbecue durant les trois jours précédant les collectes de vos urines.

## **BÉNÉFICES ET AVANTAGES**

Le bénéfice que vous procurera la participation à cette étude sera de connaître, si vous le désirez, vos résultats d'analyses d'urine et ce qu'ils signifient. Votre participation à ce projet constitue votre contribution à une étude qui permettra de vérifier l'importance de l'exposition aux HAP d'origine industrielle.

## **CONFIDENTIALITÉ**

Les informations contenues dans le questionnaire ainsi que vos résultats d'analyses d'urine seront traités de façon strictement confidentielle. Votre nom sera remplacé par un numéro sur tous les documents et sur les échantillons d'urine. Ainsi, on ne pourra jamais vous identifier dans les rapports et publications relatifs à cette étude. Seuls les chercheurs principaux et les personnes associées au projet auront accès à votre nom afin de vous transmettre vos résultats d'analyses d'urine de façon confidentielle, si vous le désirez. Si vous êtes inquiet/inquiète par rapport à vos résultats ou à votre situation, vous pourrez obtenir de l'information auprès des chercheurs principaux.

## **PARTICIPATION VOLONTAIRE/RETRAIT**

Votre participation à ce projet étant tout à fait volontaire, vous ne serez pas rémunéré/e pour participer à cette étude. Vous avez le choix de ne pas participer ou de vous retirer en tout temps sans désavantage, ni pénalité. Vous avez aussi le choix de ne pas répondre à une ou plusieurs questions du questionnaire.

## AUTORISATION DES PRÉLÈVEMENTS D'URINE

- J'accepte de fournir des échantillons d'urine pour l'analyse des métabolites des HAP**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je n'accepte pas de fournir des échantillons d'urine pour l'analyse des métabolites des HAP**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- J'accepte que les métabolites urinaires de la nicotine soient mesurés dans mes échantillons d'urine**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je n'accepte pas que les métabolites urinaires de la nicotine soient mesurés dans mes échantillons d'urine**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je désire recevoir les résultats de mes analyses d'urine et leurs interprétations**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je ne désire pas recevoir les résultats de mes analyses d'urine et leurs interprétations**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

## PERSONNES À CONTACTER

Vous pouvez adresser vos questions concernant ce programme de surveillance biologique de l'exposition au docteur Michèle Bouchard au (450)-928-6777, poste 4036 et à l'infirmière pivot de l'Agence de développement de réseaux locaux de santé et de services sociaux de la Côte-Nord au (418) 589-9845.

Si vous désirez des renseignements supplémentaires concernant vos droits en tant que sujet participant à une étude de recherche ou en cas de dommage attribuable à la recherche, c'est-à-dire s'il y a des effets secondaires nocifs pour votre santé, vous pouvez communiquer avec le secrétariat du comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Charles LeMoine au (450) 466-5000, poste 2564.

## ÉNONCÉ DU CONSENTEMENT

J'ai lu attentivement ce formulaire. J'ai eu l'occasion de poser des questions et j'ai reçu des réponses satisfaisantes. J'ai bien compris tout le contenu de ce formulaire dont je conserve une copie. J'accepte volontairement de participer à l'étude décrite ci-dessus.

_____ Signature du sujet	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
-----------------------------	--	---------------

_____ Signature du témoin	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
------------------------------	--	---------------

_____ Signature de la personne qui a présenté le consentement	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
---	--	---------------

_____ Signature du chercheur/co- chercheur (si différent de la personne ci- dessus)	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
---	--	---------------

**ANNEXE 8.2**  
**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ADULTES**  
**PRINTEMPS 2006**



## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

**N° DE PROJET :** 2005-06-12

**TITRE DU PROJET :** Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau

**PROTOCOLE :** N/A

**COMMANDITAIRE :** ALCOA

**CHERCHEUR PRINCIPAL :** Dre Michèle Bouchard

**ADRESSE :** Institut national de santé publique du Québec  
1255, rue Beauregard, Longueuil, Québec, J4K 2M3

**TÉLÉPHONE :** Dre Michèle Bouchard  
Téléphone : (450) 928-6777, poste 4036  
Direction de santé publique (Côte-Nord)  
Téléphone : (418) 589-9845

---

### INTRODUCTION

Vous êtes invité/e à participer à un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) chez des résidants demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA, à Baie-Comeau, soit les résidants du quartier Saint-Georges ou du secteur Mingan.

### BUT DE L'ÉTUDE

Le but de l'étude est de comparer les concentrations des métabolites urinaires des HAP chez les résidants du quartier Saint-Georges demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA à celles des résidants du secteur Mingan qui ne sont pas influencés par les émissions de l'aluminerie.

### PROCÉDURES

Dans le cadre de ce projet, on vous demandera des informations de nature personnelle telles que votre âge, votre état de santé et votre scolarité. On vous posera également des questions concernant le type de chauffage de votre résidence, votre alimentation, votre travail, vos activités et l'usage d'alcool, de tabac et de certains traitements pour la peau. Ces informations seront nécessaires à la réalisation du projet. Deux fois par semaine, durant deux semaines consécutives, on vous demandera des échantillons d'urine. Les collectes d'urine débuteront dans la semaine du 21 mai 2006. Seules les analyses des métabolites urinaires des HAP (métabolites du pyrène et/ou autres métabolites que le pyrène) et de la nicotine seront effectuées sur votre urine. Les échantillons urinaires seront analysés seulement si les concentrations atmosphériques en HAP sont plus élevées que les concentrations moyennes.

## **RISQUES, EFFETS SECONDAIRES ET INCONVÉNIENTS**

Ce projet ne comporte aucun danger pour vous. Les seuls inconvénients que comportent cette étude pour vous seront les quelques minutes que vous devrez prendre pour répondre aux questionnaires et pour récolter vos urines. Vous devrez aussi éviter de manger des aliments cuits sur un barbecue durant les trois jours précédant les collectes de vos urines.

## **BÉNÉFICES ET AVANTAGES**

Le bénéfice que vous procurera la participation à cette étude sera de connaître, si vous le désirez, vos résultats d'analyses d'urine et ce qu'ils signifient. Votre participation à ce projet constitue votre contribution à une étude qui permettra de vérifier l'importance de l'exposition aux HAP d'origine industrielle.

## **CONFIDENTIALITÉ**

Les informations contenues dans le questionnaire ainsi que vos résultats d'analyses d'urine seront traités de façon strictement confidentielle. Votre nom sera remplacé par un numéro sur tous les documents et sur les échantillons d'urine. Ainsi, on ne pourra jamais vous identifier dans les rapports et publications relatifs à cette étude. Seuls les chercheurs principaux et les personnes associées au projet auront accès à votre nom afin de vous transmettre vos résultats d'analyses d'urine de façon confidentielle, si vous le désirez. Si vous êtes inquiet/inquiète par rapport à vos résultats ou à votre situation, vous pourrez obtenir de l'information auprès des chercheurs principaux.

## **PARTICIPATION VOLONTAIRE/RETRAIT**

Votre participation à ce projet étant tout à fait volontaire, vous ne serez pas rémunéré/e pour participer à cette étude. Vous avez le choix de ne pas participer ou de vous retirer en tout temps sans désavantage, ni pénalité. Vous avez aussi le choix de ne pas répondre à une ou plusieurs questions du questionnaire.



## PERSONNES À CONTACTER

Vous pouvez adresser vos questions concernant ce programme de surveillance biologique de l'exposition au docteur Michèle Bouchard au (450)-928-6777, poste 4036 et à l'infirmière pivot de l'Agence de développement de réseaux locaux de santé et de services sociaux de la Côte-Nord au (418) 589-9845.

Si vous désirez des renseignements supplémentaires concernant vos droits en tant que sujet participant à une étude de recherche ou en cas de dommage attribuable à la recherche, c'est-à-dire s'il y a des effets secondaires nocifs pour votre santé, vous pouvez communiquer avec le secrétariat du comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Charles LeMoine au (450) 466-5000, poste 2564.

## ÉNONCÉ DU CONSENTEMENT

J'ai lu attentivement ce formulaire. J'ai eu l'occasion de poser des questions et j'ai reçu des réponses satisfaisantes. J'ai bien compris tout le contenu de ce formulaire dont je conserve une copie. J'accepte volontairement de participer à l'étude décrite ci-dessus.

_____ Signature du sujet	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
_____ Signature du témoin	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
_____ Signature de la personne qui a présenté le consentement	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
_____ Signature du chercheur/co- chercheur (si différent de la personne ci-dessus)	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date

**ANNEXE 9**  
**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ENFANTS**



**ANNEXE 9.1**  
**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ENFANTS**  
**AUTOMNE 2005**



## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT (POUR ENFANT)

**N° DE PROJET :** 2005-06-12

**TITRE DU PROJET :** Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau

**PROTOCOLE :** N/A

**COMMANDITAIRE :** ALCOA

**CHERCHEUR PRINCIPAL :** Dre Michèle Bouchard

**ADRESSE :** Institut national de santé publique du Québec  
1255, rue Beauregard, Longueuil, Québec, J4K 2M3

**TÉLÉPHONE :** Dre Michèle Bouchard  
Téléphone : (450) 928-6777, poste 4036  
Direction de santé publique (Côte-Nord)  
Téléphone : (418) 589-9845

---

### INTRODUCTION

Vous êtes invité/e à participer à un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) chez des résidants demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA, à Baie-Comeau, soit les résidants du quartier Saint-Georges ou du secteur Mingan.

### BUT DE L'ÉTUDE

Le but de l'étude est de comparer les concentrations des métabolites urinaires des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) chez les résidants du quartier Saint-Georges demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA à celles des résidants du secteur Mingan qui ne sont pas influencés par les émissions de l'aluminerie.

### PROCÉDURES

Dans le cadre de ce projet, on vous demandera des informations de nature personnelle telles que votre âge, votre état de santé et votre scolarité. On vous posera également des questions concernant le type de chauffage de votre résidence, votre alimentation, votre travail, vos activités et l'usage d'alcool, de tabac et de certains traitements pour la peau. Ces informations seront nécessaires à la réalisation du projet. Une fois par semaine, durant quatre semaines consécutives à l'automne et au besoin durant deux semaines consécutives au printemps, on vous demandera des échantillons d'urine. Pour la saison d'automne, les collectes d'urine débuteront dans la semaine du 4 septembre 2005. Pour la saison du printemps, les dates pour les collectes d'urine seront déterminées ultérieurement. Seules les analyses des métabolites urinaires des HAP (métabolites du pyrène et/ou autres métabolites que le pyrène) et de la nicotine seront effectuées sur votre urine.

## **RISQUES, EFFETS SECONDAIRES ET INCONVÉNIENTS**

Ce projet ne comporte aucun danger pour vous. Les seuls inconvénients que comportent cette étude pour vous seront les quelques minutes que vous devrez prendre pour répondre aux questionnaires et pour récolter vos urines. Vous devrez aussi éviter de manger des aliments cuits sur un barbecue durant les trois jours précédant les collectes de vos urines.

## **BÉNÉFICES ET AVANTAGES**

Le bénéfice que vous procurera la participation à cette étude sera de connaître, si vous le désirez, vos résultats d'analyses d'urine et ce qu'ils signifient. Votre participation à ce projet constitue votre contribution à une étude qui permettra de vérifier l'importance de l'exposition aux HAP d'origine industrielle.

## **CONFIDENTIALITÉ**

Les informations contenues dans le questionnaire ainsi que vos résultats d'analyses d'urine seront traités de façon strictement confidentielle. Votre nom sera remplacé par un numéro sur tous les documents et sur les échantillons d'urine. Ainsi, on ne pourra jamais vous identifier dans les rapports et publications relatifs à cette étude. Seuls les chercheurs principaux et les personnes associées au projet auront accès à votre nom afin de vous transmettre vos résultats d'analyses d'urine de façon confidentielle, si vous le désirez. Si vous êtes inquiet/inquiète par rapport à vos résultats ou à votre situation, vous pourrez obtenir de l'information auprès des chercheurs principaux.

## **PARTICIPATION VOLONTAIRE/RETRAIT**

Votre participation à ce projet étant tout à fait volontaire, vous ne serez pas rémunéré/e pour participer à cette étude. Vous avez le choix de ne pas participer ou de vous retirer en tout temps sans désavantage, ni pénalité. Vous avez aussi le choix de ne pas répondre à une ou plusieurs questions du questionnaire.

## AUTORISATION DES PRÉLÈVEMENTS D'URINE

- J'accepte de fournir des échantillons d'urine pour l'analyse des métabolites des HAP**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient                      Nom (caractères d'imprimerie)                      Date

- Je n'accepte pas de fournir des échantillons d'urine pour l'analyse des métabolites des HAP**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient                      Nom (caractères d'imprimerie)                      Date

- J'accepte que les métabolites urinaires de la nicotine soient mesurés dans mes échantillons d'urine**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient                      Nom (caractères d'imprimerie)                      Date

- Je n'accepte pas que les métabolites urinaires de la nicotine soient mesurés dans mes échantillons d'urine**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient                      Nom (caractères d'imprimerie)                      Date

- Je désire recevoir les résultats de mes analyses d'urine et leurs interprétations**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient                      Nom (caractères d'imprimerie)                      Date

- Je ne désire pas recevoir les résultats de mes analyses d'urine et leurs interprétations**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient                      Nom (caractères d'imprimerie)                      Date

## **PERSONNES À CONTACTER**

Vous pouvez adresser vos questions concernant ce programme de surveillance biologique de l'exposition au docteur Michèle Bouchard au (450) 928-6777, poste 4036 et à l'infirmière pivot de l'Agence de développement de réseaux locaux de santé et de services sociaux de la Côte-Nord au (418) 589-9845.

Si vous désirez des renseignements supplémentaires concernant vos droits en tant que sujet participant à une étude de recherche ou en cas de dommage attribuable à la recherche, c'est-à-dire s'il y a des effets secondaires nocifs pour votre santé, vous pouvez communiquer avec le secrétariat du comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Charles LeMoine au (450) 466-5000, poste 2564.

## ÉNONCÉ DU CONSENTEMENT

J'autorise que les échantillons d'urine de mon enfant soient utilisés pour des fins de mesures de métabolites urinaires de HAP.

\_\_\_\_\_  
Signature du parent

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Assentiment de l'enfant

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Signature du témoin

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Signature de la personne qui a  
présenté le consentement

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Signature du chercheur/co-  
chercheur  
(si différent de la personne ci-  
dessus)

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date



**ANNEXE 9.2**  
**FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ENFANTS**  
**PRINTEMPS 2006**



## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT (POUR ENFANT)

**N° DE PROJET :** 2005-06-12

**TITRE DU PROJET :** Surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques d'origine industrielle à Baie-Comeau

**PROTOCOLE :** N/A

**COMMANDITAIRE :** ALCOA

**CHERCHEUR PRINCIPAL :** Dre Michèle Bouchard

**ADRESSE :** Institut national de santé publique du Québec  
1255, rue Beauregard, Longueuil, Québec, J4K 2M3

**TÉLÉPHONE :** Dre Michèle Bouchard  
Téléphone : (450) 928-6777, poste 4036  
Direction de santé publique (Côte-Nord)  
Téléphone : (418) 589-9845

---

### INTRODUCTION

Vous êtes invité/e à participer à un programme de surveillance biologique de l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) chez des résidants demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA, à Baie-Comeau, soit les résidants du quartier Saint-Georges ou du secteur Mingan.

### BUT DE L'ÉTUDE

Le but de l'étude est de comparer les concentrations des métabolites urinaires des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) chez les résidants du quartier Saint-Georges demeurant à proximité de l'aluminerie ALCOA à celles des résidants du secteur Mingan qui ne sont pas influencés par les émissions de l'aluminerie.

### PROCÉDURES

Dans le cadre de ce projet, on vous demandera des informations de nature personnelle telles que votre âge, votre état de santé et votre scolarité. On vous posera également des questions concernant le type de chauffage de votre résidence, votre alimentation, votre travail, vos activités et l'usage d'alcool, de tabac et de certains traitements pour la peau. Ces informations seront nécessaires à la réalisation du projet. Deux fois par semaine, durant deux semaines consécutives, on vous demandera des échantillons d'urine. Les collectes d'urine débuteront dans la semaine du 21 mai 2006. Seules les analyses des métabolites urinaires des HAP (métabolites du pyrène et/ou autres métabolites que le pyrène) et de la nicotine seront effectuées sur votre urine. Les échantillons urinaires seront analysés seulement si les concentrations atmosphériques en HAP sont plus élevées que les concentrations moyennes.

## **RISQUES, EFFETS SECONDAIRES ET INCONVÉNIENTS**

Ce projet ne comporte aucun danger pour vous. Les seuls inconconvénients que comportent cette étude pour vous seront les quelques minutes que vous devrez prendre pour répondre aux questionnaires et pour récolter vos urines. Vous devrez aussi éviter de manger des aliments cuits sur un barbecue durant les trois jours précédant les collectes de vos urines.

## **BÉNÉFICES ET AVANTAGES**

Le bénéfice que vous procurera la participation à cette étude sera de connaître, si vous le désirez, vos résultats d'analyses d'urine et ce qu'ils signifient. Votre participation à ce projet constitue votre contribution à une étude qui permettra de vérifier l'importance de l'exposition aux HAP d'origine industrielle.

## **CONFIDENTIALITÉ**

Les informations contenues dans le questionnaire ainsi que vos résultats d'analyses d'urine seront traités de façon strictement confidentielle. Votre nom sera remplacé par un numéro sur tous les documents et sur les échantillons d'urine. Ainsi, on ne pourra jamais vous identifier dans les rapports et publications relatifs à cette étude. Seuls les chercheurs principaux et les personnes associées au projet auront accès à votre nom afin de vous transmettre vos résultats d'analyses d'urine de façon confidentielle, si vous le désirez. Si vous êtes inquiet/inquiète par rapport à vos résultats ou à votre situation, vous pourrez obtenir de l'information auprès des chercheurs principaux.

## **PARTICIPATION VOLONTAIRE/RETRAIT**

Votre participation à ce projet étant tout à fait volontaire, vous ne serez pas rémunéré/e pour participer à cette étude. Vous avez le choix de ne pas participer ou de vous retirer en tout temps sans désavantage, ni pénalité. Vous avez aussi le choix de ne pas répondre à une ou plusieurs questions du questionnaire.

## AUTORISATION DES PRÉLÈVEMENTS D'URINE

- J'accepte de fournir des échantillons d'urine pour l'analyse des métabolites des HAP**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je n'accepte pas de fournir des échantillons d'urine pour l'analyse des métabolites des HAP**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- J'accepte que les métabolites urinaires de la nicotine soient mesurés dans mes échantillons d'urine**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je n'accepte pas que les métabolites urinaires de la nicotine soient mesurés dans mes échantillons d'urine**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je désire recevoir les résultats de mes analyses d'urine et leurs interprétations**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

- Je ne désire pas recevoir les résultats de mes analyses d'urine et leurs interprétations**

\_\_\_\_\_  
Signature du patient

\_\_\_\_\_  
Nom (caractères d'imprimerie)

\_\_\_\_\_  
Date

## **PERSONNES À CONTACTER**

Vous pouvez adresser vos questions concernant ce programme de surveillance biologique de l'exposition au docteur Michèle Bouchard au (450) 928-6777, poste 4036 et à l'infirmière pivot de l'Agence de développement de réseaux locaux de santé et de services sociaux de la Côte-Nord au (418) 589-9845.

Si vous désirez des renseignements supplémentaires concernant vos droits en tant que sujet participant à une étude de recherche ou en cas de dommage attribuable à la recherche, c'est-à-dire s'il y a des effets secondaires nocifs pour votre santé, vous pouvez communiquer avec le secrétariat du comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Charles LeMoine au (450) 466-5000, poste 2564.

## ÉNONCÉ DU CONSENTEMENT

J'autorise que les échantillons d'urine de mon enfant soient utilisés pour des fins de mesures de métabolites urinaires de HAP.

_____ Signature du parent	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
------------------------------	--	---------------

_____ Assentiment de l'enfant	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
----------------------------------	--	---------------

_____ Signature du témoin	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
------------------------------	--	---------------

_____ Signature de la personne qui a présenté le consentement	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
---	--	---------------

_____ Signature du chercheur/co- chercheur (si différent de la personne ci- dessus)	_____ Nom (caractères d'imprimerie)	_____ Date
---	--	---------------



## **ANNEXE 10**

### **ÉLABORATION DE L'INDICE D'APPORT ALIMENTAIRE EN HAP**



Le pyrène a été utilisé comme référence pour établir un estimé d'apport alimentaire journalier en HAP. Cet apport alimentaire a été obtenu à partir du nombre de µg de pyrène par portion d'aliment consommé déterminé à partir de la littérature (tableau 1) et du nombre de portions journalières consommées de cet aliment, tel que documenté par questionnaire durant chacun des trois jours précédant une collecte (pour chaque aliment : µg pyrène/portion x nombre de portions). L'apport alimentaire était alors calculé en additionnant le nombre de µg de pyrène estimé dans chaque aliment consommé dans une journée. Considérant une demi-vie d'élimination du 1-OHP dans l'urine de l'ordre de 12 h suivant une exposition orale chez des volontaires (Viau et Vyskocil, 1995), il a été considéré que les quantités journalières de pyrène consommées dans les 24 heures précédant une collecte contribuaient à 100 % de la contribution alimentaire de pyrène à l'excrétion du 1-OHP alors que les quantités journalières ingérées dans les 24-48 et 48-72 heures contribuaient à 12,5 et 6,25 %, respectivement.

Tableau 1  
Estimation du nombre de µg de pyrène par portion de différents aliments

Aliments	[pyrène] (µg/kg)	Taille des portions (g)	Pyrène(µg) / portion	Référence
Jambon	11	30	0,34	3
Poisson fumé	2	150	0,30	1, 3
Margarine	2	5	0,01	3
Noix de coco	25	10	0,25	2
Frites	7	50	0,35	4
Chips	7	30	0,21	
Autres fritures	7	100	0,70	2
Steak (non cuit au barbecue)	19	120	2,25	1, 3
Steak sur le barbecue (peu grillé)	25	120	3,00	1
Steak sur le barbecue (très grillé)	35	120	4,20	1
Côtelette de porc (non cuites au barbecue)	42	120	5,04	3
Côtelettes de porc sur le barbecue (peu grillées)	42	120	5,04	1
Côtelettes de porc sur le barbecue (très grillées)	80	120	9,60	2
Autres viandes (non cuites au barbecue)	1	120	0,07	3
Autres viandes sur le barbecue (peu grillées)	5	120	0,60	4
Autres viandes sur le barbecue (très grillées)	25	120	3,00	2
Hamburger (non cuit au barbecue)	8	120	0,91	3
Hamburger sur le barbecue (peu grillé)	8	120	0,96	1
Hamburger sur le barbecue (très grillé)	25	120	3,00	2
Aliments autres que la viande sur le barbecue (peu grillés)	5	120	0,60	2
Aliments autres que la viande sur le barbecue (très grillés)	25	120	3,00	2
Bacon	11	30	0,34	1
Saucisses (non cuites au barbecue)	2	40	0,08	1
Saucisses sur le barbecue (peu grillées)	40	40	1,60	1
Saucisses sur le barbecue (très grillées)	100	40	4,00	1

### Références alimentaires

1. Lijinsky, W. (1991). The formation and occurrence of polynuclear aromatic hydrocarbons associated with food. *Mutat. Res.* 259: 251-261.
2. Chénier, V., C. Viau (1997). Mesure des variations de l'excrétion urinaire du 1-hydroxypyrene chez les individus sans exposition professionnelle aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, *Travail et Santé*, 13(4): S-21-S-24.
3. Van Rooij, J.G.M., M.M.S. Veeger, M.M. Bodelier-Bade, P.T.J. Scheepers, F.J. Jongeneelen (1994). Smoking and dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons as sources of interindividual variability in the baseline excretion of 1-hydroxypyrene in urine. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 66: 55-65.
4. Roggi, C., C. Minoia, G.F. Sciarra, P. Apostoli, L. Maccarini, S. Magnaghi, A. Cenni, A. Fonte, G.F. Nidasio, G. Micoli (1997). Urinary 1-hydroxypyrene as a marker of exposure to pyrene: an epidemiological survey on a general population group. *Sci. Total Environ.* 199: 247-254.

**Agence de la santé  
et des services sociaux  
de la Côte-Nord**

**Québec**



691, rue Jalbert  
Baie-Comeau (Québec) G5C 2A1  
Téléphone: (418) 589-9845  
Télécopieur: (418) 589-8574

