
**SURVEILLANCE DE L'IMPRÉGNATION À L'ARSENIC
CHEZ LA POPULATION DU QUARTIER NOTRE-DAME**
(décembre 2005 à octobre 2006)

24 AVRIL 2006

Édition produite par :

Agence de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue
1, 9^e Rue
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 2A9

Téléphone : (819) 764-3264
Télécopieur : (819) 797-1947

Rédaction

Daniel Gagné, agent de planification
et de programmation sociosanitaire
Direction de santé publique

Mise en page

Josée Carrier, secrétaire
Direction de santé publique

ISBN : 2-89391-277-X
Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec, 2006
Bibliothèque nationale du Canada, 2006

Prix : 11 \$ + frais de manutention

Toute reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée, à condition que la source soit mentionnée.

Table des matières

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 1 |
| 1- MÉTHODOLOGIE | 7 |
| 1.1 Population à l'étude | 7 |
| 1.2 Recrutement de l'échantillon et collecte des données | 8 |
| 1.2.1 <i>Groupe exposé</i> | 8 |
| 1.2.2 <i>Groupe « non exposé »</i> | 12 |
| 1.3 Prélèvements urinaires | 13 |
| 1.4 Analyses statistiques | 15 |
| 1.5 Évaluation des concentrations environnementales d'arsenic (air et sols) | 16 |
| 1.6 Évaluation des doses d'exposition des participants | 17 |
| 1.7 Éthique | 18 |
| 2- RÉSULTATS | 19 |
| 2.1 Taux de participation | 19 |
| 2.2 Description de la population étudiée | 19 |
| 2.2.1 <i>Distribution par âge et par sexe</i> | 19 |
| 2.2.2 <i>Scolarité</i> | 21 |
| 2.2.3 <i>Tabagisme</i> | 22 |
| 2.2.4 <i>Durée de résidence dans le quartier Notre-Dame</i> | 23 |
| 2.2.5 <i>Présence d'un système de ventilation (échangeur d'air) en fonction de façon régulière dans le logement</i> | 27 |
| 2.2.6 <i>Endroit de travail des recrutés du quartier Notre-Dame</i> | 28 |
| 2.2.7 <i>Travail à la fonderie Horne ou avec du bois traité à l'arséniate de cuivre chromaté</i> | 29 |
| 2.2.8 <i>Localisation de l'école des étudiants</i> | 29 |
| 2.2.9 <i>Avoir ou non un travail</i> | 30 |
| 2.2.10 <i>Les retraités</i> | 30 |
| 2.2.11 <i>Enfants du préscolaire en garderie</i> | 31 |
| 2.2.12 <i>Crainte d'un cancer du poumon à cause de leur exposition à l'arsenic chez les résidents du quartier Notre-Dame</i> | 32 |
| 2.3 Habitudes de vie | 32 |
| 2.3.1 <i>Nombre d'heures passées chaque semaine dans le quartier</i> | 32 |
| 2.3.2 <i>Nombre d'heures passées dehors près de la résidence en été</i> | 34 |
| 2.3.3 <i>Nombre d'heures passé dehors près de la résidence en hiver</i> | 35 |
| 2.4 Résultats d'arsenic dans l'air | 36 |
| 2.4.1 <i>Taux moyens d'arsenic dans l'air pendant les quelques jours précédant le prélèvement du 13 décembre 2005</i> | 37 |
| 2.4.2 <i>Direction des vents pendant les jours précédant les prélèvements</i> | 39 |
| 2.4.3 <i>Doses d'exposition des résidents du quartier</i> | 40 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5 Niveaux d'arsenic urinaire chez les participants à la campagne du 13 décembre 2005 | 42 |
| 2.5.1 <i>Comparaison des valeurs moyennes d'arsenic urinaire entre les exposés et non-exposés</i> | 42 |
| 2.5.2 <i>Corrélation entre la dose d'arsenic atmosphérique et les taux urinaires chez les exposés</i> | 46 |
| 2.5.3 <i>Corrélation entre l'âge et les taux d'arsenic urinaire chez les exposés et les non-exposés</i> | 49 |
| 2.5.4 <i>Corrélation entre le niveau de scolarité et les taux d'arsenic urinaire chez les exposés et les non-exposés</i> | 52 |
| 2.5.5 <i>Corrélation entre le tabagisme et les taux d'arsenic urinaire chez les exposés et les non exposés</i> | 53 |
| 2.5.6 <i>Distribution géographique de l'arsenic urinaire et de la dose d'arsenic inhalé chez les participants du quartier Notre-Dame</i> | 54 |
| | |
| 3- COMMENTAIRES SUR LES RÉSULTATS | 55 |
| 3.1 Représentativité de l'échantillon | 55 |
| 3.2 Habitudes de vie des participants | 55 |
| 3.3 Concentrations atmosphériques d'arsenic pendant les quelques jours précédant le prélèvement | 57 |
| 3.4 Facteurs associés à la variation de l'arsenic urinaire | 59 |
| | |
| CONCLUSION | 61 |
| | |
| BIBLIOGRAPHIE | 63 |
| ANNEXES | 65 |

Introduction

Une fonderie de cuivre est en fonction à Rouyn-Noranda (depuis la fin des années 1920). Elle s'approvisionne en concentrés de cuivre auprès d'autres mines, souvent situées dans d'autres régions du monde. Ces concentrés contiennent, en plus du cuivre, des teneurs variables en divers métaux lourds, dont le plomb et l'arsenic. Ces métaux peuvent se retrouver dans l'air ambiant et les sols résidentiels de la ville de Rouyn-Noranda dans les divers rejets atmosphériques de la fonderie, notamment dans un quartier limitrophe appelé quartier Notre-Dame (dont les premières résidences sont localisées à moins de 100 mètres au sud de la fonderie). Ce quartier est surtout touché par les émissions diffuses (celles qui ne viennent pas des cheminées principales d'évacuation des gaz et poussières). Il semble vraisemblable de supposer que la majorité des poussières fines métalliques proviennent de la fusion des métaux dans les fours et se retrouvent sous forme d'oxydes d'arsenic (notamment le trioxyde, As_2O_3) ou de plomb.

Depuis quelques années, les taux d'arsenic mesurés dans l'air ambiant du quartier Notre-Dame, situé à moins d'un kilomètre au sud des installations de la fonderie Horne à Rouyn-Noranda inquiètent les autorités gouvernementales du Québec. Un Avis du gouvernement (Gouvernement du Québec, 2004), paru en novembre 2004, recommande d'ailleurs de réduire rapidement (avant mai 2006) les concentrations moyennes dans le quartier à des niveaux voisins de ce qu'on retrouve dans les autres villes du Québec (où on ne retrouve pas de sources ponctuelles d'émissions de poussières d'arsenic dans l'air).

Cette recommandation s'appuie sur deux constats :

- les concentrations moyennes (arithmétiques) d'arsenic dans l'air du quartier ont augmenté par un facteur de plus de 5 fois entre 1991 et 2000;
- les organismes gouvernementaux de certains pays (comme l'EPA aux États-Unis) associent une augmentation significative du risque de cancer du poumon à des teneurs même très faibles d'arsenic dans l'air, teneurs voisines en fait du bruit de fond dans des villes non exposées.

Cette augmentation des teneurs en arsenic dans l'air pourrait certainement inquiéter la Direction de santé publique si elle devait se poursuivre au cours des prochaines années. Cependant, la tendance récente (2001-2005) montre qu'elle semble avoir été freinée, voire renversée. En effet, les moyennes annuelles des trois stations de mesure sur la période 2001-2005 se situent à environ la moitié de celle de l'an 2000 (voir graphique en annexe). Par contre, les correctifs apportés par la fonderie sont plutôt d'ordre administratif (touchant surtout les méthodes de travail) et on peut toujours craindre un retour à des valeurs plus élevées dans un avenir plus ou moins proche. Il se peut également que la direction des vents ait un peu changé au printemps 2005, ce qui aurait eu pour effet de diriger les diffuses au nord de l'usine plutôt qu'au sud. De plus, même aux concentrations actuelles (2001-2004), les recommandations d'organismes comme l'EPA sont largement dépassées dans le quartier (facteur de 16 à 50 selon les stations d'échantillonnage). C'est pourquoi la Direction de santé publique insiste pour que la fonderie s'attaque aux principales sources d'émissions diffuses qui affectent la population du quartier Notre-Dame. Un plan de travail est d'ailleurs en voie de réalisation de la part de la fonderie et sera déposé au début 2006.

Il est important de préciser que ce problème ne touche pas l'ensemble de la municipalité de Rouyn-Noranda (30 000 personnes), mais bien un seul quartier de la ville, qui compte environ 3 000 personnes. Ce quartier est situé à moins de 1 000 mètres des installations de la fonderie (voir carte géographique #1 en annexe). Sont particulièrement touchées les quelques 500 personnes qui vivent à moins de 100 mètres du complexe industriel (voir découpage des secteurs sur la carte géographique #2 en annexe). Même si le quartier n'a qu'un kilomètre de longueur, les concentrations varient beaucoup d'un secteur à l'autre passant, en 2005, de 163 nanogrammes/m³ (ng/m³) en périphérie du complexe industriel, à 20 ng/m³ à l'extrémité sud-ouest quartier (voir localisation des échantillonneurs sur la carte géographique #3 en annexe). Cette situation démontre l'importance de distinguer entre les différents secteurs de ce quartier lorsqu'on veut caractériser l'exposition de la population.

Le seul effet attendu d'une exposition à l'arsenic atmosphérique est une augmentation du risque de développer un cancer du poumon. Cet effet a été démontré chez des cohortes de travailleurs de fonderie de cuivre exposées à des concentrations beaucoup plus élevées que celles retrouvées dans le quartier Notre-Dame actuellement. L'une de ces études (Enterline *et al.*, 1987) rapporte que l'exposition minimale à partir de laquelle on commence à voir une

augmentation significative des cas de cancer (SMR à 206) serait de l'ordre de 2 000 000 ng/m³ – années, soit 200 000 ng/m³ pendant 10 ans ou 100 000 ng/m³ pendant 20 ans. Ces niveaux sont sans commune mesure avec ce qu'on retrouve actuellement dans l'air ambiant du quartier. On ne s'attend donc pas à retrouver beaucoup de cas de cancer du poumon dans la population à cause de leur exposition à l'arsenic. C'est pourquoi la surveillance des cas de cancer dans cette population n'est pas un instrument approprié pour évaluer un effet sur la santé des gens exposés à l'arsenic dans une communauté.

Par ailleurs, les données environnementales ne nous permettent pas non plus d'estimer le risque réel chez la population. Car elles ne nous renseignent pas beaucoup sur l'exposition de la population qui, en réalité, est hautement variable d'un individu à l'autre. En effet, les échantillonneurs, en plus de ne couvrir que la moitié la plus exposée du quartier, sont fixes. De plus, ils ne prennent qu'une mesure à tous les six jours¹, ne permettent pas de connaître les concentrations à l'intérieur des maisons et ne mesurent que l'arsenic total dans la poussière en suspension dans l'air alors que seules les très fines particules se rendent jusqu'aux poumons. Alors qu'en réalité, la population exposée est mobile (n'est pas enfermée 24 heures par jour dans le quartier), vit la majeure partie du temps à l'intérieur de la maison et n'est affectée que par la partie la plus fine² et la plus facilement absorbable des poussières totales d'arsenic en suspension dans l'air. Bref, les données actuellement disponibles du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) sur les concentrations d'arsenic dans l'air ambiant du quartier sont très utiles pour vérifier si la fonderie réussit ou non à bien contrôler ses retombées sur le quartier, mais elles sont insuffisantes pour déterminer à quoi exactement la population est exposée. Seul un monitoring biologique pourrait nous en donner une indication. La population du quartier a été régulièrement informée de la situation par la Direction de santé publique qui a tenté de la rassurer sur l'importance du risque. Cependant, l'incertitude qui plane actuellement sur les échéanciers de la fonderie pour rencontrer les exigences du MDDEP et les reportages alarmistes que les médias nationaux ont consacré à la situation du quartier Notre-Dame ont alimenté l'inquiétude des gens. De sorte que la Direction de santé publique en a conclu qu'une étude sur l'imprégnation s'imposait.

1. Les données à tous les trois jours ne sont disponibles que depuis l'été 2005.

2. Les données préliminaires de la fonderie indiquent que sur cinq échantillons analysés à date, la proportion moyenne de poussières ayant <2,5 µm de diamètre ne serait que de 52 %.

Le dosage de l'arsenic inorganique urinaire est le marqueur le plus fréquemment utilisé pour mesurer l'imprégnation des populations exposées. Malheureusement, il s'agit d'un indicateur de l'exposition récente. La mesure de l'arsenic urinaire est très utile pour suivre des travailleurs exposés pendant un quart de travail (8 heures), mais elle ne dit pas grand chose au sujet de l'exposition moyenne au cours d'une année entière, encore moins sur une vie entière. À faible dose, la demi-vie de l'arsenic urinaire est de deux à quatre jours seulement.

L'autre possibilité, soit le dosage de l'arsenic dans les cheveux doit être écarté d'emblée car il n'est pas assez sensible pour décrire d'aussi faibles niveaux d'exposition que ceux retrouvés dans le quartier actuellement. De plus, le cheveu est sujet à la contamination par des poussières déposées provenant de l'environnement.

Cependant, il est possible d'estimer l'exposition moyenne au cours d'une année en répétant le dosage de l'arsenic urinaire à des intervalles suffisamment rapprochés pour tenir compte des variables qui peuvent l'influencer. Ces variables sont reliées principalement aux conditions météorologiques qui vont à la fois modifier les habitudes de vie des gens et la direction des vents dominants. Les gens vont passer plus de temps dehors pendant la saison chaude où les vents dominants seront alors du sud et du sud-ouest³. Au contraire, les résidents vont se confiner davantage à l'intérieur pendant la saison froide, qui se caractérise par des vents arrivant du nord et du nord-ouest. Entre ces deux extrêmes, on retrouve des périodes de transition correspondant au printemps et à l'automne.

Bien que des intervalles plus rapprochés pourraient nous apporter plus de précision, nous avons pensé que des dosages à chaque saison allaient nous permettre de brosser un portrait valable de l'exposition moyenne de la population au cours d'une année sans compliquer à l'excès la logistique d'un suivi annuel. Ce portrait devrait nous permettre d'estimer le risque réel pour les résidents du quartier Notre-Dame et viendra confirmer ou infirmer l'analyse de situation que la Direction de santé publique en a faite antérieurement.

Le taux d'arsenic urinaire est considéré dans les limites de la normale par le laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ s'il est inférieur à 19 µg/L (0,25 µmol/L). En 2002, ce

3. Les vents provenant du sud dirigent les retombées atmosphériques loin du quartier Notre-Dame vers des zones peu habitées (parcs à résidus miniers, golf et parc industriel).

laboratoire a réalisé un dosage de l'arsenic urinaire chez un échantillon de citoyens de la région de Québec (en principe non exposé à l'arsenic) afin de valider ses seuils de normalité. On trouvera la distribution des valeurs obtenues au tableau 1.

Tableau 1 : Distribution des valeurs d'arsenic urinaire inorganique ($\mu\text{g/L}$) chez une population québécoise non exposée à l'arsenic inorganique

| | Nombre | 50^e percentile | 90^e percentile | 97,5^e percentile |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Tous | 363 | <7,9 | 10,48 | 23,2 |
| Fumeurs | 196 | <7,9 | 10,48 | 24,7 |
| Non-fumeurs | 167 | <7,9 | 11,98 | 23,2 |
| Non-consommation fruits mer | 101 | <7,9 | 9,73 | 15,7 |
| Consommation fruits mer | | <7,9 | 11,23 | 24,7 |

Le tableau 1 montre que plus de la moitié des gens non exposés présentent des valeurs d'arsenic inorganique urinaire inférieures au seuil de détection de la méthode d'analyse ($8 \mu\text{g/L}$). On retrouve cependant peu de gens exposés à l'arsenic atmosphérique au sein de la population québécoise hormis certains groupes de travailleurs. Toutefois, le Centre de toxicologie du Québec a déjà réalisé une étude de l'imprégnation à l'arsenic chez la population des 2 à 12 ans habitant le secteur de Rouyn-Noranda en 1979 (CTQ, 1980). Les concentrations d'arsenic total dans l'air ambiant au centre du quartier étaient à cette époque du même ordre de grandeur que ce qui prévaut depuis 2001-2004 dans le quartier. Les tendances centrales chez le groupe habitant le quartier Notre-Dame sont comparées à celles du groupe non exposé, habitant Évain, dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats comparés des taux d'arsenic urinaire total ($\mu\text{g/g}$ créatinine) chez les enfants exposés et non exposés en 1979⁴

| | Nombre | Moyenne | Coeff. variation* | Médiane |
|---------------------|---------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Quartier Notre-Dame | 105 | 13,4 (18,1)** | 65 | 10,7 (14,5) |
| Évain | 141 | 16,6 (22,4) | 185 | 10 (13,5) |

*CV = σ /moyenne

**Entre parenthèses : valeur équivalente en $\mu\text{g/L}$

4. Les valeurs entre parenthèses sont les données corrigées pour une concentration moyenne de 1,35 g de créatinine/L d'urine, afin d'obtenir un équivalent en $\mu\text{g/L}$. Pour convertir les $\mu\text{g/L}$ en $\mu\text{mol/L}$, il faut multiplier les premiers par 0,01335.

On remarque qu'à cette époque, les concentrations d'arsenic urinaire total atteignaient la limite supérieure actuelle de la normale (19 µg/L). Étant donné qu'il s'agissait d'arsenic total, nul doute que les valeurs obtenues auraient été en deçà de cette limite si l'on avait dosé uniquement l'arsenic inorganique (non alimentaire). Le groupe non exposé (Évain) aurait pu à ce moment se distinguer un peu plus du groupe exposé (quartier Notre-Dame)⁵. Il faut aussi retenir qu'il s'agit d'un échantillon d'enfants, donc plus susceptible d'afficher de fortes valeurs étant donné que leur exposition peut se faire via les sols en plus de l'inhalation (la seule voie d'absorption chez les adultes).

Objectif spécifique de l'étude

L'objectif spécifique de l'étude est d'estimer, à partir de mesures d'arsenic non alimentaire urinaire, l'exposition au trioxyde d'arsenic chez les résidents du quartier Notre-Dame. Les résultats seront comparés à un groupe contrôle non exposé ainsi qu'à la distribution des valeurs normales dans l'échantillon de l'INSPQ. L'échantillon chez les résidents du quartier Notre-Dame tiendra compte de la dispersion géographique afin de vérifier la relation qui existe entre les taux urinaires et les concentrations atmosphériques, lesquelles varient en fonction de l'éloignement de la fonderie.

Cet objectif contient une hypothèse sous-jacente, à savoir qu'il faut tenir compte des habitudes de vie de la population exposée avant d'estimer le risque à la santé relié aux concentrations mesurées dans l'air extérieur. Par ailleurs, ce ne sont pas toutes les habitudes de vie qui auront un impact, mais uniquement celles qui influencent la proportion du temps passé dehors dans le secteur exposé. Car nous croyons que les concentrations dans l'air intérieur des résidences est à peu près nul par rapport aux concentrations extérieures, sauf pendant les trois mois d'été.

5. La valeur élevée du CV pour le groupe d'Évain est probablement due à quelques résultats excentriques provenant d'individus ayant consommé des fruits de mer.

1- Méthodologie

1.1 Population à l'étude

Deux groupes, l'un considéré « exposé » et l'autre « non exposé » ont été constitués. Le groupe « exposé » est un échantillon des 2 450 résidents du quartier Notre-Dame. Le groupe « non exposé » est un échantillon des 2 600 résidents d'un village (Évain) situé à 10 km environ de la fonderie Horne sous les vents les moins fréquents au cours d'une année, soit les vents d'est. D'ailleurs, les taux d'arsenic dans l'air tels que mesurés par l'échantillonneur à haut débit dans la partie urbaine du quartier Évain sont très faibles (moyenne arithmétique se situant autour de 3 ng/m³ pendant les 10 premiers mois de 2005). Comme nous n'avons pas de données pour les années antérieures, une vérification a été faite des teneurs d'arsenic dans les sols non remaniés du village d'Évain à l'été 2005. Il s'agit du cumul de retombées atmosphériques éventuelles pendant au moins les vingt dernières années. Les résultats sont présentés au tableau suivant :

Tableau 3 : Taux d'arsenic dans les sols à Évain

| | Arsenic (mg/kg)* |
|--|-------------------------|
| Terrain vague, secteur rue Payeur (est du village) | 4,7 |
| Parc Victor (nord-ouest du village) | 2,1 |
| Terrain vague près du HLM (sud-est du village) | 7,2 |
| Terrain vague près de la rue Renaud (sud du village) | 3,0 |

* prélèvements composite de sols de surface (premiers 2,5 cm)

Les résultats du tableau 3 montrent que le quartier Évain a été très peu touché par les retombées de la fonderie au cours des 20 dernières années. En effet, selon les données du MDDEP, le bruit de fond au Québec pour l'arsenic varierait entre 5 et 15 mg/kg selon les régions géologiques⁶.

Compte tenu de la variabilité attendue des concentrations d'arsenic dans le quartier Notre-Dame, l'échantillon du groupe « exposé » a été sélectionné en assurant une représentativité de la population non seulement du quartier mais aussi de chacun des quatre grands secteurs

6. MDDEP (2001), Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, annexe 2.

d'exposition que l'on retrouve dans ce quartier. Aussi, l'échantillon des « exposés » sera-t-il en fait un continuum en soi, comptant quatre sous-groupes représentant chacun une classe d'exposition (forte, modérée, faible, très faible).

1.2 Recrutement de l'échantillon et collecte des données

1.2.1 Groupe exposé

En théorie, le choix de la taille d'un échantillon dépend principalement de l'importance de la variation du phénomène étudié dans la population totale. Ceci peut être mesuré par l'écart-type autour de la moyenne dans une population non exposée. Pour déterminer cet écart-type, il faut nous baser sur des résultats obtenus lors d'autres études sur d'assez grandes populations. Deux études nous ont servis à cet effet. La première (Polissar, L., *et al.*, 1990) mentionne un écart-type de 5,5 µg/L (arsenic non alimentaire) chez 31 personnes résidant dans un village non exposé des États-Unis. La seconde (Goss Gilroy, 2005), mentionne un écart-type de 5,63 µg/L dans un échantillon de 321 résidents d'un village non exposé près de Sudbury en Ontario. Ce qui montre une certaine concordance au niveau de la variation des taux d'arsenic urinaire chez les non-exposés. Avec un écart-type de cet ordre, nous avons calculé qu'un échantillon de 200 personnes nous donnerait un intervalle de confiance de 0,61 autour de la moyenne. Ce qui signifie qu'il nous faudrait un écart minimal de 1,2 µg/L entre le groupe exposé et le groupe non exposé pour déclarer cette différence significative avec un niveau de confiance de 95 %. Or les différences entre exposés et non-exposés sont beaucoup plus importantes que 1,2 µg/L habituellement. Par exemple dans l'étude de Polissar (Polissar, L., *et al.*, 1990), cette différence était de 87,6 µg/L entre un échantillon de 30 % des 300 résidents à proximité (moins de 0,5 km) d'une fonderie de cuivre et un échantillon de 10 personnes habitant à plus de 160 km de la même fonderie. Il nous paraît donc que notre échantillon de 200 personnes nous permet de déceler des différences suffisamment faibles entre les exposés et les non-exposés pour vérifier un effet de l'exposition chez les premiers, si jamais il y en avait une, même minime.

Un échantillon aléatoire de 200 personnes représente environ 8 % de la population totale du quartier. Pour nous assurer de sa représentativité, nous avons déterminé quelle devrait être sa distribution de classes d'âge si on voulait reproduire celle du dernier recensement de Statistique Canada (2001) validées à partir des données de population par code postal en 2005. Si notre

échantillon aléatoire de 8 % était représentatif, il devrait avoir à peu près la distribution suivante (tableau 4) de classes d'âge dans chacun des secteurs.

Tableau 4 : Répartition théorique des participants dans chacun des secteurs du groupe « exposé »

| | 0-4 ans | 5-9 ans | 10-14 ans | 15-24 ans | 25-60 ans | 60 ans et + | Total |
|--------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------|
| Portelance-Carter | 3 | 4 | 2 | 10 | 24 | 4 | 47 |
| Nord-ouest Murdoch | 3 | 2 | 3 | 7 | 23 | 10 | 48 |
| Sud Murdoch | 3 | 3 | 3 | 8 | 33 | 14 | 64 |
| Murdoch-Carter | 1 | 2 | 2 | 7 | 22 | 7 | 40 |
| Total | 10 | 12 | 11 | 31 | 102 | 35 | 199 |

Pour arriver à reconstituer cet échantillon théorique, nous avons utilisé une technique de recrutement qui consistait à visiter une proportion fixe des logements dans chaque secteur et de solliciter ensuite tous les occupants des logements sélectionnés. Compte tenu du nombre de logements inventoriés dans le quartier Notre-Dame (Statistique Canada, 2001). Un logement sur treize a été sélectionné pour constituer notre groupe «exposé ». Un bulletin d'information avait été distribué au préalable dans chaque foyer pour sensibiliser les résidents à l'importance de participer à cette étude. Pendant une période intensive précédant la première campagne de prélèvement, les logements étaient choisis par un recruteur⁷ affecté à ce secteur, lequel contactait le premier logement de la rue, sollicitait la participation de tous les occupants, leur faisait remplir un questionnaire et un formulaire de consentement (voir en annexe) puis passait au treizième logement suivant. Et ainsi de suite jusqu'à épuisement des numéros civiques dans chaque secteur. En cas d'absence des occupants dans un des logements ainsi sélectionné, le recruteur laissait une carte de visite invitant les occupants à le contacter. Si aucun lien n'était établi après deux relances des occupants, le logement immédiatement voisin (à droite ou à gauche) était sélectionné en remplacement.

Cette procédure nous a permis de recruter 206 participants répartis dans une centaine de logements. Le nombre de participants variera entre 40 et 64 d'un sous-secteur à l'autre. L'échantillon recruté a eu finalement la répartition suivante :

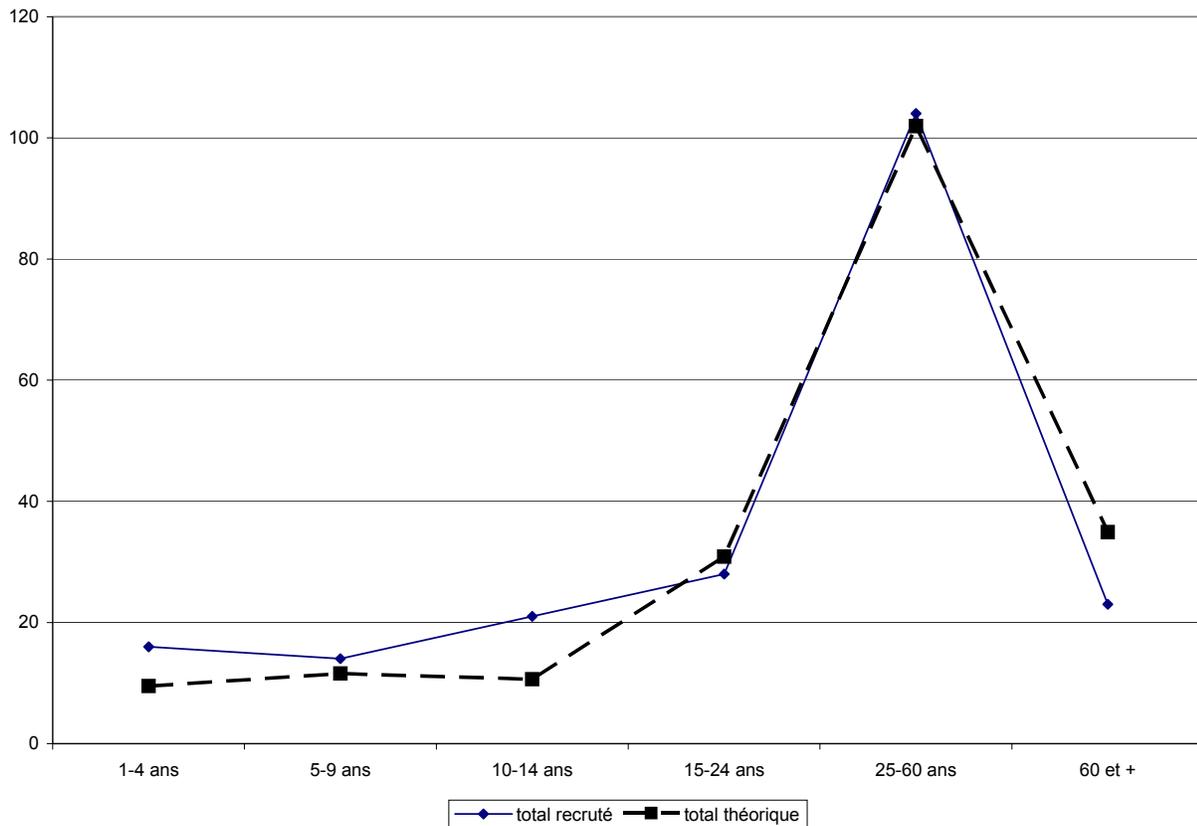
7. L'équipe était constituée de cinq recruteurs (un par secteur exposé et un pour le groupe témoin) entraînés pour cette tâche. Les mêmes individus s'occupèrent ensuite de la distribution et la récupération des échantillons d'urine.

Tableau 5 : Répartition des participants recrutés dans chacun des secteurs du groupe « exposé »

| | 1-4 ans | 5-9 ans | 10-14 ans | 15-24 ans | 25-60 ans | 60 ans et + | Total |
|--------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------|
| Carter-Portelance | 1 | 5 | 8 | 8 | 22 | 3 | 47 |
| Nord-ouest Murdoch | 3 | 2 | 7 | 7 | 27 | 4 | 50 |
| Sud-Murdoch | 7 | 2 | 4 | 8 | 34 | 14 | 69 |
| Murdoch-Carter | 5 | 5 | 2 | 5 | 21 | 2 | 40 |
| Total QND | 16 | 14 | 21 | 28 | 104 | 23 | 206 |

On peut voir à la figure 1 une illustration des similitudes entre les tableaux.

Figure 1 : Comparaison entre l'échantillon théorique et l'échantillon recruté dans le quartier Notre-Dame

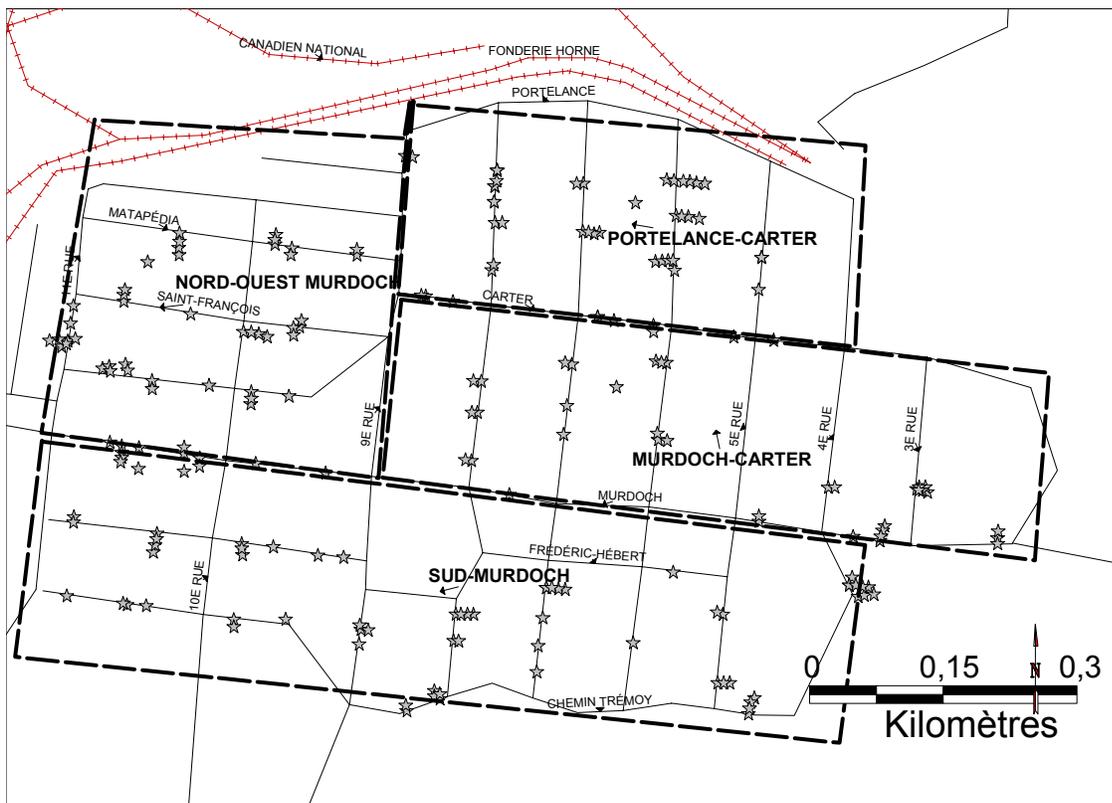


La figure 1 montre que les courbes de distribution par groupe d'âge sont très similaires entre l'échantillon théorique et l'échantillon recruté. On note cependant une surreprésentation des moins de 14 ans et une sous-représentation des 60 ans et plus.

Les participants devaient aussi satisfaire à certains critères d'admissibilité (par exemple, les travailleurs de la fonderie Horne ont été exclus (à moins qu'on ne puisse s'assurer qu'ils ne sont pas exposés à l'arsenic au cours de leur travail). Un questionnaire (voir en annexe) administré à chaque participant a permis de documenter ses caractéristiques socioéconomiques et de contrôler certains facteurs pouvant influencer les résultats (ex. : utilisation de produits de taxidermie contenant de l'arsenic, consommation de fruits de mer, tabagisme, etc.). L'objectif principal du questionnaire était cependant de documenter, pour chaque participant, la proportion du temps hebdomadaire passé dans le quartier (incluant le sommeil) et la proportion de temps de résidence dans le quartier passé dehors (près de la résidence et à plus de 100 mètres de la résidence).

Il est à noter que la technique de recrutement choisie permettait de s'assurer que l'échantillon sélectionné serait uniformément réparti sur l'ensemble du territoire du quartier. Cet objectif était important à rencontrer si on voulait s'assurer que l'échantillon sélectionné reflète l'étendue complète des concentrations atmosphériques qu'on retrouve dans ce quartier. On trouvera à la figure suivante une carte géographique illustrant la localisation de chacun des participants recrutés pour l'étude.

Figure 2 : Localisation de l'ensemble des participants recrutés dans l'échantillon du groupe exposé



On remarque à la figure 2 que l'échantillon est assez bien réparti non seulement sur l'ensemble du quartier mais aussi à l'intérieur même de chacun des secteurs. Le respect de la représentativité par classes d'âge dans chaque quartier nous a toutefois forcé à privilégier ce critère au détriment de la distribution géographique parfois.

1.2.2 Groupe « non exposé »

Le groupe « non exposé » quant à lui est réparti sur le territoire du quartier Évain de la municipalité de Rouyn-Noranda. Il est constitué d'une centaine de participants (4 % de la population totale de 2 500 personnes), recrutés de préférence dans la partie du périmètre urbain d'Évain. Les recruteurs choisissaient au hasard certaines résidences et sollicitaient la participation des occupants. Une sélection plus ciblée des participants en fonction des groupes d'âge fut nécessaire à la fin du processus afin de bien appairer le groupe témoin au groupe exposé.

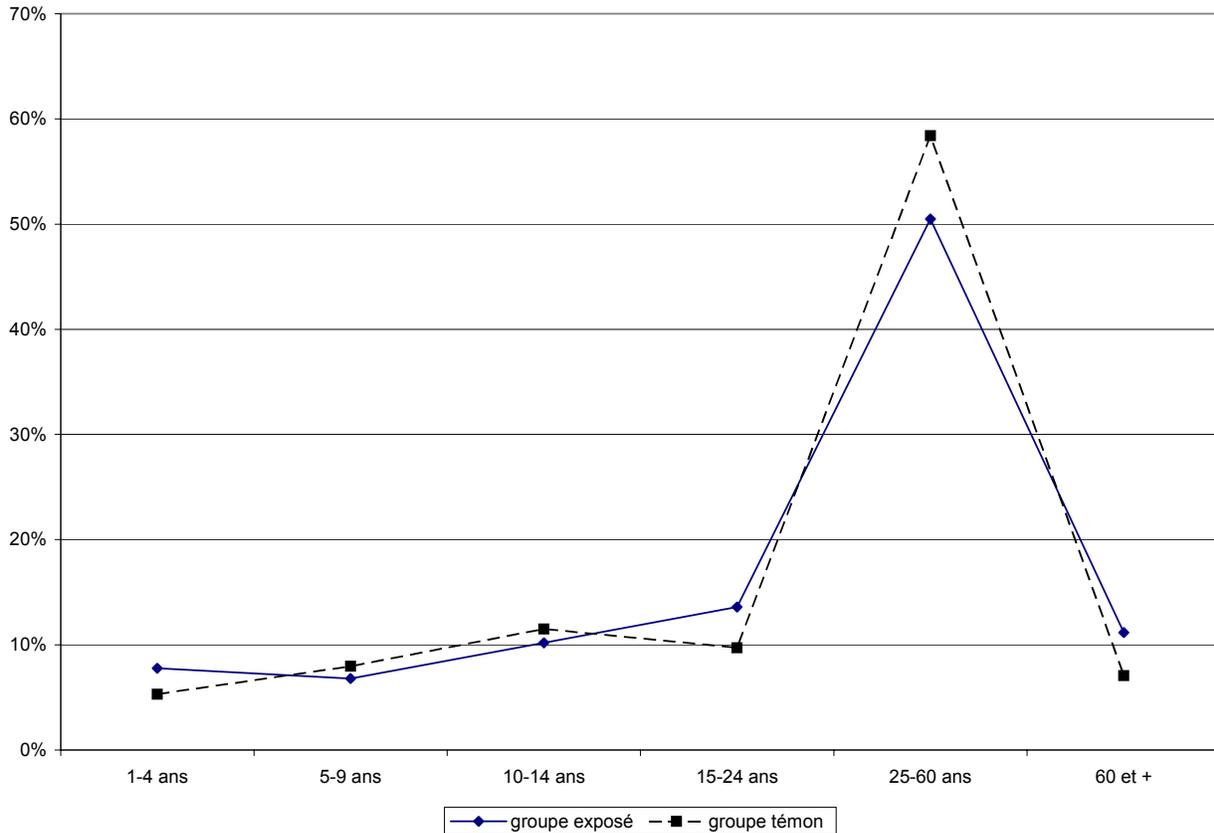
Le tableau 6 présente la distribution des groupes d'âge chez le groupe non exposé

Tableau 6 : Répartition des classes d'âge chez le groupe non exposé (Évain)

| | 1-4 ans | 5-9 ans | 10-14 ans | 15-24 ans | 25-60 ans | 60 ans et + | Total |
|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------|
| Groupe non exposé | 7 | 10 | 11 | 16 | 59 | 9 | 113 |

Les différences et similitudes entre la distribution des classes d'âge chez le groupe recruté des exposés et des témoins sont illustrées dans le graphique de la figure 3.

Figure 3 : Comparaison entre la distribution des classes d'âge chez les exposés et les témoins



On remarque la similitude entre les proportions dans chacune des classes d'âge. Les écarts entre les proportions pour une même classe d'âge dans les deux distributions sont en général inférieurs à 3 %, sauf pour la classe des 25-60 ans, surreprésentée dans le groupe témoin. Il n'y a toutefois pas de différence statistiquement significative entre les deux distributions de classes d'âge (exposés vs témoins)⁸.

1.3 Prélèvements urinaires

Les prélèvements d'urine sont réalisés à intervalles fixes correspondant approximativement aux changements de saison. Ce qui nous donne quatre campagnes de prélèvements au cours d'une année. Nous en avons ajouté une cinquième afin d'insister sur la période estivale, la plus exposée théoriquement car les gens y passent une plus grande partie du temps dehors.

8. Coefficient de corrélation de Pearson pour le Chi-carré = 3.99; dl = 5; valeur p = 0,550.

Chaque prélèvement était réalisé à date fixe pour tous les participants afin de pouvoir associer les concentrations urinaires à des concentrations atmosphériques similaires pour tout le monde, peu importe leurs habitudes de vie. Pour la même raison, nous avons tenté d'obtenir un prélèvement de la première urine du matin pour tout le monde. Cette condition a pu être satisfaite pour la majorité des participants. Le dosage de la créatinine dans le prélèvement nous a permis d'identifier les individus qui auraient eu une urine anormalement diluée ou concentrée. Ils furent l'exception.

La première campagne de prélèvement eut lieu le 13 décembre 2005. La seconde est prévue pour la mi-avril, la troisième pour la mi-juin, la quatrième pour la mi-août et la cinquième pour la mi-octobre 2006.

À chacune des campagnes de prélèvement, une feuille de route (voir en annexe) est complétée par chaque participant afin de lui servir d'aide-mémoire. Ceci dans le but de documenter certaines de ses habitudes de vie (par ex. : consommation de fruits de mer) pendant les quatre jours précédant le prélèvement et qui pourraient influencer son taux d'arsenic urinaire. Le principal facteur à documenter, c'est la proportion du temps passé dehors dans le quartier (à moins de 100 mètres et à plus de 100 mètres du domicile) pour chacun des quatre jours. Notre hypothèse étant que le taux d'arsenic urinaire varie directement en fonction de cette proportion pour un même site de résidence.

Quelques jours avant la date du prélèvement, les recruteurs font la distribution dans chaque foyer d'une trousse comprenant les pots (préalablement étiqueté au nom de chaque participant) pour prélèvement d'urine, la feuille de route, la carte géographique, les verres de styromousse et autres équipements requis. Le jet de la première urine du matin est dirigé par le participant dans le verre à café en styromousse propre puis versé dans le contenant de plastique à couvercle vissé non stérile de 90 ml (couvercle jaune #500030) fourni avec la trousse. Dans le cas des bébés aux couches, l'urine de la nuit est recueillie dans un dispositif spécial (U-Bag) collé sur l'abdomen du bébé puis transvidé le matin par un des parents dans le contenant de plastique à couvercle vissé. Les pots une fois remplis sont déposés dans des sacs de plastique fermés et remisés au réfrigérateur jusqu'à ce que le recruteur vienne les ramasser le jour même ou le lendemain au domicile de chaque participant.

Les contenants une fois ramassés par les recruteurs sont acheminés en groupe au laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ. Les prélèvements y sont entreposés au frigo jusqu'à l'analyse. La préparation de l'échantillon permet d'éliminer la contribution de l'arsenic alimentaire (principalement l'arsénobétaine). Elle comporte deux étapes : mise en solution dans le toluène afin de dissoudre tous les produits organiques (dont les métabolites urinaires de l'arsenic tels les acides mono et biméthyl arsénoïques); attaque à l'acide (iodure de potassium) qui permet de récupérer l'arsenic inorganique et les principaux composés organiques sauf l'arsénobétaine. L'analyse est ensuite effectuée par ICP-MS. La limite de détection de cette méthode est de 0,7 µg/L (0,009 µmol/L), un seuil dix fois inférieur à celui de la méthode courante pour le dosage de l'arsenic urinaire à l'INSPQ. Ceci afin de s'assurer qu'une différence, même très minime, entre le groupe exposé et le groupe témoin puisse être quantifiée.

L'élimination de la contribution de l'arsenic alimentaire n'est toutefois pas complète par cette méthode. D'une part, on retrouve des traces d'arsenic inorganique dans plusieurs aliments assez communs (riz, épinards, farine, jus de raisin, etc.). D'autre part, l'arsénobétaine retrouvée surtout dans les fruits de mer peut ne pas être éliminée complètement par l'analyse en laboratoire et augmenter le taux d'arsenic non alimentaire. Surtout lorsqu'on mesure de faibles niveaux dans l'urine, il peut devenir difficile d'associer les valeurs d'arsenic urinaire aux seules expositions environnementales. En supposant que le groupe non exposé à Évain a adopté à peu près les mêmes habitudes alimentaires que celui des exposés, on peut minimiser cette difficulté d'interprétation au moyen pour les valeurs de tendance centrale entre les deux groupes. Il en va autrement pour les valeurs individuelles. Le questionnaire rempli par chaque participant nous aidera à identifier certains individus qui pourraient avoir eu d'importantes expositions soit à de l'arsénobétaine soit à de l'eau potable contaminée à l'arsenic.

1.4 Analyses statistiques

Les analyses ont été faites à l'aide du logiciel SPSS (v. 12.0). La partie descriptive (moyenne, écart-type, centiles, etc.) du traitement sera suivie d'une partie associative. Les valeurs inférieures au seuil de détection ont été assumées égales à la moitié de ce seuil.

Pour les variables quantitatives, les groupes d'exposition seront comparés à l'aide de tests de comparaison de moyennes ou d'analyse de la variance (ANOVA). Des tests du chi carré seront effectués pour les variables catégoriques (sexe, niveau d'éducation, tabagisme passif, etc.).

Des tests de régression linéaire seront réalisés pour vérifier la corrélation entre les variables dépendantes et indépendantes quantitatives (par exemple, la dose d'exposition et le taux d'arsenic urinaire).

1.5 Évaluation des concentrations environnementales d'arsenic (air et sols)

Les données de sept stations de mesures de l'air ambiant (un échantillon de 24 heures tous les trois jours) seront colligées pendant les 9 jours précédant chaque prélèvement. Des moyennes seront établies pour chaque secteur d'exposition (incluant le secteur dit « non exposé » à Évain) afin de caractériser le niveau moyen mensuel de concentration dans chaque secteur.

La date de chaque prélèvement coïncide avec un lendemain d'une journée d'échantillonnage. L'échantillonnage précédant se situant trois jours plus tôt, en faisant la moyenne des deux ou trois dernières mesures atmosphériques à chaque station nous aurons un estimé des concentrations atmosphériques moyennes pendant les quelques jours qui ont précédé le prélèvement. Les conditions météo (direction et force des vents) pendant les quatre jours précédents le prélèvement seront notées et serviront à interpréter les valeurs moyennes au besoin. La fonderie Horne mène actuellement des études sur la fraction respirable (<2,5 µm) d'arsenic dans la poussière totale d'arsenic recueillie sur les filtres ainsi que sur la forme chimique de l'arsenic qu'on y retrouve. Ces données seront également utilisées pour pondérer les valeurs d'arsenic total mesurées aux six stations.

Les teneurs d'arsenic dans les sols seront établies à partir des données du dernier suivi de l'arsenic dans les sols (mai 2005). Ces valeurs seront utilisées pour caractériser l'exposition des jeunes enfants pendant la période estivale.

1.6 Évaluation des doses d'exposition des participants

Chaque participant aura à noter dans un journal de bord le nombre d'heures passées dans son quartier, dehors et à l'intérieur, pendant les quatre jours précédant chaque prélèvement. Cela nous permettra de quantifier les durées d'exposition aux concentrations mesurées dans l'air extérieur. Nous ne connaissons pas les concentrations dans l'air intérieur des résidences. Pour y arriver il nous faut aussi connaître le facteur de protection conféré par l'étanchéité de chaque maison par rapport à l'air extérieur. Ce qui est hors de question dans une étude de cette envergure. Dans la littérature, on a tenté de déterminer empiriquement ce facteur. On a obtenu des valeurs se situant entre 30 % et 60 %, dépendamment du type de maison et du type de contaminant. Habituellement, il s'agissait de contaminants présents pendant de longues heures, voire des journées entières, dans l'air extérieur. Ce qui n'est pas le cas dans le quartier Notre-Dame où les fugitives responsables du gros des concentrations mesurées, ne restent que quelques minutes dans l'air (moins de 15 minutes habituellement). Dans ces conditions, nous croyons que très peu d'arsenic pénétrera dans l'air intérieur des maisons, à moins que les portes et fenêtres soient ouvertes (ce qui ne se produit que quatre mois par année environ). C'est pourquoi, nous avons postulé que la dose d'exposition des résidents sera proportionnelle uniquement à la période de temps qu'ils passeront dehors pendant les quelques jours précédant chacun des prélèvements urinaires, sauf pendant les prélèvements d'été.

La dose d'exposition sera donc égale à la concentration dans l'air extérieur pondérée en fonction de la proportion de temps (sur 24 heures) que chaque individu passera dehors. Par exemple, si on mesure 300 ng/m^3 dehors sur 24 heures pour une journée donnée et qu'un des participants a noté avoir passé deux heures dehors cette journée-là, on lui assignera une exposition équivalente à 25 ng/m^3 ($300 \times 2/24$). Le nombre d'heures dehors sera fractionné en nombre d'heures près de la résidence (où on lui assignera le niveau d'exposition mesuré aux échantillonneurs de son secteur) et en nombre d'heures passées dehors ailleurs que dans son secteur (où on lui assignera le niveau d'exposition moyen pour l'ensemble des sept échantillonneurs du quartier). Pour reprendre notre exemple ci-dessus, si notre participant a passé une heure au total ailleurs dans le quartier (en plus de deux heures près de sa résidence), et si la concentration moyenne des sept échantillonneurs est de 50 ng/m^3 , sa dose d'exposition sera pondérée ainsi : $(300 \text{ ng/m}^3 \times 2/24) + (50 \text{ ng/m}^3 \times 1/24) = 27 \text{ ng/m}^3$.

1.7 Éthique

Tous les participants ont signé un formulaire de consentement après avoir été dûment informés des tenants et aboutissants. Ils ont été libres de se retirer de l'étude à tout moment. Une copie du formulaire de consentement sera conservée par le responsable de l'étude à la Direction de santé publique.

Toute l'information recueillie pour les fins de cette étude a été traitée et conservée pour assurer la confidentialité des données nominales. Seules les données dépersonnalisées seront publiées. Cependant, chaque participant aura reçu par la poste une copie de ses résultats individuels, accompagnée d'une interprétation. Tous les individus présentant des valeurs supérieures à la normale feront l'objet d'un suivi individuel minimal (visant par exemple à éliminer une source d'exposition autre que l'arsenic atmosphérique ou dans les sols). Les cas nécessitant un suivi médical individuel seront référés à leur médecin de famille avec explications.

2- RÉSULTATS

Seuls les résultats de la première campagne de prélèvement sont présentés dans ce premier rapport préliminaire. Chaque campagne subséquente sera également suivie d'un rapport préliminaire, mais qui intégrera également les résultats des campagnes précédentes. Un rapport final intégrant les résultats des cinq campagnes de surveillance sera produit vers le début 2007.

Dans ce rapport, nous présenterons d'abord les statistiques descriptives permettant de caractériser notre échantillon du groupe exposé par rapport à notre groupe témoin. Viendront ensuite la présentation des mesures biologiques (arsenic non alimentaire urinaire) puis des mesures environnementales. Finalement nous explorerons les liens qui existent entre ces deux séries de mesures.

2.1 *Taux de participation*

Lors de la campagne du 13 décembre 2005, nous avons obtenu 302 prélèvements d'urine sur une possibilité de 319, soit un taux de participation de près de 95 %. Le taux de participation par secteur se répartissait comme suit :

Tableau 7 : Taux de participation par secteur à la campagne du 13 décembre

| | <i>Carter-Portelance</i> | <i>Nord-ouest Murdoch</i> | <i>Sud-Murdoch</i> | <i>Carter-Murdoch</i> | <i>Évain</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| Taux de participation | 96 % | 100 % | 96 % | 85 % | 95 % |

On remarque que les taux varient très peu d'un secteur à l'autre, sauf pour celui de Carter-Murdoch qui est un peu inférieur aux autres.

2.2 *Description de la population étudiée*

2.2.1 *Distribution par âge et par sexe*

Le tableau 8 présente la répartition par classes d'âge des participants (13 décembre 2005).

Tableau 8 : Distribution des classes d'âge parmi les participants au dépistage chez les exposés et chez les non-exposés

| | 1-4 ans | 5-9 ans | 10-14 ans | 15-24 ans | 25-60 ans | >60 ans | |
|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|
| Évain (non-exposés) | 4,7 % | 8,4 % | 12,1 % | 10,3 % | 57,9 % | 6,5 % | 100,0 % |
| Quartier Notre-Dame (exposés) | 6,7 % | 7,2 % | 10,3 % | 12,3 % | 51,3 % | 12,3 % | 100,0 % |
| Total | 6,0 % | 7,6 % | 10,9 % | 11,6 % | 53,6 % | 10,3 % | 100,0 % |

Chi-carré de Pearson = 3,87907548; ddl = 5; Valeur p = 0,567

On constate au tableau 8 que malgré de légères différences d'un groupe d'âge à l'autre, la distribution des classes d'âge est assez similaire chez les exposés et les non-exposés. D'ailleurs, les différences ne sont pas statistiquement significatives.

Le tableau 9 présente la distribution des classes d'âge dans chacun des secteurs du quartier Notre-Dame.

Tableau 9 : Distribution des classes d'âge chez les participants dans chacun des secteurs du groupe exposé (quartier Notre-Dame)

| | 1-4 ans | 5-9 ans | 10-14 ans | 15-24 ans | 25-60 ans | >60 ans | Total |
|-----------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|
| Carter-Portelance | 2,3 % | 11,4 % | 15,9 % | 15,9 % | 47,7 % | 6,8 % | 100 |
| Murdoch-Carter | 5,7 % | 14,3 % | 5,7 % | 11,4 % | 54,3 % | 8,6 % | 100 |
| NO-Murdoch | 6,0 % | 4,0 % | 14,0 % | 14,0 % | 54,0 % | 8,0 % | 100 |
| Sud-Murdoch | 10,6 % | 3,0 % | 6,1 % | 9,1 % | 50,0 % | 21,2 % | 100 |
| Ensemble du quartier | 6,0 % | 7,6 % | 10,9 % | 11,6 % | 53,6 % | 10,3 % | 100 |

Valeur du Chi-carré de Pearson = 25,5; ddl = 20; p = 0,18286207

Bien que les différences entre les secteurs ne soient pas significatives, on se rend compte en examinant les données du tableau 9 que la répartition des classes d'âge n'est pas homogène d'un secteur à l'autre. En effet, le secteur Sud-Murdoch semble se distinguer des autres par une représentation plus forte des 1-4 ans ainsi que des plus de 60 ans. Ce secteur compte un HLM pour personnes âgées sur son territoire ainsi qu'un nombre important de jeunes familles récemment installées.

Tableau 10 : Répartition des sexes dans notre échantillon

| | Masculin | Féminin | Total |
|---------------------|-----------------|----------------|--------------|
| Évain | 51 % | 49 % | 100 % |
| Quartier Notre-Dame | 42 % | 58 % | 100 % |
| Total | 45 % | 55 % | 100 % |

Chi-Carré de Pearson = 2,71539053; ddl = 1; P bilatéral = 0,0995

On remarque au tableau 10 que la répartition par sexe est légèrement différente parmi le groupe témoin de celle parmi le groupe exposé, avec une prédominance de femmes dans ce dernier. Cette différence n'est toutefois pas significative statistiquement. La sous-représentation masculine dans le quartier Notre-Dame est surtout due au faible taux de participation des hommes dans deux secteurs du quartier, comme on le constate au tableau 11.

Tableau 11 : Répartition des sexes chez les participants du quartier Notre-Dame

| | Masculin | Féminin | |
|-------------------|-----------------|----------------|-------|
| Carter-Portelance | 36 % | 64 % | 100 % |
| Murdoch-Carter | 31 % | 69 % | 100 % |
| NO-Murdoch | 48 % | 52 % | 100 % |
| Sud-Murdoch | 45 % | 55 % | 100 % |
| Total | 42 % | 58 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 3,23477887; ddl = 3; p = 0,35682385

On remarque au tableau 11 le faible pourcentage d'hommes dans les secteurs Carter-Portelance et Murdoch-Carter.

2.2.2 Scolarité

Le tableau 12 présente la répartition des niveaux de scolarité⁹ dans notre échantillon.

Tableau 12 : Répartition des niveaux de scolarité parmi le groupe exposé et le groupe témoin

| | Primaire non complété¹⁰ | primaire | secondaire | collégial | universitaire | |
|---------------------|---|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|-------|
| Évain | 17 % | 14 % | 29 % | 22 % | 18 % | 100 % |
| Quartier Notre-Dame | 18 % | 23 % | 29 % | 14 % | 16 % | 100 % |
| Total | 18 % | 20 % | 29 % | 17 % | 17 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 5,7225949; ddl = 4; p bilatéral = 0,221

9. Pour éviter toute ambiguïté, on assignait un niveau donné de scolarité si, et seulement si, elle avait obtenu le diplôme correspondant à ce niveau. Par exemple, un secondaire partiellement complété était comptabilisé comme « primaire ».

10. Il est à noter que la catégorie « primaire non complété » comprend aussi les jeunes enfants qui n'ont pas complété leur primaire.

Nous remarquons au tableau 12 qu'il y a plus de gens n'ayant complété que leur primaire et moins de gens ayant complété leur collégial dans le quartier Notre-Dame comparativement à Évain. Cette différence n'est toutefois pas significative statistiquement. Les deux populations peuvent donc être considérées relativement homogène à ce chapitre. Cependant, dans le quartier Notre-Dame même, la distribution des niveaux de scolarité montre des différences plus importantes entre les différents secteurs, comme le montre le tableau 13.

Tableau 13 : Répartition des niveaux de scolarité entre les différents secteurs du quartier Notre-Dame

| | Primaire non complété | Primaire | Secondaire | Collégial | Universitaire | Total |
|-------------------|------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------|--------------|
| Carter-Portelance | 20 % | 27 % | 39 % | 9 % | 5 % | 100 % |
| Murdoch-Carter | 20 % | 29 % | 20 % | 9 % | 23 % | 100 % |
| NO-Murdoch | 14 % | 20 % | 40 % | 12 % | 14 % | 100 % |
| Sud-Murdoch | 18 % | 18 % | 20 % | 21 % | 23 % | 100 % |
| Total | 18 % | 23 % | 29 % | 14 % | 17 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 19,333898; ddl = 12; p bilatéral = 0,08

On voit au tableau 13 que 44 % des participants du secteur Sud-Murdoch ont complété soit un cours collégial, soit un cours universitaire. Cette proportion n'est que de 13 % dans le secteur Portelance-Carter. Cette différence n'est toutefois pas assez importante dans les autres secteurs pour créer un déséquilibre dans la répartition globale des niveaux de scolarité pour l'ensemble du quartier, comme le démontre le résultat du test de Chi-carré.

2.2.3 Tabagisme

Le tableau 14 présente la répartition du tabagisme parmi les participants au suivi du 13 décembre.

Tableau 14 : Répartition des fumeurs parmi les participants au suivi du 13 décembre

| | Fumeurs | Non fumeurs | Total |
|---------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Évain | 10 % | 90 % | 100 % |
| Quartier Notre-Dame | 24 % | 76 % | 100 % |
| Total | 19 % | 81 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 8,51; ddl = 1; p bilatéral = 0,00354

On remarque au tableau 14 que la proportion de fumeurs est plus élevée dans le quartier Notre-Dame qu'à Évain. Cette différence est statistiquement significative.

Le tableau 15 présente les variations du taux de tabagisme au sein du quartier Notre-Dame lui-même.

Tableau 15 : Taux de tabagisme selon les différents secteurs du quartier Notre-Dame

| | <i>Fumeurs</i> | <i>Non fumeurs</i> | <i>Total</i> |
|-------------------|----------------|--------------------|--------------|
| Carter-Portelance | 33 % | 67 % | 100 % |
| Murdoch-Carter | 27 % | 73 % | 100 % |
| NO-Murdoch | 26 % | 74 % | 100 % |
| Sud-Murdoch | 14 % | 86 % | 100 % |
| Total | 24 % | 76 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 5,60697671; ddl = 3; p bilatéral = 0,132

Le tableau 15 montre des variations notables du taux de tabagisme entre les différents secteurs du quartier. Par exemple ce taux passe de 14 % dans le secteur Sud-Murdoch à 33 % dans le secteur Carter-Portelance. Ces différences ne sont cependant pas assez importantes pour considérer la population recrutée comme non homogène du point de vue du tabagisme si l'on se fie au résultat du test du Chi-carré.

2.2.4 Durée de résidence dans le quartier Notre-Dame

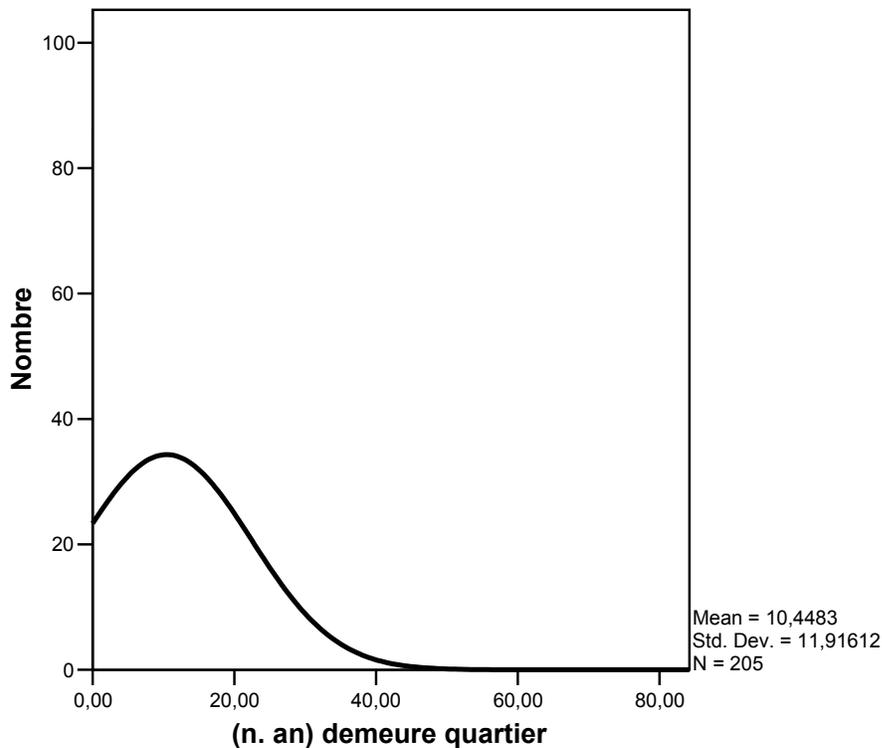
La durée de résidence dans le quartier Notre-Dame a une grande importance sur l'évaluation du risque. En effet, l'effet de l'arsenic sur la santé dépend autant de la durée de l'exposition que de l'importance des concentrations atmosphériques. Le tableau 16 ci-dessous résume la distribution de la durée cumulative de résidence des participants en date de novembre 2005.

Tableau 15 : Distribution des années de résidence dans le quartier Notre-Dame chez l'échantillon recruté

| | |
|----------------------------|-------|
| Moyenne arithmétique | 10,45 |
| Médiane | 7 |
| Mode | 1 |
| Écart-type | 11,92 |
| 25 ^e percentile | 2 |
| 50 ^e percentile | 7 |
| 75 ^e percentile | 14 |
| 90 ^e percentile | 27 |
| Nombre de répondants | 205 |

On constate au tableau 15 que la durée médiane de résidence se situe autour de 7 ans (+ ou – 12 ans). Les durées de résidence de plus de 25 ans sont excessivement rares (moins de 10 % de la population totale) dans ce quartier, comme illustré sur le graphique de la figure 4.

Figure 4 : Diagramme de dispersion du nombre d'années de résidence dans le quartier Notre-Dame chez l'échantillon recruté



Il est intéressant de noter que plus de 95 participants (sur un total de 205, soit 46 %) résidaient dans le quartier depuis cinq ans et moins. Ce qui correspond bien aux données du dernier recensement de Statistique Canada (2001) attestant d'un taux de déménagement de 50 % à tous les 5 ans dans ce quartier.

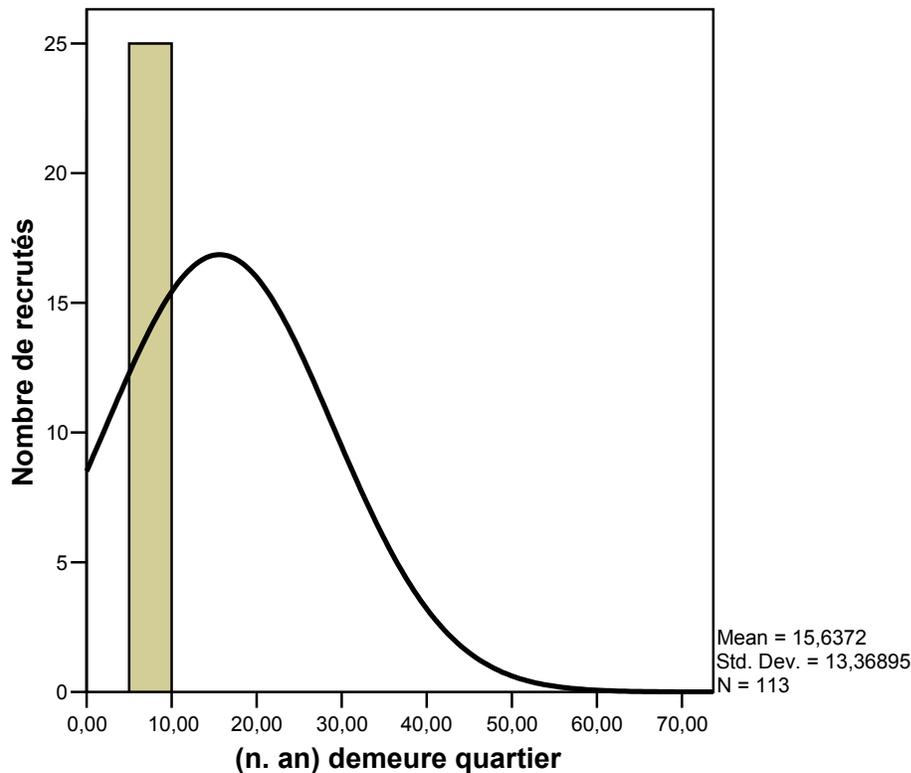
Nous avons comparé ce taux à celui chez l'échantillon recruté à Évain.

Tableau 16 : Distribution des années de résidence dans le quartier Évain chez l'échantillon recruté

| | |
|----------------------------|-------|
| Moyenne arithmétique | 15,64 |
| Médiane | 12 |
| Mode | 9 |
| Écart-type | 13,37 |
| 25 ^e percentile | 7 |
| 50 ^e percentile | 12 |
| 75 ^e percentile | 20 |
| 90 ^e percentile | 30 |
| Nombre de répondants | 113 |

On remarque que la durée médiane de résidence à Évain est 1,7 fois plus longue (12 ans vs 7 ans) dans le quartier Évain que dans le quartier Notre-Dame. Cette différence est statistiquement significative¹¹. On trouvera à la figure 5 le diagramme de dispersion des années de résidence dans le quartier Évain.

Figure 5 : Distribution des années de résidence dans le quartier Évain chez l'échantillon recruté



11. Test T de Student, échantillons indépendants : T = 3,56; ddl = 316; p bilatéral = 0,0004

On remarque que la courbe de fréquence à la figure 5 est légèrement déplacée vers la droite, ce qui confirme la tendance à des durées de séjour plus importantes chez les résidents du quartier Évain que chez ceux du quartier Notre-Dame. En fait, 24 % seulement des gens y résident depuis 5 ans et moins, soit la moitié du taux observé dans le quartier Notre-Dame. Par contre 20 % y demeurent depuis plus de 25 ans, le double de ce qui a été observé dans le quartier Notre-Dame.

Il semble donc que la durée de résidence des gens habitant le quartier Notre-Dame soit assez courte si on la compare à la population du quartier Évain. Cette différence est encore plus accentuée si on tient compte du fait que les gens ont pu habiter à différents endroits dans le quartier au cours de leur vie. Ce qui veut dire que leur exposition sur toute une vie ne peut pas être extrapolée à partir de leur seul lieu de résidence actuel. Le tableau 17 résume un peu ce phénomène.

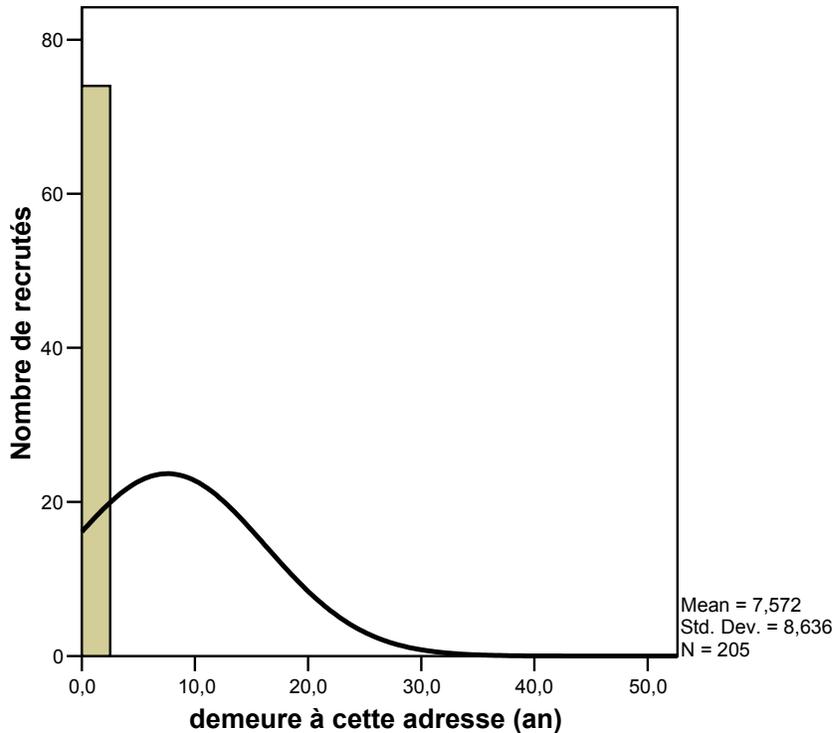
Tableau 17 : Années de résidence de l'échantillon recruté dans le logement actuel

| | |
|----------------------------|------|
| Moyenne arithmétique (ans) | 7,57 |
| Médiane | 4 |
| Mode | 3 |
| Écart-type | 8,64 |
| 25 ^e percentile | 1,5 |
| 50 ^e percentile | 4 |
| 75 ^e percentile | 11 |
| 90 ^e percentile | 18,2 |
| Nombre de répondants | 205 |

On constate en comparant les tableaux 15 et 17 que les résidents du quartier Notre-Dame sont assez mobiles, même à l'intérieur des limites du quartier. En effet, la durée médiane de séjour passe de 7 à 4 ans (différence statistiquement significative¹²) quand on ne tient compte que des années de résidence dans le logement actuel parmi l'ensemble de la durée de séjour dans le quartier Notre-Dame. Le diagramme de dispersion à la figure 6 illustre bien cette situation.

12. Test T de Student échantillons appariés : $t = 4.556$; $ddl = 204$; p bilatéral $< 0,0001$

Figure 6 : Répartition des années de résidence des recrutés du quartier Notre-Dame dans leur logement actuel



En fait, moins de 6 % des recrutés ont demeuré plus de 25 ans dans leur logement actuel du quartier Notre-Dame.

2.2.5 Présence d'un système de ventilation (échangeur d'air) en fonction de façon régulière dans le logement

La présence d'un système de ventilation peut influencer l'exposition des occupants d'un logement en ce sens que les échanges avec l'air extérieur sont plus importants. Cette situation peut contribuer à augmenter l'exposition à l'arsenic des occupants si l'entrée d'air extérieure n'est pas munie d'un filtre efficace contre les fines poussières. Le tableau 18 documente la proportion des recrutés du quartier Notre-Dame dont les logements sont ventilés par un échangeur d'air en fonction de manière continue.

Tableau 18 : Proportion des recrutés dont le logement est ventilé par un échangeur d'air

| | Ventilation continue | Pas de ventilation | Total |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------|
| Carter-Portelance | 0 % | 100 % | 100 % |
| Nord-ouest Murdoch | 0 % | 100 % | 100 % |
| Sud-Murdoch | 8,70 % | 91,30 % | 100 % |
| Carter-Murdoch | 0 % | 100 % | 100 % |
| Total | 2,90 % | 97,10 % | 100 % |

On remarque au tableau 17 que la presque totalité des résidents n'ont pas de système de ventilation en continu. En fait moins de 3 % en ont et ils sont tous localisés dans le secteur Sud-Murdoch.

2.2.6 Endroit de travail des recrutés du quartier Notre-Dame

La durée d'exposition chez les résidents du quartier Notre-Dame peut être influencée par le fait qu'ils travaillent ou non dans le quartier. En effet, quelqu'un qui travaille 40 heures par semaine à l'extérieur du quartier verra son exposition réduite d'autant, surtout qu'il faut lui ajouter aussi le temps de déplacement aller-retour à son travail.

Le tableau 19 présente la proportion de ceux qui ont un emploi dans le quartier Notre-Dame chez ceux qui occupent un emploi régulier.

Tableau 19 : Proportion des répondants du quartier Notre-Dame qui travaillent dans leur quartier de résidence

| | | Travaille dans quartier ND | | Total |
|---|--------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|
| | | <i>oui</i> | <i>non</i> | |
| Travaille à l'extérieur du quartier ND | Oui | 8 % (5) | 92 % (59) | 100 % (64) |
| | Non | 15 % (21) | 85 % (121) | 100 % (142) |
| | Total | 13 % (27) | 87 % (178) | 100 % (205) |

Le tableau 19 doit s'interpréter avec une double grille. En effet, on y constate qu'une faible proportion des recrutés (total de 13 % ou 27 individus) travaille dans le quartier où ils habitent. Cependant cette proportion surévalue l'exposition réelle de cette catégorie de travailleurs puisque parmi ces 27 individus, 5 (18 %) ont aussi un emploi ailleurs que dans le quartier. En

fait, il n'y a que 21 personnes qui occupent un emploi à temps plein dans le quartier, soit 10 % de l'ensemble des résidents.

2.2.7 Travail à la fonderie Horne ou avec du bois traité à l'arséniate de cuivre chromaté

En principe tous les résidents qui travaillaient à la fonderie Horne ont été exclus de notre recrutement, sauf s'ils n'étaient pas exposés à l'arsenic dans le cadre de leur travail. Ce fut le cas d'une seule personne travaillant à des fonctions cléricales sans jamais avoir à mettre les pieds sur le site industriel lui-même. Aucun des recrutés ne mentionne travailler régulièrement avec du bois traité à l'arséniate de cuivre chromaté (ACC).

2.2.8 Localisation de l'école des étudiants

Le quartier Notre-Dame comprend deux écoles primaires (dont une qui offre aussi le secondaire). Il est certain que les habitants du quartier qui fréquentent ces écoles voient leur durée d'exposition à l'arsenic prolongée par rapport aux étudiants qui vont à l'école à l'extérieur du quartier. Ce sont les enfants âgés entre 5 et 14 ans qui sont susceptibles d'être scolarisés dans le quartier. La catégorie 5-14 ans recoupe deux de nos classes d'âge. Le tableau 20 présente la répartition du lieu de scolarisation des enfants en fonction de leur âge.

Tableau 20 : Proportion de jeunes enfants qui fréquentent une école du quartier Notre-Dame

| | École dans quartier ND | École ailleurs | Total |
|--------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 5-9 ans | 13 (100 %) | 0 | 13 (100 %) |
| 10-14 ans | 10 (48 %) | 11 (52 %) | 21 (100 %) |
| Total | 23 (68 %) | 11 (32 %) | 34 (100 %) |

Chi-carré de Pearson = 10,06; ddl = 1; p bilatéral = 0,0015

On remarque au tableau 20 que la totalité (13 individus) des enfants de 5-9 ans parmi nos participants fréquente une école du quartier. Ce qui n'est pas le cas chez les 10-14 ans où plus de la moitié d'entre eux vont dans une école localisée hors du quartier. Cette différence entre les deux groupes d'âge est d'ailleurs statistiquement significative. En fait, les plus âgés des 10-14 ans ont fait le saut au secondaire et vont majoritairement à l'école La Source située en périphérie du quartier. L'exposition à l'arsenic chez ces derniers s'en trouve donc diminuée par rapport à ceux qui séjournent à l'une des deux écoles primaires du quartier.

2.2.9 Avoir ou non un travail

Le fait d'avoir ou non un travail peut avoir une incidence importante sur la durée d'exposition des résidents. En effet, celui qui n'a pas de travail est plus susceptible de passer une partie importante de son temps dans le quartier, notamment à sa résidence, que celui qui a un travail régulier. Pensons au cas des ménagères (femmes au foyer) ou des personnes malades ou handicapées. Les retraités sont une catégorie particulière de ce groupe dont nous parlerons à la section suivante.

Chez les plus de 25 ans, on retrouve 37 personnes (entre 25 et 60 ans) au total (soit 18 % des 205 recrutés du quartier) qui sont sans travail. On trouvera au tableau 21 leur répartition entre les différents secteurs du quartier.

Tableau 21 : Répartition des adultes sans travail dans les différents secteurs du quartier

| | Carter- Portelance | Nord-ouest Murdoch | Sud- Murdoch | Carter- Murdoch | Total |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|
| Oui | 30 % | 14 % | 32 % | 24 % | 100 % |
| Non | 21 % | 26 % | 34 % | 19 % | 100 % |
| Total | 22 % | 24 % | 34 % | 20 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 3.55 ddl = 3 p bilatéral = 0,314

On remarque que la proportion de sans travail est assez semblable d'un secteur à l'autre, sauf dans Nord-ouest-Murdoch qui présente de plus faibles proportions. Ce n'est cependant pas suffisant pour considérer qu'il y a des différences statistiquement significatives entre les secteurs sous ce chapitre.

2.2.10 Les retraités

Le fait d'être retraité peut aussi influencer la durée d'exposition. Les retraités sont susceptibles de passer plus de temps à leur résidence ou dans les alentours. Mais certains d'entre eux ont aussi des revenus suffisants pour séjourner dans le Sud en hiver ou dans un chalet l'été. Leur exposition peut en être réduite d'autant. Cependant les données recueillies ne nous permettent pas d'identifier ceux qui feraient partie du sous-groupe des retraités à l'aise financièrement. Le tableau 21 présente la répartition des retraités dans les différents secteurs du quartier.

Tableau 21 : Répartition des retraités parmi les différents secteurs du quartier ND

| | Carter-Portelance | Nord-ouest Murdoch | Sud-Murdoch | Carter-Murdoch | Total |
|-----|--------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| Oui | 19 % | 14 % | 62 % | 5 % | 100 % |

Chi-carré de Pearson = 9.17; ddl = 3; p bilatéral = 0,027

Il n'y a que 21 retraités parmi nos 205 répondants du quartier (10 %). Les retraités sont inégalement répartis entre les différents secteurs, comme on peut le constater au tableau 21. En effet, ils sont concentrés dans le secteur Sud-Murdoch au détriment des secteurs Carter-Murdoch ou Nord-ouest Murdoch. Cette différence est statistiquement significative. La présence d'un OMH dans le secteur Sud-Murdoch n'est sûrement pas étrangère à ce phénomène. Il est à noter également que les retraités dans notre échantillon ne font pas tous partie de la classe d'âge « plus de 60 ans ». Sur les 21, on en retrouve 3 (14 %) ayant moins de 60 ans. De plus, ce ne sont pas tous les « plus de 60 ans » qui sont retraités. Dans notre échantillon, il y en a 6 sur un total de 24 (25 %) qui ne sont pas retraités même s'ils ont plus de 60 ans. Cependant, sur ces 6 individus, seulement la moitié (3) occupent un travail régulier.

2.2.11 Enfants du préscolaire en garderie

Chez les jeunes enfants qui vont en garderie le jour, la durée d'exposition peut être influencée par le fait que leur garderie se situe ou non dans le quartier Notre-Dame. On présente au tableau 22 la proportion des 1-10 ans qui fréquentent des garderies du quartier.

Tableau 22 : Proportion de jeunes enfants résidents du quartier Notre-Dame qui fréquentent des garderies du même quartier

| Classe d'âge | Garderie QND | Garderie hors QND | À domicile | Total |
|---------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| 1-4 ans | 4 (25 %) | 5 (31 %) | 7 (44 %) | 16 (100 %) |
| 5-9 ans | 0 (0 %) | 14 (100 %) | 0 (0 %) | 14 (100 %) |
| Total | 4 | 19 | 7 | 30 |

Notre échantillon comporte 16 enfants au total dans la catégorie 1-4 ans. La majorité d'entre eux (9/16) vont dans une garderie pendant le jour. Cette garderie est située à l'extérieur du quartier dans plus de la moitié des cas (5/9). Fait à noter, un peu moins de la moitié (7/16) des 1-4 ans demeure au domicile des parents pendant toute la journée. Si on additionne ce nombre

à celui des enfants qui vont en garderie dans le quartier Notre-Dame, on constate que la majorité des 1-4 ans (11/16) passe de très longues périodes dans le quartier chaque jour. Par contre chez les 5-9 ans, aucun ne fréquente les garderies. On présume qu'ils vont tous dans une des écoles primaires du quartier pendant le jour.

2.2.12 Crainte d'un cancer du poumon à cause de leur exposition à l'arsenic chez les résidents du quartier Notre-Dame

Nous avons vérifié si les gens du quartier Notre-Dame semblaient craindre beaucoup de contracter un cancer du poumon à cause de leur lieu de résidence. Ceci mesure une opinion et non un fait. Cependant, cette information nous permet de vérifier si les messages livrés par la santé publique antérieurement ont eu un impact ou non chez les résidents. Ces messages mentionnaient que la probabilité de trouver des cas de cancer du poumon chez les résidents du quartier pendant les prochains quarante ans était faible.

Tableau 23 : Crainte de contracter un cancer du poumon à cause de leur exposition à l'arsenic chez les résidents du quartier Notre-Dame

| | <i>n</i> | % |
|-------------|----------|-------|
| Pas du tout | 115 | 56 % |
| Un peu | 71 | 35 % |
| Beaucoup | 18 | 9 % |
| Total | 204 | 100 % |

On remarque au tableau 23 que la grande majorité (186/205 ou 91 %) des gens craignent peu (35 %) ou pas du tout (56 %) de contracter un cancer à cause de leur exposition actuelle à l'arsenic. Ces résultats semblent concorder avec l'information véhiculée antérieurement par la Direction de santé publique.

2.3 Habitudes de vie

2.3.1 Nombre d'heures passées chaque semaine dans le quartier

Le tableau 24 présente la répartition du nombre d'heures passées chaque semaine dans le quartier Notre-Dame parmi notre échantillon.

Tableau 24 : Nombre d'heures passées dans le quartier en moyenne à chaque semaine pour chacun des secteurs du quartier Notre-Dame

| | Nombre de répondants | Moyenne arithmétique (heures par semaine) | Écart-type | Intervalle confiance (95 %) sur la moyenne | |
|--------------------|----------------------|---|------------|--|-------|
| | | | | ICI | ICS |
| Carter-Portelance | 46 | 136,8 | 36,7 | 125,9 | 147,7 |
| Nord-ouest Murdoch | 50 | 129,7 | 30,2 | 121,2 | 138,3 |
| Sud-Murdoch | 69 | 138,6 | 29,3 | 131,6 | 145,6 |
| Carter-Murdoch | 41 | 143,3 | 26,2 | 135,0 | 151,5 |
| Total | 206 | 137,0 | 30,9 | 132,7 | 141,2 |

ANOVA unifactoriel : F = 1,56; ddl = 3; p = 0,2

Sur un total maximal de 168 heures (incluant la nuit) par semaine, les recrutés passent en moyenne 137 heures (81 % du temps) dans leur quartier. Bien qu'il existe des différences entre les secteurs, celles-ci ne sont pas significatives statistiquement.

Le tableau 25 présente la répartition du nombre d'heures passées dans le quartier en fonction des groupes d'âge.

Tableau 25 : Nombre d'heures passées dans le quartier en moyenne à chaque semaine pour chacun des groupes d'âges de l'échantillon

| | Nombre | Moyenne arithm | Écart-type | Intervalle confiance sur la moyenne | |
|-----------|--------|----------------|------------|-------------------------------------|-------|
| | | | | ICI | ICS |
| 1-4 ans | 16 | 153,1 | 23,2 | 140,8 | 165,5 |
| 5-9 ans | 14 | 151,4 | 23,1 | 138,0 | 164,7 |
| 10-14 ans | 21 | 139,0 | 33,3 | 123,9 | 154,1 |
| 15-24 ans | 28 | 125,5 | 25,9 | 115,4 | 135,5 |
| 25-60 ans | 103 | 131,5 | 30,9 | 125,4 | 137,5 |
| >60 ans | 24 | 153,1 | 31,4 | 139,9 | 166,4 |
| Total | 206 | 137,0 | 30,9 | 132,7 | 141,2 |

ANOVA unifactoriel : F = 4.62; ddl = 5; p = 0,0005

Le tableau 25 montre une certaine tendance à passer de moins en moins d'heures dans le quartier au fur et à mesure qu'on avance en âge. Toutefois, cette tendance s'inverse à partir de 60 ans. Les 1-9 ans et les plus de 60 ans passent significativement plus de temps dans leur quartier que les autres groupes d'âge. Les ados (15-24 ans) sont ceux qui y passent le moins de temps.

2.3.2 Nombre d'heures passées dehors près de la résidence en été

Le tableau 26 présente la distribution du nombre d'heures que les recrutés, dans chaque secteur du quartier, estiment passer dehors en été en moyenne sur une semaine.

Tableau 26 : Nombre d'heures par semaine passé dehors en été près de la résidence (en moyenne sur une semaine) dans chaque secteur du quartier

| | Nombre | Moyenne arithmétique | Écart-type | Intervalle confiance sur la moyenne | |
|--------------------|--------|----------------------|------------|-------------------------------------|------|
| | | | | ICI | ICS |
| Carter-Portelance | 46 | 39,9 | 22,4 | 33,2 | 46,5 |
| Nord-ouest Murdoch | 49 | 27,8 | 23,4 | 21,1 | 34,5 |
| Sud-Murdoch | 69 | 26,4 | 22,1 | 21,1 | 31,7 |
| Carter-Murdoch | 41 | 29,0 | 18,5 | 23,1 | 34,8 |
| Total | 205 | 30,3 | 22,3 | 27,2 | 33,3 |

ANOVA unifactoriel : F = 3.94; ddl = 3; p = 0,009

Au tableau 26, on constate que les recrutés estiment passer environ 18 % de leur temps (30 heures sur un total de 168 heures/sem.) dehors près de leur résidence en été. Cette moyenne pour le quartier varie cependant d'un secteur à l'autre. Ces différences sont statistiquement significatives, les résidents de Carter-Portelance passant 1,5 fois plus de temps dehors que les résidents de Sud-Murdoch. La proportion du nombre d'heures passées dehors en été varie aussi selon l'âge, comme on peut le constater au tableau 27.

Tableau 27 : Nombre d'heures par semaine passé dehors en été près de la résidence (en moyenne sur une semaine) pour chacun des groupes d'âge dans le quartier Notre-Dame

| | Nombre | Moyenne arithmétique | Écart-type | Intervalle confiance sur la moyenne | |
|-----------|--------|----------------------|------------|-------------------------------------|------|
| | | | | ICI | ICS |
| 1-4 ans | 16,0 | 21,4 | 15,6 | 13,1 | 29,7 |
| 5-9 ans | 14,0 | 46,7 | 21,1 | 34,5 | 58,9 |
| 10-14 ans | 21,0 | 41,6 | 19,0 | 32,9 | 50,2 |
| 15-24 ans | 27,0 | 29,4 | 22,3 | 20,6 | 38,3 |
| 25-60 ans | 103,0 | 29,2 | 23,0 | 24,7 | 33,7 |
| >60 ans | 24,0 | 22,3 | 19,1 | 14,2 | 30,3 |
| Total | 205,0 | 30,3 | 22,3 | 27,2 | 33,3 |

ANOVA unifactoriel : F = 4.07; ddl = 5; p = 0,0015

On remarque au tableau 27 que le nombre d'heures passées dehors en été près de la résidence diminue au fur et à mesure qu'on avance en âge, ce qui n'est pas surprenant. Cette différence entre les groupes d'âge est statistiquement significative. Sauf que le nombre d'heures est assez faible pour les 1-4 ans. Il peut avoir été influencé cependant par le fait que 31 % de ces jeunes enfants fréquentent des garderies ailleurs que dans le quartier pendant le jour.

2.3.3 Nombre d'heures passé dehors près de la résidence en hiver

Le tableau 28 présente le même phénomène que le tableau 25, mais pour la saison hivernale.

Tableau 28 : Nombre d'heures par semaine passé dehors en été près de la résidence (en moyenne sur une semaine) dans chaque secteur du quartier

| | Nombre | Moyenne arithmétique | Écart-type | Intervalle confiance sur la moyenne | |
|--------------------|--------|----------------------|------------|-------------------------------------|------|
| | | | | ICI | ICS |
| Carter-Portelance | 46 | 19,2 | 13,2 | 15,3 | 23,1 |
| Nord-ouest Murdoch | 49 | 10,6 | 7,7 | 8,4 | 12,8 |
| Sud-Murdoch | 69 | 11,8 | 13,6 | 8,5 | 15,1 |
| Carter-Murdoch | 41 | 14,8 | 9,9 | 11,6 | 17,9 |
| Total | 205 | 13,8 | 12,0 | 12,1 | 15,4 |

ANOVA unifactoriel : F = 5.28; ddl = 3; p = 0,0016

On remarque que le nombre d'heures passées dehors près de la résidence en hiver diminue de 65 % par rapport à ce qu'il était l'été (13,8 heures vs 30,3 heures), ce qui n'est pas surprenant. Ici encore les différences entre les secteurs sont statistiquement significatives avec un maximum dans Carter-Portelance et un minimum dans Sud-Murdoch. Voyons maintenant ce qu'il en est en fonction de la classe d'âge des recrutés.

Tableau 29 : Nombre d'heures par semaine passées dehors en hiver près de la résidence (en moyenne sur une semaine) pour chacun des groupes d'âge dans le quartier Notre-Dame

| | Nombre | Moyenne arithmétique | Écart-type | Intervalle confiance sur la moyenne | |
|-----------|--------|----------------------|------------|-------------------------------------|------|
| | | | | ICI | ICS |
| 1-4 ans | 16 | 9,8 | 8,3 | 5,4 | 14,2 |
| 5-9 ans | 14 | 23,2 | 14,0 | 15,1 | 31,3 |
| 10-14 ans | 21 | 15,5 | 6,3 | 12,6 | 18,3 |
| 15-24 ans | 27 | 13,0 | 9,2 | 9,3 | 16,6 |
| 25-60 ans | 103 | 13,7 | 12,7 | 11,3 | 16,2 |
| >60 ans | 24 | 10,5 | 13,9 | 4,6 | 16,3 |
| Total | 205 | 13,8 | 12,0 | 12,1 | 15,4 |

ANOVA unifactoriel : F = 2.66; ddl = 5; p = 0,02

Le tableau 29 présente un portrait similaire au tableau 26, avec une tendance à passer de moins en moins d'heures dehors au fur et à mesure qu'on vieillit (sauf pour les 1-4 ans). Cependant, cet effet est un peu moins marqué que pour l'été, même s'il est statistiquement significatif.

2.4 Résultats d'arsenic dans l'air

Un des buts visés par cette étude est d'établir une corrélation entre les niveaux d'arsenic dans l'air et les niveaux retrouvés dans l'urine. On peut supposer que la majeure partie de l'arsenic urinaire de la population exposée provient de son exposition aux concentrations d'arsenic dans l'atmosphère du quartier, si on excepte le bruit de fond provenant en bonne partie de l'alimentation. Étant donné que l'arsenic urinaire est influencé surtout par l'exposition pendant les quelques jours qui ont précédé l'exposition, nous avons compilé les données des huit échantillonneurs localisés dans le quartier Notre-Dame pour la période s'étendant du 6 au 12 décembre 2005. Un neuvième échantillonneur localisé à Évain a également été inclus dans nos calculs à titre de référence pour le groupe non exposé.

Pendant la période du 6 au 12 décembre, il y a eu trois prélèvements d'air d'une durée de 24 heures chacun, soit les 6, 9 et 12 décembre. Nous n'avons donc pas de valeur moyenne intégrant les concentrations d'arsenic dans l'air pour cette période de 7 jours consécutifs. Cette valeur moyenne peut être estimée en utilisant un indicateur de tendance centrale, soit la moyenne arithmétique, géométrique ou la médiane. Comme il n'y a pas de consensus actuellement sur lequel utiliser, nous allons présenter les données pour les trois types d'indicateurs.

2.4.1 Taux moyens d'arsenic dans l'air pendant les quelques jours précédant le prélèvement du 13 décembre 2005

Le tableau 31 présente les concentrations d'arsenic dans l'air ambiant dans chacun des secteurs du quartier Notre-Dame. Précisons ici que les échantillonneurs ne sont pas localisés au centre de chacun des secteurs¹³ (voir carte géographique #3 en annexe). Ce qui dans certains cas peut sous-estimer ou surestimer la concentration moyenne dans le secteur. Les concentrations que nous présentons pour chacun des secteurs ont été établies en prenant la tendance centrale de toutes les stations de mesure présentes dans chacun des secteurs. Le tableau 30 illustre le détail de la procédure.

Tableau 30 : Regroupement des stations d'échantillonnage pour le calcul des concentrations moyennes par secteur

| | Stations de la fonderie* | Stations du MDDEP** | |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Carter-Portelance | Portelance | 8006 (255, 5 ^e Rue) | |
| Carter-Murdoch | Dave Keon | 8045 (École N-D) | |
| Nord-ouest Murdoch | | 8048 (Poste de pompiers) | 8049 (Polymétiers) |
| Sud-Murdoch | | 8047 (Maison d'accueil fonderie) | |
| Évain | | 8046 (Évain) | |

*stations installées et analysées par la fonderie Horne

** stations installées et analysées par le MDDEP

Le tableau 31 présente les concentrations d'arsenic atmosphériques mesurées dans chacun des secteurs pendant diverses périodes de temps qui ont précédé le prélèvement urinaire, en utilisant divers indicateurs de tendance centrale.

Tableau 31 : Concentrations moyennes d'arsenic atmosphériques (ng/m³) mesurées dans chacun des secteurs : moyennes arithmétiques, géométriques et médianes

| | Concentration moyenne 6 au 9 décembre | | | Concentration moyenne 10 au 12 décembre | | | Concentration moyenne 6 au 12 décembre | | |
|--------------------|--|---------|-----|--|---------|-------|---|---------|------|
| | MA* | Médiane | MG* | MA | Médiane | MG | MA | Médiane | MG |
| Carter-Portelance | 56,1 | 50,7 | 5,4 | 227,1 | 227,1 | 182,1 | 113,1 | 95,7 | 17,4 |
| Carter-Murdoch | 0,8 | 1,1 | 0,4 | 16,2 | 16,2 | 15,1 | 5,8 | 1,3 | 1,7 |
| Nord-ouest Murdoch | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 4,3 | 4,3 | 2,0 |
| Sud-Murdoch | 13,8 | 0,9 | 0,7 | 42,6 | 42,6 | 18,4 | 25,3 | 4,2 | 5,9 |
| Évain | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| QND moyen | 24,4 | 1,1 | 1,8 | 82,8 | 22,0 | 29,8 | 47,2 | 6,2 | 5,4 |

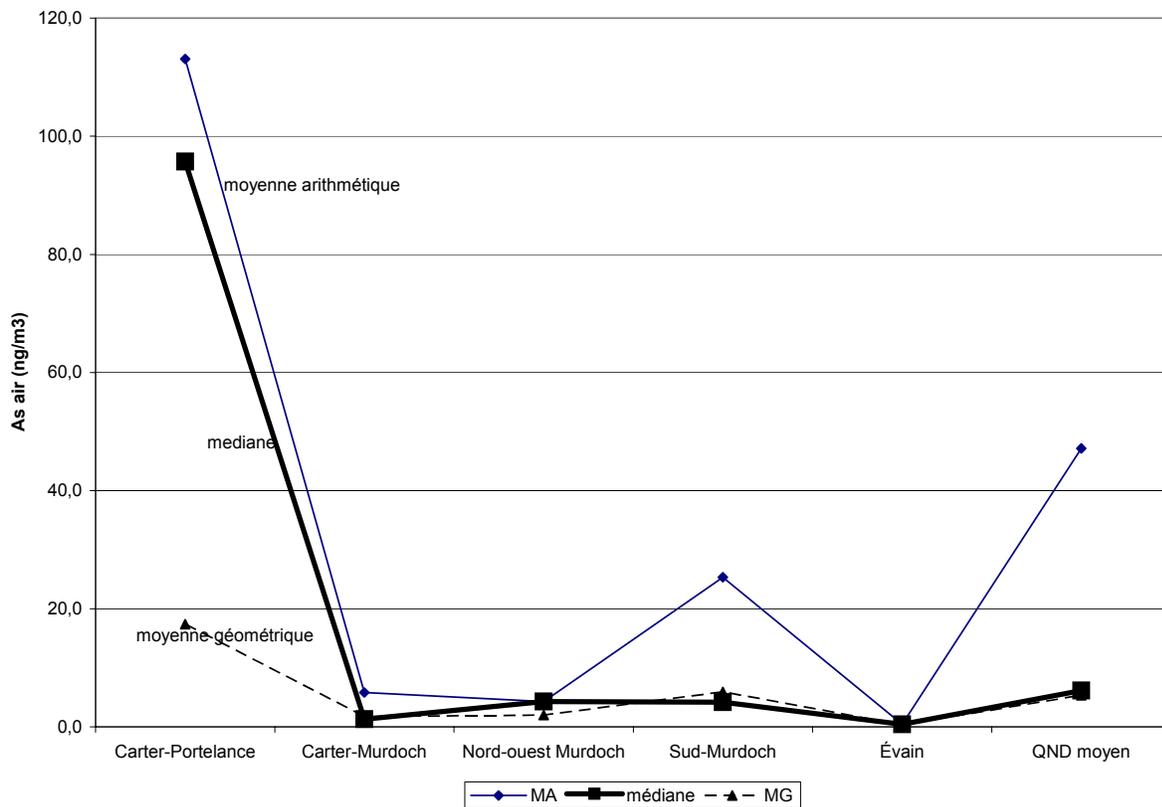
*MA = moyenne arithmétique

*MG = moyenne géométrique

13. Certains des échantillonneurs étaient localisés à l'endroit actuel pour d'autres raisons historiquement et les autres échantillonneurs ont été installés là où on disposait d'un édifice public suffisamment élevé et accessible.

On remarque, au tableau 31 que les concentrations d'arsenic dans l'air furent beaucoup plus faibles du 6 au 9 décembre que du 10 au 12 décembre¹⁴. D'où l'importance d'avoir un estimé représentatif de la concentration moyenne pendant la période de sept jours qui a précédé le prélèvement. Or les mesures de tendance centrale varient considérablement selon qu'on prend la moyenne arithmétique ou géométrique. La médiane semble un compromis entre les deux extrêmes, mais davantage corrélée à la moyenne géométrique qu'arithmétique, tel qu'illustré dans le graphique de la figure 7, ci-dessous.

Figure 7 : Comparaison entre les divers indicateurs de tendance centrale pour estimer les concentrations moyennes d'arsenic dans l'air entre le 6 et le 12 décembre dans le quartier Notre-Dame



On remarque en étudiant la figure 7 que sauf dans le cas du secteur Carter-Portelance, la valeur médiane colle mieux à la moyenne géométrique qu'à la moyenne arithmétique. Elle représente en quelque sorte un compromis entre la moyenne arithmétique qui surestime les

14. Mise en garde : la période du 6 au 9 décembre comprend deux échantillonnages sur quatre jours et celle du 10 au 12, un seul.

épisodes fortes concentrations et la moyenne géométrique, qui les sous-estime. Aussi, nous allons nous servir de cette mesure pour estimer les doses d'exposition. Si on se fie aux valeurs médianes, on remarque qu'il y a peu de différences entre les secteurs du quartier, tous en deçà de 6 ng/m³, sauf Carter-Portelance.

2.4.2 Direction des vents pendant les jours précédant les prélèvements

Le tableau 32 présente la proportion de temps où les vents soufflaient dans un angle qui favorisait la dispersion des émissions fugitives de la fonderie vers le quartier Notre-Dame¹⁵.

Tableau 32 : Proportion du temps où les vents pouvaient souffler sur le quartier en provenance de l'une ou l'autre des installations de la fonderie pendant les journées d'échantillonnage

| | Dépotoir à scorie | Réacteur et convertisseurs | Entrepôt de concentrés et concentrateur | Déchetiseur et matériaux recyclés | Total temps vents venant de fonderie |
|------------|--------------------------|-----------------------------------|--|--|---|
| 2005-12-03 | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| 2005-12-06 | 16 % | 16 % | 0 % | 0 % | 32 % |
| 2005-12-09 | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| 2005-12-12 | 8 % | 13 % | 0 % | 8 % | 29 % |
| 2005-12-15 | 0 % | 0 % | 0 % | 25 % | 25 % |
| Moyenne | 8 % | 10 % | 0 % | 3 % | 20 % |

On remarque que le 9 décembre, les vents ne soufflaient pas de la fonderie vers le quartier Notre-Dame. Il n'est donc pas surprenant de constater que cette journée-là, on ait enregistré les valeurs les plus faibles à toutes les stations. La médiane pour le quartier fut cette journée-là de 0,45 ng/m³. Pendant les deux autres journées de la période de référence pour évaluer la dose d'exposition des habitants du quartier, le vent a soufflé vers les résidences environ 30 % du temps, provenant en majeure partie du secteur des opérations pyrométallurgiques de la fonderie.

15. Ces données nous ont été fournies par la fonderie Horne qui exploite un centre d'observation météorologique. Elles sont basées sur des observations à chaque heure du jour.

2.4.3 Doses d'exposition des résidents du quartier

Tous les participants à la campagne de surveillance du 13 décembre ont rempli une feuille de route résumant leurs allées et venues dans le quartier et à l'extérieur pendant les quatre jours précédant le prélèvement, soit du 9 au 12 décembre inclusivement. Ces données sont résumées dans le tableau 33.

Tableau 33 : Nombre d'heures passées en moyenne dehors près de la résidence ou ailleurs dans le quartier ND pendant les quatre jours précédant le prélèvement urinaire

| | <i>Près résidence 9-10 déc.</i> | <i>Près résidence 11-12 déc</i> | <i>Ailleurs QND 9-10 déc</i> | <i>Ailleurs QND 11-12 déc</i> |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Carter-Portelance | 1,42 | 1,36 | 0,47 | 0,36 |
| Nord-ouest Murdoch | 1,07 | 1,22 | 1,02 | 0,62 |
| Sud-Murdoch | 0,93 | 0,98 | 0,72 | 0,53 |
| Carter-Murdoch | 1,17 | 1,22 | 0,82 | 0,49 |
| Moyenne du QND | 1,12 | 1,17 | 0,76 | 0,51 |

On remarque au tableau 33 qu'il y a peu de différence¹⁶ entre les différents secteurs du quartier quant au nombre d'heures passées dehors près de la résidence ou ailleurs dans d'autres secteurs du quartier. Si on compare ces données avec les résultats présentés aux tableaux 27 et 28, on constate que les participants ont passé beaucoup moins de temps dehors pendant les quatre jours précédant le prélèvement que ce qu'ils avaient déclaré comme moyenne en hiver. En effet, au tableau 27, ils estimaient passer 13,8 heures par semaine (moyenne de l'ensemble des secteurs) dehors près de leur résidence en hiver, soit 7,9 heures sur quatre jours. Cependant, entre le 9 et le 12 décembre ils n'ont passé que l'équivalent de 1,14 heures par jour dehors, soit 4,6 heures (4,8 % du temps total sur quatre jours).

Ce qui ne veut pas dire qu'ils ont été absents du quartier Notre-Dame pendant ces quatre jours, comme on peut le constater au tableau 34.

16. ANOVA, aucune différence statistiquement significative entre les secteurs pour les quatre situations.

Tableau 34 : Nombre d'heures passées à l'intérieur de la résidence ou ailleurs dans un édifice du quartier ND pendant les quatre jours précédant le prélèvement urinaire

| | Heures dedans résidence 9-10 décembre | Heures dedans résidence 11-12 décembre | Heures dedans ailleurs QND 9-10 décembre | Heures dedans ailleurs QND 11-12 décembre |
|--------------------|--|---|---|--|
| Carter-Portelance | 14,9 | 15,8 | 2,1 | 1,8 |
| Nord-ouest Murdoch | 16,5 | 16,7 | 2,2 | 4,4 |
| Sud-Murdoch | 15,7 | 16,1 | 2,2 | 2,8 |
| Carter-Murdoch | 16,7 | 17,3 | 1,7 | 2,3 |
| Total | 15,9 | 16,4 | 2,1 | 3,0 |

On remarque au tableau 34 que les participants ont passé en moyenne 16 heures par jour dans leur résidence (incluant les heures de sommeil) et 2,5 heures par jour dans d'autres édifices du quartier (par exemple l'école). Ce qui au total donne 18,5 heures par jour dans un édifice à l'intérieur du quartier (il ne faut pas oublier que les 10 et 11 décembre, c'était la fin de semaine et peu de gens travaillent à l'extérieur ces jours-là). Cette moyenne appliquée sur quatre jours donne 74 heures (77 % du temps total sur quatre jours).

Si on additionne les heures passées dehors (4,6 heures), on constate que les participants ont passé 82 % de leur temps dans leur quartier pendant les quatre jours précédant le prélèvement urinaire. On peut donc conclure que la durée d'exposition pendant les quatre jours précédents a été très longue pour la majorité des participants au prélèvement du 13 décembre. Cependant, la majeure partie (98 %) de la période d'exposition s'est faite à l'intérieur de la résidence ou d'un édifice du quartier.

En suivant la méthodologie expliquée à la section 1,6 nous avons calculé une dose d'exposition quotidienne pour chaque participant. Ces doses d'exposition représentent la fraction des concentrations dans l'air extérieur que chacun a respiré pendant qu'il était dehors dans le quartier.

Le tableau 34 présente les valeurs moyennes pour les doses d'exposition¹⁷ des participants dans chacun des secteurs du quartier.

17. Les doses d'exposition ont été calculées à partir des valeurs médianes des concentrations d'arsenic dans l'air extérieur.

Tableau 34 : Doses d'exposition moyennes chez les résidents de chacun des secteurs du quartier ND

| | Nombre de répondants | Moyenne arithmétique (ng/m ³) | Écart-type | Intervalle confiance sur la moyenne | |
|--------------------|----------------------|---|------------|-------------------------------------|------|
| | | | | ICI | ICS |
| Carter-Portelance | 43,0 | 8,0 | 6,7 | 5,9 | 10,1 |
| Nord-ouest Murdoch | 50,0 | 0,5 | 0,8 | 0,3 | 0,7 |
| Sud-Murdoch | 67,0 | 1,1 | 1,6 | 0,7 | 1,5 |
| Carter-Murdoch | 35,0 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 1,0 |
| Total | 195,0 | 2,4 | 4,5 | 1,8 | 3,0 |

ANOVA unifactorielle : F = 47.21; ddl = 3; p < 0,0001

Le tableau 34 montre que des différences statistiquement significatives existent entre les doses d'exposition des participants selon leur secteur de résidence. En effet, les résidents du secteur Carter-Portelance sont nettement plus exposés que ceux des autres secteurs. Cependant, ceux des autres secteurs ont des doses d'expositions qui ne sont pas statistiquement différentes ($p > 0,05$) entre elles.

Voyons maintenant si ces distributions de doses d'exposition se reflètent dans la distribution des niveaux d'arsenic urinaire.

2.5 Niveaux d'arsenic urinaire chez les participants à la campagne du 13 décembre 2005

2.5.1 Comparaison des valeurs moyennes d'arsenic urinaire entre les exposés et non-exposés

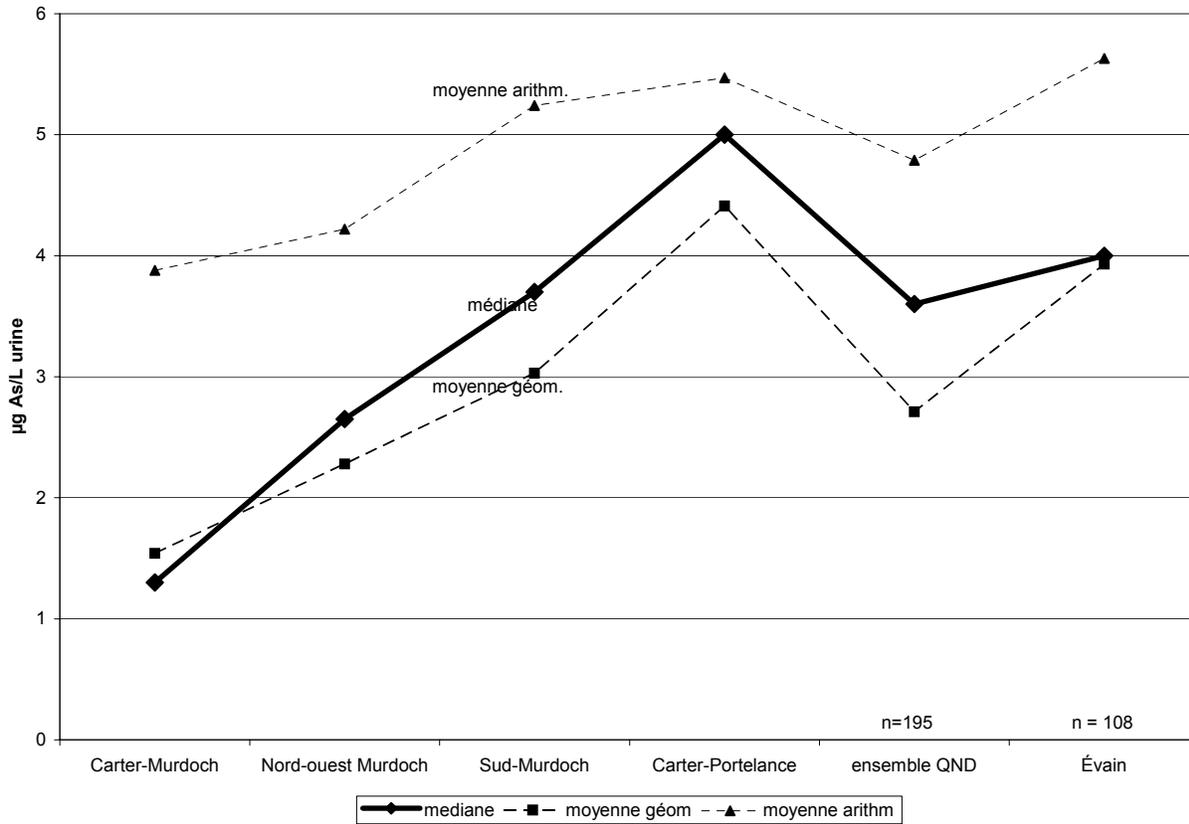
Le tableau 35 présente les différentes mesures de tendance centrale pouvant décrire la distribution des niveaux d'arsenic urinaire chez les 195 participants à la campagne du 13 décembre 2005.

Tableau 35 : Mesures de tendance centrale de la distribution des niveaux d'arsenic urinaire chez les participants

| | Carter-Murdoch | Nord-ouest Murdoch | Sud-Murdoch | Carter-Portelance | Ensemble QND | Évain |
|----------------------|----------------|--------------------|-------------|-------------------|--------------|-------|
| Médiane | 1,3 | 2,65 | 3,7 | 5 | 3,60 | 4 |
| Moyenne géométrique | 1,54 | 2,28 | 3,03 | 4,41 | 2,71 | 3,93 |
| Moyenne arithmétique | 3,88 | 4,22 | 5,24 | 5,47 | 4,79 | 5,63 |

On remarque encore une fois que la médiane et la moyenne géométrique sont voisines l'une de l'autre¹⁸, cette dernière donnant des valeurs intermédiaires entre les deux. Ce phénomène est souvent présent lorsqu'on a affaire à une distribution log-normale. Il est plus apparent sur le graphique de la figure 8.

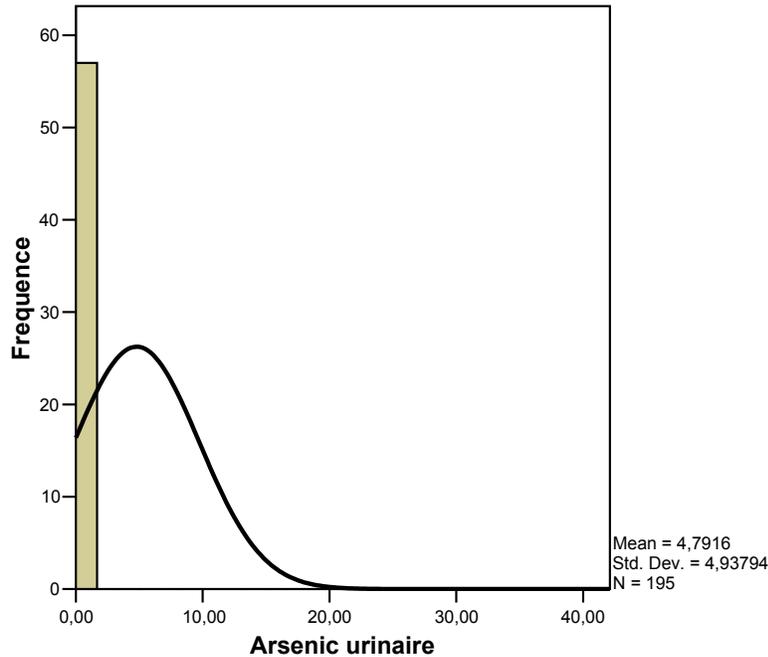
Figure 8 : Comparaison entre les différents indicateurs de tendance centrale pour la distribution des niveaux d'arsenic urinaire



Nous croyons donc que les valeurs médianes reflètent mieux la tendance centrale que les deux autres indicateurs (moyennes arithmétiques et moyennes géométriques). La figure 9 nous convaincra d'ailleurs facilement que les résultats d'arsenic urinaire suivent plutôt une distribution log-normale que normale.

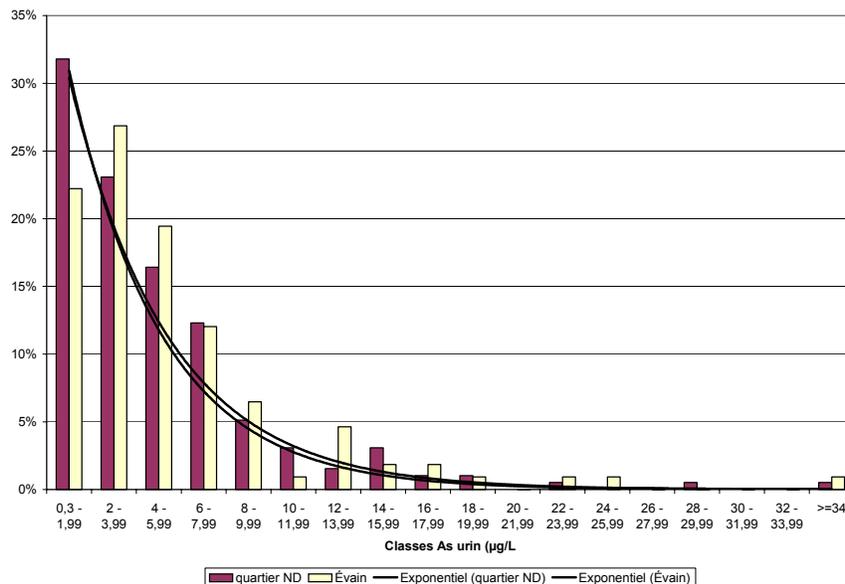
18. Lorsque la médiane et la moyenne géométrique sont proches l'une de l'autre, il s'agit d'un indice qu'on a affaire à une distribution géométrique.

Figure 9 : Distribution des niveaux d'arsenic urinaire chez les 195 participants du quartier Notre-Dame



La distribution déportée sur la gauche apparaît clairement à la figure 9. Le même type de courbe se présente aussi à Évain. La figure 10 illustre bien que les distributions de fréquences ne sont pas différentes l'une de l'autre quand on compare les participants du quartier Notre-Dame à ceux d'Évain.

Figure 10 : Comparaison des courbes de distribution des fréquences entre le groupe exposé (quartier Notre-Dame) et le groupe non exposé (Évain)



La figure 10 montre bien que, malgré certaines différences apparentes, les courbes de distributions de fréquences¹⁹ chez les deux groupes (quartier ND et Évain) se superposent presque parfaitement l'une à l'autre. D'ailleurs, un test statistique de comparaison de moyennes ne montre aucune différence significative entre le groupe exposé et le groupe non exposé, comme on peut le constater au tableau 36.

Tableau 36 : Comparaison de moyennes entre le groupe exposé et le groupe non exposé

| Groupe | Nombre | Moyenne arithmétique (µg/L) | Écart-type |
|------------------------------|---------------|------------------------------------|--------------------|
| Exposé (quartier Notre-Dame) | 195 | 4,79 | 4,94 ²⁰ |
| Non exposé (Évain) | 108 | 5,63 | 5,28 |

T de Student (égalité des variances) Valeur t ddl valeur p bilatéral
Échantillons indépendants -1,386 301 0,166

Voyons maintenant au tableau 37 ce qu'il en est des différences apparentes entre les divers secteurs du quartier Notre-Dame, telles que nous le révèle la figure 8.

Tableau 37 : Comparaison des moyennes d'arsenic urinaire entre les différents secteurs du quartier Notre-Dame

| | Nombre | Moyenne arithmétique (µg/L) | Écart-type | Intervalle de confiance à 95 % | |
|--------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------|
| | | | | ICI | ICS |
| Carter-Portelance | 43 | 5,48 | 3,39 | 4,43 | 6,52 |
| Nord-ouest Murdoch | 50 | 4,22 | 4,77 | 2,87 | 5,58 |
| Sud-Murdoch | 67 | 5,25 | 5,80 | 3,84 | 6,66 |
| Carter-Murdoch | 35 | 3,89 | 4,97 | 2,18 | 5,59 |
| Total | 195 | 4,79 | 4,94 | 4,09 | 5,49 |

ANOVA unifactoriel : F = 1,08; ddl = 3; p bilatéral = 0,36

L'analyse de variance (ANOVA) sur les données brutes montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les secteurs, compte tenu de la variation autour de la moyenne propre à chacun des secteurs. Cependant, malgré l'absence de différence entre les secteurs, il peut y avoir une certaine relation entre la dose d'exposition à l'arsenic atmosphérique (telle que calculée au tableau 33 de la section 2.3.3) et les résultats individuels d'arsenic urinaire.

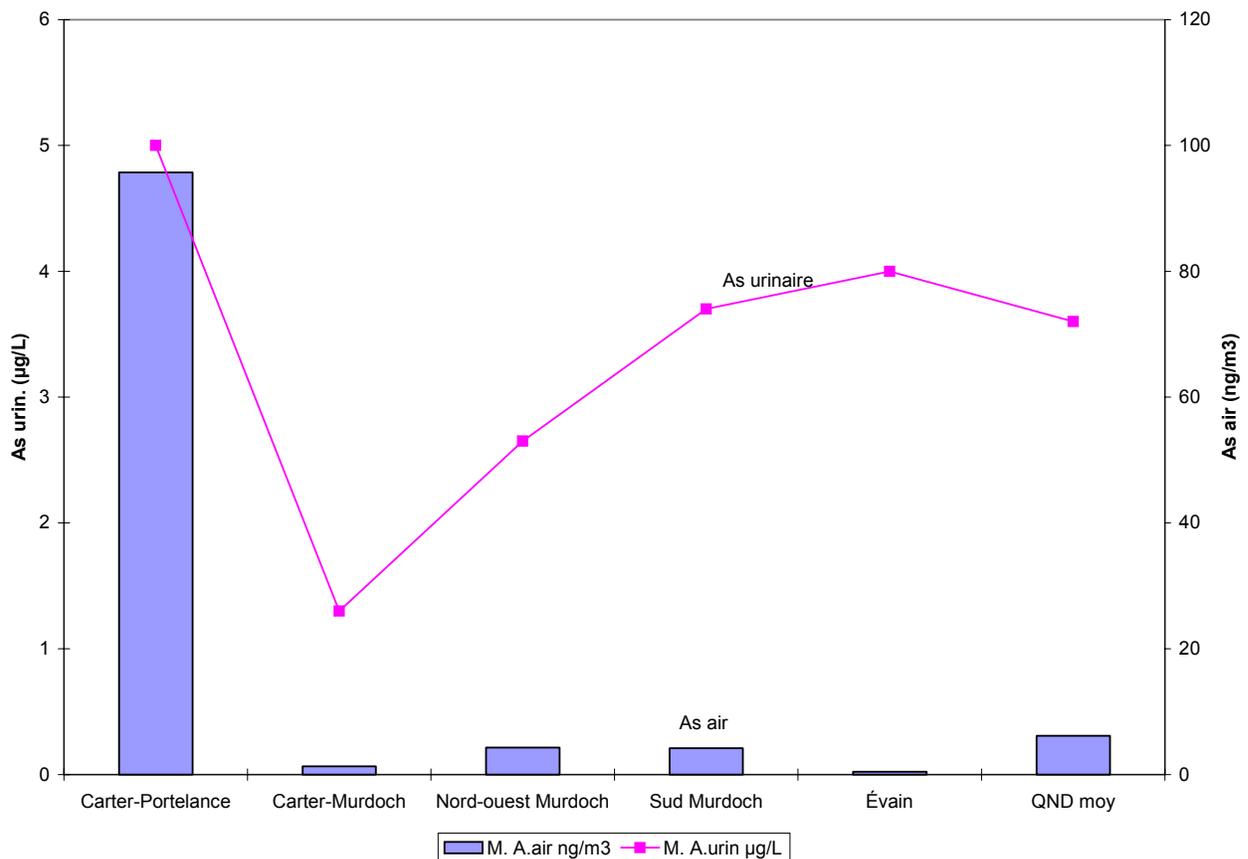
19. Les équations exponentielles sont celles qui permettaient un meilleur couplage avec les données, ce qui est caractéristique des distributions log-normales.

20. On remarque que l'écart-type de 5,28 µg/L à Évain correspond assez bien à ceux trouvés aux États-Unis et à Sudbury chez des populations non exposées (voir section 1.2.1).

2.5.2 Corrélation entre la dose d'arsenic atmosphérique et les taux urinaires chez les exposés

Avant d'étudier la corrélation entre la dose d'exposition individuelle et les résultats d'arsenic urinaire, voyons d'abord la comparaison entre les niveaux moyens d'arsenic dans l'air et les niveaux moyens d'arsenic urinaire dans chaque secteur. Tel qu'établi antérieurement, nous allons utiliser la médiane comme indicateur de tendance centrale dans les deux cas. Cette comparaison est illustrée dans le graphique de la figure 11.

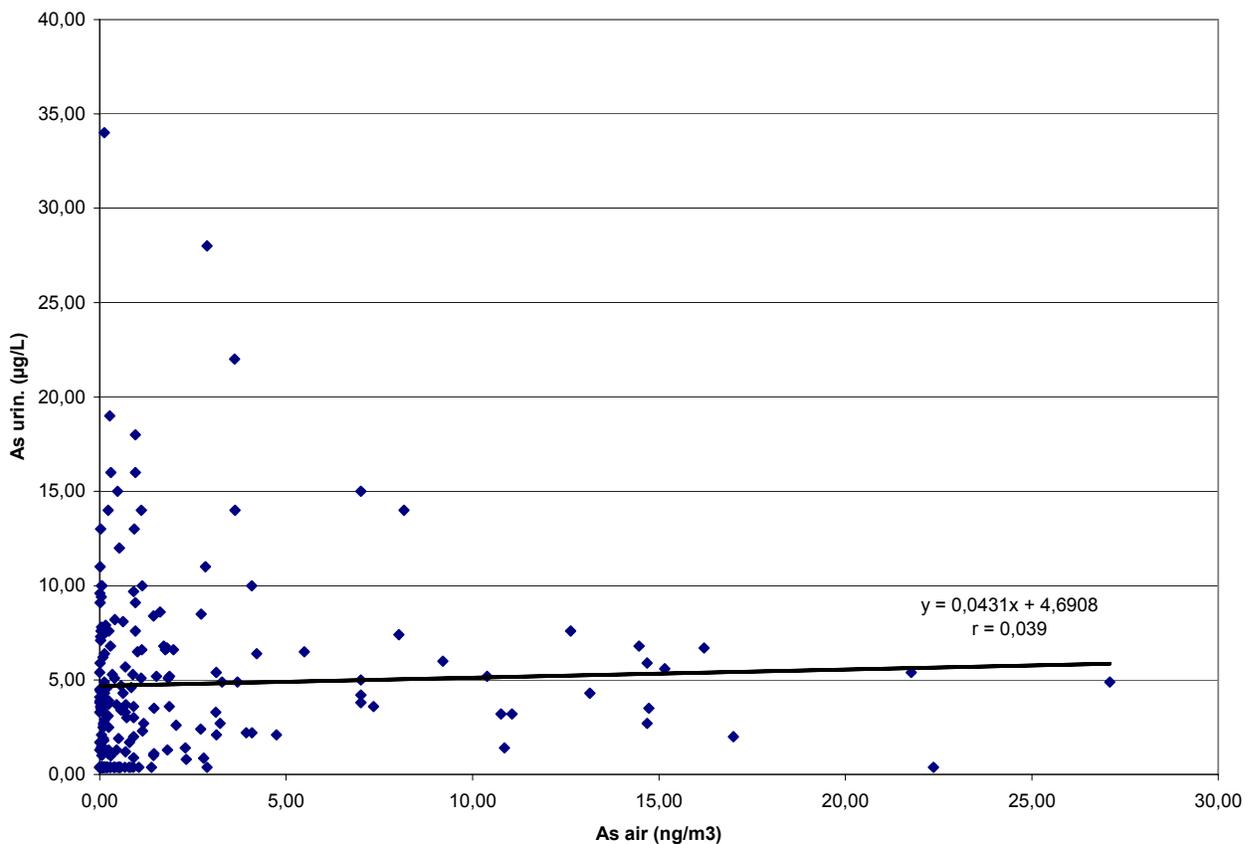
Figure 11 : Comparaison entre les niveaux médians d'arsenic atmosphérique et les niveaux médians d'arsenic urinaire dans chaque secteur d'exposition



Nous avons dû recourir à une représentation sur deux axes pour porter sur le même graphique les données atmosphériques et les données biologiques qui ont des unités différentes. L'examen de la figure 11 montre qu'il ne semble pas y avoir de lien évident entre le taux

d'arsenic dans l'air et le taux d'arsenic urinaire²¹, exception faite du secteur Portelance. Ce qui n'est pas surprenant car l'imprégnation à l'arsenic des individus ne dépend pas seulement des concentrations atmosphériques dans l'air ambiant, mais tout autant de leur durée d'exposition qui elle, varie d'un individu à l'autre selon ses habitudes de vie. C'est pourquoi la seule façon d'estimer la relation entre les concentrations dans l'air et l'imprégnation des populations exposées c'est de comparer les doses d'expositions individuelles aux taux urinaires. Cette comparaison est présentée sur le graphique de la figure 12.

Figure 12 : Corrélation entre les doses individuelles d'exposition à l'arsenic et les résultats individuels d'arsenic urinaire



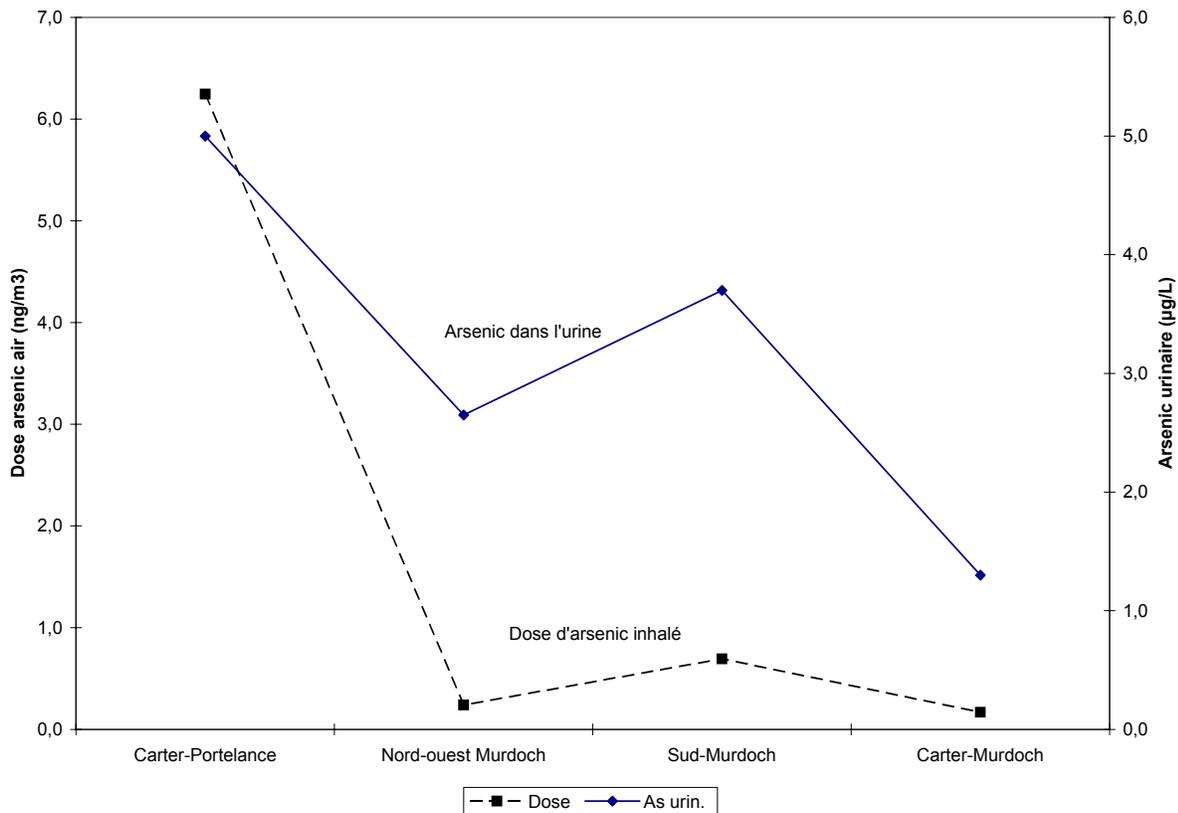
Le graphique de la figure 12 montre une très grande dispersion des valeurs d'arsenic urinaire pour des doses d'exposition équivalentes à l'arsenic atmosphérique. Ce qui démontre une faible corrélation entre les deux, comme le démontre la valeur du coefficient de corrélation de

21. Une certaine relation existe entre les deux pour le secteur Carter-Portelance, mais elle n'est pas linéaire. En effet, la médiane d'arsenic dans l'air est 16 fois plus élevée dans ce secteur que la médiane du quartier alors que la médiane de l'arsenic urinaire y est seulement 1,4 fois plus élevée que la médiane du quartier Notre-Dame.

Pearson ($r = 0,039$). On remarque également que la grande majorité des valeurs se situe dans la plage à la fois des faibles expositions et des faibles niveaux d'imprégnation. Il est possible que la contribution de l'arsenic dans l'air soit tellement faible chez les exposés qu'elle soit sous le seuil du bruit de fond attribuable à d'autres sources d'arsenic chez les non-exposés (comme la faible contamination en arsenic inorganique présente dans les aliments en général). Cela expliquerait pourquoi certains individus ont des taux plus élevés que la normale d'arsenic urinaire alors qu'ils ne sont presque pas exposés à l'arsenic atmosphérique.

Nous avons vérifié si une corrélation plus notable pouvait apparaître en s'attachant aux valeurs de tendance centrale par secteur plutôt qu'aux valeurs individuelles. La figure 13 présente la comparaison par secteurs du quartier les valeurs médianes d'arsenic urinaire comparées à celles des doses d'arsenic inhalées.

Figure 13 : Comparaison des doses d'exposition à l'arsenic dans l'air et des niveaux d'arsenic urinaire - Valeurs médianes pour chacun des secteurs

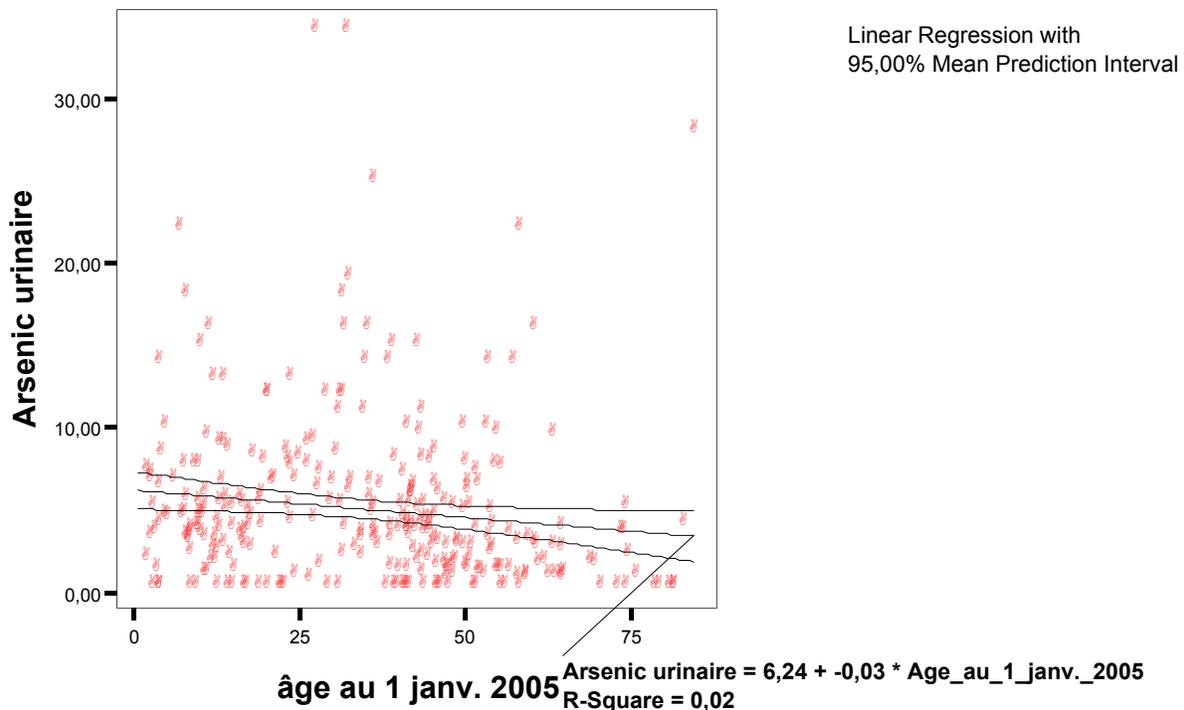


On remarque à la figure 13 qu'un certain parallélisme existe entre la courbe d'arsenic inhalé et celle d'arsenic urinaire. Cependant il n'y a pas de proportionnalité dans cette relation, comme le laisse croire le graphique de la figure 12. Notons à la figure 4 que les doses d'exposition à l'arsenic dans l'air ne sont pas les mêmes d'un secteur à l'autre du quartier Notre-Dame. En fait, une distinction statistiquement significative existe entre le secteur Carter-Portelance et les autres secteurs. Cette distinction n'est pas due aux habitudes de vie des résidents puisqu'ils ne passent pas plus de temps dehors que les autres, mais aux concentrations plus élevées d'arsenic dans l'air de ce secteur.

2.5.3 *Corrélation entre l'âge et les taux d'arsenic urinaire chez les exposés et les non-exposés*

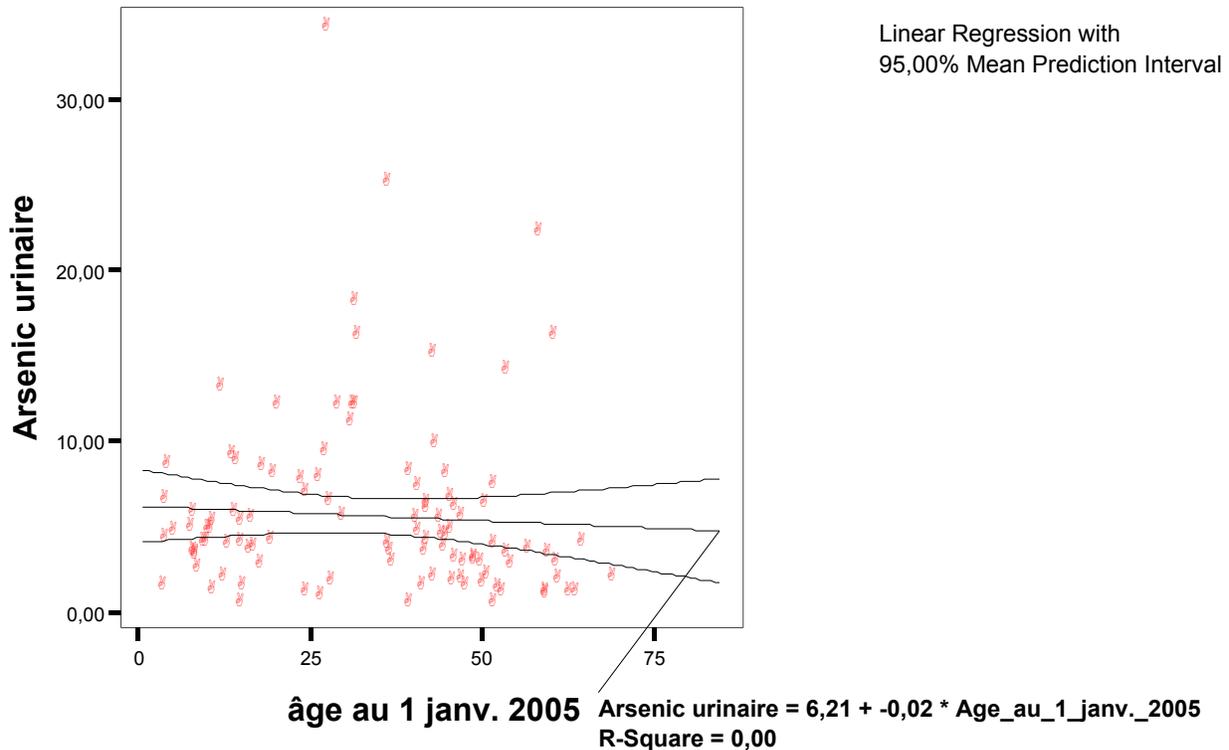
La figure 14 illustre la relation entre l'âge et les niveaux d'arsenic urinaire chez l'ensemble des 309 participants à la campagne de prélèvements du 13 décembre 2005.

Figure 14 : *Corrélation entre l'âge (au 1^{er} janvier 2006) et le taux d'arsenic urinaire chez l'ensemble des participants à la campagne de prélèvements du 13 décembre 2005*



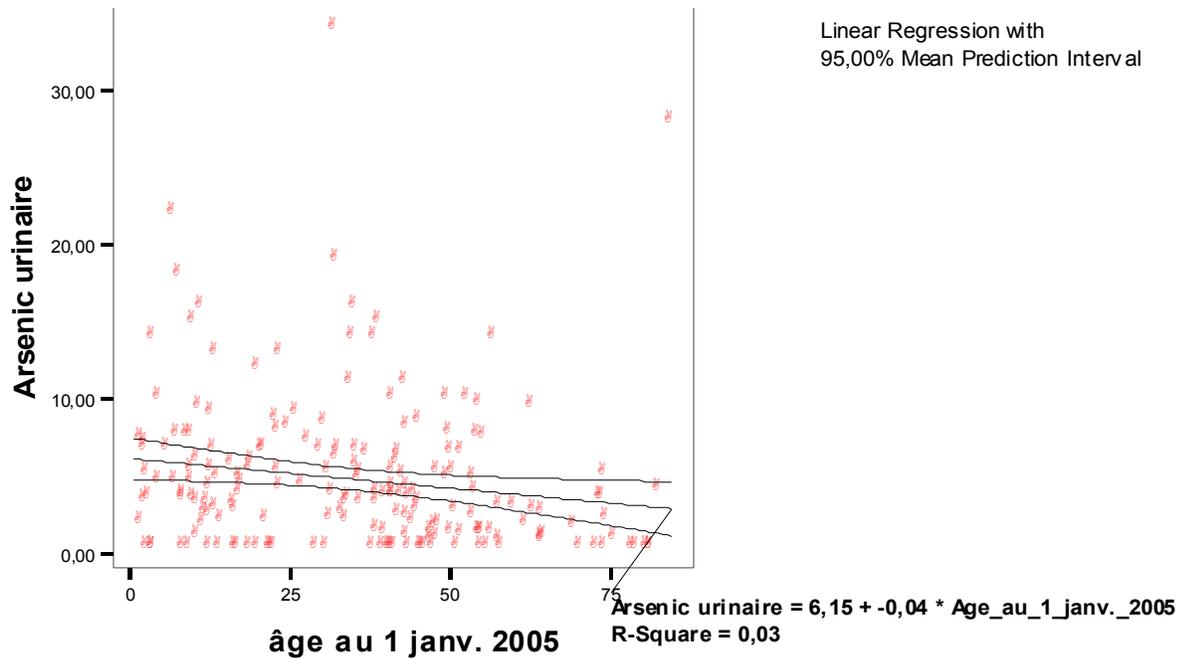
On remarque une très faible corrélation inverse entre l'âge et le taux d'arsenic urinaire, ce qui n'est pas une surprise. Voyons maintenant s'il y a une différence entre les exposés et les non-exposés à ce titre. Le diagramme de dispersion pour les non-exposés (Évain) est illustré à la figure 15.

Figure 15 : Corrélation entre l'âge (au 1^{er} janvier 2006) et le taux d'arsenic urinaire chez les participants du groupe non exposé (Évain)



On remarque à la figure 15 que la corrélation inverse notée à la figure précédente (14) disparaît chez les non-exposés. Ce qui signifie que chez eux les concentrations d'arsenic urinaire sont sensiblement les mêmes d'un groupe d'âge à l'autre. Qu'en est-il maintenant chez les exposés? La figure 16 présente le diagramme de dispersion des niveaux d'arsenic urinaire en fonction de l'âge chez les participants du quartier Notre-Dame.

Figure 16 : Corrélation entre l'âge (au 1^{er} janvier 2006) et le taux d'arsenic urinaire chez les participants du groupe exposé (quartier Notre-Dame)



On remarque à la figure 16 que la relation inverse entre l'âge et les taux d'arsenic urinaire est non seulement maintenue, mais aussi renforcée. Il est vrai qu'il s'agit d'une très faible corrélation ($r = 0,164$), mais elle est statistiquement significative ($p = 0,021$). Le tableau 38 présente la situation détaillée pour chacun des groupes d'âge.

Tableau 38 : Répartition des taux moyens d'arsenic urinaire en fonction des groupes d'âge

| | Nombre | Moyenne arithmétique ($\mu\text{g/L}$) | Écart-type | Intervalle de confiance à 95 % | |
|-----------|--------|---|------------|--------------------------------|------|
| | | | | ICI | ICS |
| 1-4 ans | 13 | 5,0 | 4,1 | 2,6 | 7,5 |
| 5-9 ans | 14 | 6,8 | 6,1 | 3,3 | 10,4 |
| 10-14 ans | 20 | 5,5 | 4,7 | 3,3 | 7,7 |
| 15-24 ans | 25 | 4,5 | 3,6 | 3,0 | 6,0 |
| 25-60 ans | 99 | 4,8 | 5,0 | 3,8 | 5,8 |
| >60 ans | 24 | 3,1 | 5,7 | 0,7 | 5,5 |
| Total | 195 | 4,8 | 4,9 | 4,1 | 5,5 |

ANOVA unifactoriel : $F = 1,13$; $ddl = 5$; p bilatéral = 0,34

Bien que les différences apparentes entre les groupes d'âge ne soient pas supérieures aux seuls effets de la variabilité interne dans chacun des sous-groupes ($p = 0,34$), on note cependant que les taux vont en diminuant au fur et à mesure qu'on progresse dans la pyramide des âges (les 1-4 ans exceptés). Il n'y a rien là d'étonnant vu que les enfants subissent une double exposition (inhalation et ingestion) par rapport aux adultes et qu'ils ont généralement des durées de séjour dehors plus prolongées que les adultes (voir section 2.3.2; doses d'exposition).

2.5.4 Corrélation entre le niveau de scolarité et les taux d'arsenic urinaire chez les exposés et les non-exposés

Les données sont présentées au tableau 39.

Tableau 39 : Distribution des niveaux moyens d'arsenic urinaire en fonction des niveaux de scolarité des participants dans le quartier Notre-Dame

| | Nombre | Moyenne arithmétique ($\mu\text{g/L}$) | Écart-type | Intervalle de confiance à 95 % | |
|---------------|---------------|--|-------------------|---------------------------------------|-----|
| | | | | <i>ICI</i> | |
| <primaire | 35 | 5,7 | 4,9 | 4,0 | 7,4 |
| Primaire | 44 | 3,5 | 4,0 | 2,3 | 4,8 |
| Secondaire | 57 | 4,4 | 4,4 | 3,2 | 5,5 |
| Collégial | 27 | 3,5 | 3,3 | 2,3 | 4,8 |
| Universitaire | 32 | 7,3 | 6,9 | 4,8 | 9,8 |
| Total | 195 | 4,8 | 4,9 | 4,1 | 5,5 |

ANOVA unifactoriel : $F = 3.84$; ddl = 4; p bilatéral = 0,045

On remarque au tableau 38 qu'il existe des écarts significatifs entre les niveaux d'arsenic urinaire et le niveau de scolarité. Les niveaux les plus élevés se retrouvent chez les universitaires, qui se distinguent ainsi des autres groupes. Il est possible toutefois que la consommation de fruits de mer, plus élevée chez les universitaires, ait influencé leur taux d'arsenic non alimentaire. En effet, leurs doses d'exposition à l'arsenic sont inférieures à celles des autres groupes de niveaux de scolarité.

2.5.5 *Corrélation entre le tabagisme et les taux d'arsenic urinaire chez les exposés et les non exposés*

Le tableau 40 présente les taux comparés d'arsenic urinaire chez les fumeurs et les non fumeurs.

Tableau 40 : Niveaux comparés d'arsenic urinaire chez les fumeurs et les non-fumeurs du quartier Notre-Dame

| <i>Fumeur</i> | <i>Nombre</i> | <i>Arsenic urinaire (médianes)</i> |
|---------------|---------------|------------------------------------|
| Oui | 46 | 2,1 |
| Non | 149 | 3,9 |
| Tous | 195 | 3,6 |

ANOVA unifactoriel : F = 3.30; ddl = 1; p bilatéral = 0,07

Le tabagisme n'introduit pas de différence significative chez les exposés. Voyons maintenant ce qu'il en est chez les non-exposés.

Tableau 41 : Niveaux comparés d'arsenic urinaire chez les fumeurs et les non-fumeurs d'Évain

| <i>Fumeur</i> | <i>N</i> | <i>Médiane</i> |
|---------------|----------|----------------|
| Oui | 11 | 5,4 |
| Non | 97 | 3,9 |
| Total | 108 | 4 |

ANOVA unifactoriel : F = 0.023; ddl = 1; p bilatéral = 0,878

Bien que les taux semblent plus élevés chez les fumeurs du groupe non exposé, cette différence n'est pas statistiquement significative. Notons le nombre peu élevé de fumeurs à Évain (comparativement au taux dans le quartier Notre-Dame), ce qui pourrait invalider les mesures comparées de tendance centrale entre ces deux groupes.

2.5.6 Distribution géographique de l'arsenic urinaire et de la dose d'arsenic inhalé chez les participants du quartier Notre-Dame

Cette analyse tente de vérifier si un lien existe entre le taux d'arsenic et la proximité de la résidence par rapport à la fonderie. On trouvera les cartes géographiques #5 et #6 en annexe illustrant la répartition géographique des résultats.

La carte #5 montre que les niveaux d'arsenic urinaires sont distribués de façon assez aléatoire parmi les résidents de l'ensemble du quartier. C'est-à-dire que les niveaux varient d'un individu à l'autre dans un même secteur et même d'un individu à l'autre dans une même famille. On note toutefois que les très faibles niveaux d'arsenic urinaire sont moins présents chez les résidents du secteur Carter-Portelance que dans les autres secteurs.

La carte géographique #6 met en parallèle, chez le même individu son taux d'arsenic urinaire et sa dose d'arsenic atmosphérique inhalée. On remarque que les doses d'arsenic inhalées sont très faibles dans tous les secteurs, sauf dans Carter-Portelance. Cependant, les niveaux d'arsenic urinaires ne démarquent pas aussi dramatiquement les résidents de ce secteur par rapport à ceux des autres secteurs.

3- Commentaires sur les résultats

3.1 Représentativité de l'échantillon

Bien que notre échantillon soit de taille suffisante pour faire ressortir des différences entre le groupe exposé et le non exposé, il pourrait ne pas comporter suffisamment d'effectifs dans certains sous-groupes pour nous empêcher de confirmer une différence entre eux, s'il y en avait une. Par exemple, au niveau de l'âge, le sous-groupe des très jeunes enfants (1-4 ans) du quartier Notre-Dame ne compte que 16 personnes et à Évain, il n'en compte que 10. Ceci est attribuable au fait que cette tranche d'âge ne constitue qu'un faible pourcentage (4 %) de la population totale du quartier. Pour arriver à faire des comparaisons entre les enfants du groupe exposé et ceux du groupe non exposé, il nous faudrait probablement regrouper les 1-4 ans avec les 5-9 ans.

De plus, bien que les exposés et les non-exposés soient homogènes au niveau de l'âge, du sexe et de la scolarité, ils ne le sont pas entre les secteurs du quartier Notre-Dame (les très jeunes enfants sont moins nombreux dans Carter-Portelance, les femmes y sont plus nombreuses, les universitaires y sont moins nombreux et les fumeurs y sont plus nombreux). Toutefois, étant donné que notre échantillon a été constitué en se basant sur le hasard, nous espérons que ces différences reflètent les caractéristiques socio-économiques de chacun des secteurs du quartier. Il se peut cependant que des différences entre les variables socio-économiques viennent obscurcir les différences entre les secteurs qui seraient attribuables à la seule exposition à l'arsenic atmosphérique.

3.2 Habitudes de vie des participants

L'hypothèse sur laquelle repose cette étude c'est que les habitudes de vie ont une influence sur l'imprégnation à l'arsenic de la population exposée. Car les habitudes de vie déterminent la proportion du temps de résidence dans le quartier dans une journée et surtout la proportion de ce temps qu'on passe dehors.

L'un des comportements qui pourrait influencer beaucoup l'effet d'un contaminant comme l'arsenic sur la santé, c'est la durée totale (en années) de l'exposition à l'arsenic au cours d'une vie (70 ans). Plus cette durée est brève, moins l'effet sur la santé sera important, toute autre

chose étant égale. Or, la majorité des résidents du quartier Notre-Dame semble passer moins d'années dans leur quartier que ceux d'Évain. En effet, la proportion de gens qui n'ont pas déménagé depuis 5 ans ou moins est de 50 % dans le quartier et de 24 % seulement à Évain. La médiane du nombre d'années d'occupation d'un logement est de 7 ans dans le quartier et de plus de 15 ans à Évain. Finalement, moins de 6 % des résidents du quartier y vivent pendant plus de 25 ans (cette proportion est de 20,5 % à Évain). Bref, si l'on prend pour acquis qu'une exposition à l'arsenic doit durer au moins 25 ans avant qu'on voie des cancers apparaître, il n'y aurait que 5 % environ des gens du quartier (125 personnes au total) qui y résideraient suffisamment longtemps pour satisfaire à cette condition.

Il ne suffit pas d'avoir une résidence dans le quartier pendant 25 ans pour voir ses chances de développer un cancer du poumon augmenter, encore faut-il y demeurer plusieurs heures chaque jour et surtout, plusieurs heures par jour dehors. Or, bien que le nombre d'heures totales passé dans le quartier soit important (en incluant la nuit, il varie entre 74 % et 91 % de la journée selon les groupes d'âge), le temps passé dehors l'est beaucoup moins. En hiver, il varie entre 6 % et 11 % de la journée selon les secteurs. En été, il varie entre 15 % et 24 % du temps selon les secteurs. Comme l'hiver dure environ 6 mois par an, on peut en conclure que les gens passent en moyenne sur une année entre 10 % et 17 % de leur temps dehors. Ces données correspondent à une évaluation grossière que chaque répondant a faite. Nous devons les valider avec les données recueillies pendant les quatre jours qui précèdent chacune des cinq campagnes de prélèvement lesquelles seront beaucoup plus précises car chaque participant note le nombre d'heures passé dehors dans une feuille de route individuelle. Pour la campagne de décembre 2005, notons que le nombre d'heures effectivement passé dehors pendant les quatre jours précédant le prélèvement était bien inférieur au nombre moyen d'heures passé dehors rapporté par les gens lors du recrutement. En effet la proportion de la journée totale passée dehors n'était alors que de 1 %.

Par contre, le nombre d'heures passé à l'intérieur du domicile ou d'un autre édifice situé dans le quartier Notre-Dame a été très important pendant les quatre jours précédant le prélèvement urinaire. En effet, la moyenne pour l'ensemble des secteurs du quartier a été de 18,5 heures par jour, soit 77 % du temps. Les résultats très faibles d'arsenic urinaire chez les résidents du quartier démontrent donc éloquemment que notre hypothèse de départ était juste, à savoir que l'exposition de la population du quartier à l'arsenic dépend surtout du nombre d'heures passé dehors à chaque jour. Car le fait de demeurer à l'intérieur pendant les épisodes de fortes

concentrations d'arsenic dans l'air ambiant extérieur constitue un facteur protecteur, au moins durant la période hivernale. Soulignons au passage que la très grande majorité des participants (97 %) à l'étude n'ont pas de système de ventilation (échangeur d'air) fonctionnant en permanence dans leur logement. L'étanchéité des maisons, dans un climat froid comme le nôtre, assure probablement un bon gradient entre les concentrations extérieures et intérieures des contaminants particulaires dans le quartier. Il se peut que les résultats des prélèvements pendant la période estivale nous obligent à nuancer ces conclusions préliminaires.

Les facteurs pouvant influencer la durée d'exposition des résidents sont en bonne partie reliés à leur occupation principale. Mentionnons que peu de gens (13 %) parmi la population totale ont un emploi à temps plein dans le quartier et que peu d'entre eux (11 %) fréquentent une école du quartier. Quant aux sans emploi (18 %) et aux retraités (10 %), qui sont susceptibles de passer plus de temps dans le quartier, ils composent 28 % de la population totale. Cependant, quand on additionne toutes ces fractions, on se rend compte que 52 % des résidents passent ou pourraient passer la majorité de leur temps dans le quartier, au moins pendant les jours ouvrables. Cette proportion n'est donc pas négligeable, mais elle indique tout de même que près de la moitié de la population du quartier en est absente pendant ses heures de travail ou d'étude.

En résumé, on peut dire qu'il serait irréaliste de prétendre caractériser l'exposition de cette population en présumant que la grande majorité des résidents passent 100 % de leur temps à leur domicile dans ce quartier. Tout comme il serait tout aussi irréaliste de prétendre que 100 % des résidents vont demeurer 70 ans dans ce quartier.

3.3 Concentrations atmosphériques d'arsenic pendant les quelques jours précédant le prélèvement

Étant donné que l'arsenic urinaire reflète l'exposition pendant les quatre à cinq jours qui ont précédé immédiatement la journée du prélèvement, il est important de s'assurer que les taux d'arsenic dans l'air immédiatement avant le prélèvement reflètent bien la tendance centrale des concentrations au cours de l'année. Cela pose tout un défi car les taux d'arsenic atmosphérique varient énormément d'une saison à l'autre, d'une semaine à l'autre et même d'une journée à l'autre. La direction des vents est le premier facteur responsable de ces fluctuations, mais les variations dans le procédé métallurgique (incluant les constituants des concentrés traités) vont

aussi influencer à la hausse ou à la baisse les concentrations atmosphériques. En fait, les variations quotidiennes sont tellement importantes qu'il est très difficile de les relier aux mesures de tendance centrale des concentrations, peu importe celle que l'on choisit. Une comparaison entre les valeurs médianes pour l'année 2005 (janvier à novembre) et pour la période du 6 au 12 décembre 2005 est présentée au tableau 42.

Tableau 42 : Comparaison entre les médianes annuelles d'arsenic dans l'air et les médianes des quelques jours qui ont précédé le prélèvement urinaire du 12 décembre 2005

| | Médiane janvier à novembre 2005 (ng/m³) | Médiane 6-12 décembre (ng/m³) |
|--------------------|---|---|
| Carter-Portelance | 59,85 | 95,7 |
| Carter-Murdoch | 11,475 | 1,3 |
| Nord-ouest Murdoch | 16,3 | 4,3 |
| Sud-Murdoch | 5,775 | 4,2 |
| Évain | 0,9 | 0,4 |
| Ensemble QND | 11,475 | 6,2 |

On remarque au tableau 42 que, sauf dans le secteur Carter-Portelance, les teneurs d'arsenic atmosphériques semblaient plus faibles pendant les quelques jours précédant le prélèvement que pour l'ensemble de l'année 2005. Tel que mentionné auparavant, deux facteurs peuvent expliquer cette situation, mis à part les variations importantes des concentrations d'arsenic dans l'air d'une journée à l'autre par rapport à la moyenne annuelle. Le premier facteur c'est la faible production de la fonderie pendant la semaine du 4 au 9 décembre. En effet, la fonderie était en arrêt général pendant la majeure partie de cette période afin de procéder à des réparations majeures ainsi qu'à effectuer l'entretien préventif des équipements. On peut donc supposer que les émissions atmosphériques furent anormalement faibles pendant ces journées. Le deuxième facteur, c'est la direction des vents. Ils se dirigeaient vers le quartier les 6 et 12 décembre, mais pas les 3 et 9 décembre. Ce qui aurait eu pour effet de réduire les concentrations ces jours-là, s'il y en avait eues. Heureusement, la production a repris le 10 décembre en après-midi. Les vents ont soufflé du nord par la suite, amenant des retombées plus importantes d'arsenic sur le quartier. Ce qui explique les différences notables entre les concentrations d'arsenic du 6 au 12 décembre par rapport à celles du 10 au 12 décembre telles qu'on peut observer au tableau 30. On peut donc penser que les valeurs d'arsenic urinaire que nous avons mesurées ont surtout été influencées par l'exposition pendant la période du 10 au 12 décembre. Les valeurs médianes pendant ces journées-là ont varié entre 227 ng/m³ et 8,1 ng/m³ selon les secteurs. Ce

qui laisse supposer qu'en hiver, des expositions de 48 heures à des valeurs atteignant 230 ng/m³ (médiane du quartier à 22 ng/m³ ²²) n'ont aucune incidence sur l'imprégnation de la population. Nous ne savons toutefois pas si une semblable exposition cumulée sur 96 heures (au lieu de 48) aurait entraîné une augmentation significative de l'arsenic urinaire chez les résidents. Il est à noter que les concentrations atmosphériques mesurées dans le quartier Évain étaient de 11 à 324 fois plus faibles que celles dans le quartier Notre-Dame sans que cela crée une véritable différence entre eux et le groupe exposé. Bien que ces résultats semblent rassurants en ce qui concerne l'impact des concentrations actuelles d'arsenic atmosphériques sur la santé des résidents du quartier, il faudra attendre la fin des autres campagnes de prélèvement avant de se prononcer définitivement sur la question.

3.4 Facteurs associés à la variation de l'arsenic urinaire

Selon notre hypothèse, la dose d'arsenic inhalée serait le principal facteur pouvant expliquer les variations des résultats d'arsenic urinaire, toutes autres choses étant égales. Or, les tests de régression linéaire montrent une corrélation faible voire inexistante entre les deux. Nous croyons que l'absence de corrélation n'entraîne pas nécessairement le rejet de l'hypothèse de départ. Ceci, pour la simple raison que nos valeurs d'arsenic urinaire reflètent davantage la variation normale des concentrations d'arsenic urinaire dans une population non exposée qu'elles reflètent l'influence de l'exposition à l'arsenic chez les résidents du quartier Notre-Dame. Le graphique de la figure 10 p. 44 l'illustre d'ailleurs assez bien. Autrement dit, l'exposition de cette dernière population est à toutes fins pratiques nulle, nonobstant les valeurs élevées mesurées dans l'air du quartier pendant les derniers jours précédant le prélèvement. Les valeurs sont en fait distribuées au hasard, selon les habitudes de chacun, notamment l'alimentation²³. Le secteur Carter-Portelance se démarque pourtant des autres au niveau des doses d'arsenic inhalées, comme on peut le constater sur la carte #6 en annexe. Mais il semble que ces quantités d'arsenic inhalées n'étaient pas suffisantes pour créer une différence par rapport au bruit de fond. Si cette hypothèse est juste, nous pourrions en conclure que des doses d'arsenic inhalées inférieures à 15 ou 20 ng/m³ passent inaperçues par rapport au bruit de fond dans une petite population.

22. Ces valeurs sont largement supérieures aux valeurs médianes annuelles pour 2005 (voir tableau 41).

23. L'arsenic organique est présent dans les fruits de mer mais peut aussi se retrouver dans des aliments comme le poulet si ce dernier a été nourri avec des déchets de fruits de mer. On peut également retrouver de l'arsenic inorganique à l'état de traces dans de nombreux aliments comme le riz, les céréales de riz, les fèves et les champignons (ATSDR, septembre 2005).

C'est probablement ce qui explique aussi pourquoi on note de si faibles corrélations avec l'âge et la scolarité dans notre échantillon. Quant au tabagisme, dont certains soupçonnent qu'il pourrait être un facteur confondant, nos données montrent qu'il n'a aucune influence sur le taux d'arsenic.

Conclusion

La mesure de l'arsenic urinaire pour évaluer l'exposition d'une population à l'arsenic atmosphérique n'est pas l'instrument idéal pour évaluer le risque réel d'une exposition qui peut s'étendre sur plusieurs années. Mais, en l'absence de moyens plus adéquats, cela nous permet de réduire l'incertitude énorme qui est rattachée aux scénarios extrêmes utilisés dans la plupart des analyses de risque. Ce n'est pas parce qu'un risque théorique important existe qu'il pourra se matérialiser dans une population donnée, de taille finie, dans des conditions climatiques particulières et ayant des habitudes de vie non uniformes par rapport aux valeurs de référence utilisées dans les analyses de risque.

Consciente qu'un risque théorique important associé aux concentrations d'arsenic mesurées entre 1995 et 2000 existe pour la population du quartier Notre-Dame, la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue (DSP) a voulu vérifier jusqu'à quel point ce risque théorique représentait une menace réelle pour la population exposée. Bien que l'interprétation des résultats d'arsenic urinaire pose un problème d'interprétation, la DSP estime qu'on peut pallier à une partie de ces limites en répétant à plusieurs reprises les prélèvements pour tenir compte des variations saisonnières, à la fois des habitudes de vie et des concentrations atmosphériques. Ce rapport doit donc être interprété comme partiel. C'est-à-dire qu'il ne couvre que la première des cinq campagnes de surveillance de la population exposée à l'arsenic dans le quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda qui seront conduites entre 2005 et 2006. Les quatre autres campagnes nous en apprendront plus sur l'influence des habitudes de vie sur l'imprégnation des gens exposés.

Cette première campagne de prélèvements couvrait la période hivernale, soit celle où les gens passent le moins de temps dehors. Notre hypothèse étant que l'imprégnation à l'arsenic dépendra surtout de la proportion de temps passée dehors dans le quartier, on s'attendait à ce que les résultats soient faibles pour cette campagne. Ce qui fut le cas.

En fait, l'exposition à l'arsenic chez les résidents du quartier Notre-Dame fut nulle pendant la deuxième semaine de décembre 2005 si on se fie à celle d'un groupe de référence non exposé, dans le quartier Évain. Ceci en dépit du fait que les concentrations atmosphériques étaient de beaucoup supérieures (de 11 à 325 fois plus) dans le quartier Notre-Dame pendant les deux

jours précédant le prélèvement urinaire. De plus, la proportion de participants ayant des taux d'arsenic urinaire supérieurs à 19 µg/L était de 3 %, aussi bien dans le quartier Notre-Dame qu'à Évain, alors qu'elle se situe à environ 5 % dans une population non exposée à des sources locales connues d'arsenic inorganique selon le laboratoire de l'INSPQ (INSPQ, 2004) qui a ainsi établi l'étendue de la normale de 0 à 19 µg/L (0 à 0,25 µmol/L).

Compte tenu des faibles niveaux d'arsenic urinaire mesurés chez la population exposée, aucune corrélation n'a pu être établie avec la dose²⁴ d'arsenic théoriquement inhalée par les participants du quartier Notre-Dame. Nous croyons que cette dose n'était pas suffisamment élevée pour émerger au-dessus du bruit de fond dans la population, bruit de fond qui pourrait essentiellement provenir de l'apport alimentaire. Il faut préciser que les participants ont passé très peu de temps dehors (environ une heure par jour) pendant les quatre jours qui ont précédé le prélèvement. Par contre, ils ont passé plus de 75 % de leur temps à l'intérieur de leur résidence. Ce qui plaide en faveur d'une étanchéité presque totale des maisons par rapport aux apports d'arsenic provenant de l'air extérieur, en situation hivernale.

Malgré cela, lorsque les données individuelles d'arsenic urinaire sont regroupées par secteurs de résidence, on remarque un certain parallélisme entre les concentrations extérieures et les niveaux d'arsenic urinaire. Mais cette association ne passe pas le seuil de signification (95 %) des tests statistiques utilisés. Le même phénomène se produit pour la relation entre l'arsenic urinaire et l'âge et entre l'arsenic urinaire et le niveau de scolarité. Si les durées de séjour dehors sont plus importantes pendant les prochaines campagnes de prélèvements urinaires, il sera intéressant de vérifier si cette association se maintient et si elle devient statistiquement significative.

En résumé, l'étude des résultats de la campagne du 13 décembre montre qu'en conditions hivernales et lorsque les concentrations dans l'air ambiant extérieur ne dépassent pas une valeur médiane de 22 ng/m³ pour l'ensemble du quartier et de 230 ng/m³ à la pire des stations de mesure, l'exposition des résidents du quartier Notre-Dame est très faible, voire nulle.

24. Concentration d'arsenic dans l'air ambiant extérieur pondérée par la durée de séjour dehors pendant les 96 heures qui ont précédé le prélèvement.

Bibliographie

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX ET INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE. *Avis sur l'arsenic dans l'air ambiant à Rouyn-Noranda*, Québec, Novembre 2004.

ENTERLINE, P. E., *et al.* *Exposure to arsenic and respiratory cancer, a reanalysis*, *J. of Epidemiology*, vol. 125, 1987, 929 p.

SQ AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, (ATSDR), *Dietary arsenic exposure investigation*, Hebronville (Health Consultation), Jim Hogg County, Texas, US Dept of Health and Human Services, Atlanta, Georgia, Septembre 2005.

WEBER, Jean-Philippe et Jean-Yves SAVOIE. *Étude de distribution de certaines substances toxiques chez les enfants de Rouyn-Noranda*, Centre de toxicologie du Québec, Centre hospitalier universitaire de l'Université Laval, Québec, 1980.

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (INSPQ), *Substances chimiques avec indicateur biologique : seuils de déclaration par les laboratoires*, rapport final, Québec, Septembre 2004.

POLISSAR, L., *et al.* *Pathways of Human Exposure to Arsenic in a Community Surrounding a Copper Smelter*, *Envir., Res.*, 53, 1989, p. 29-47.

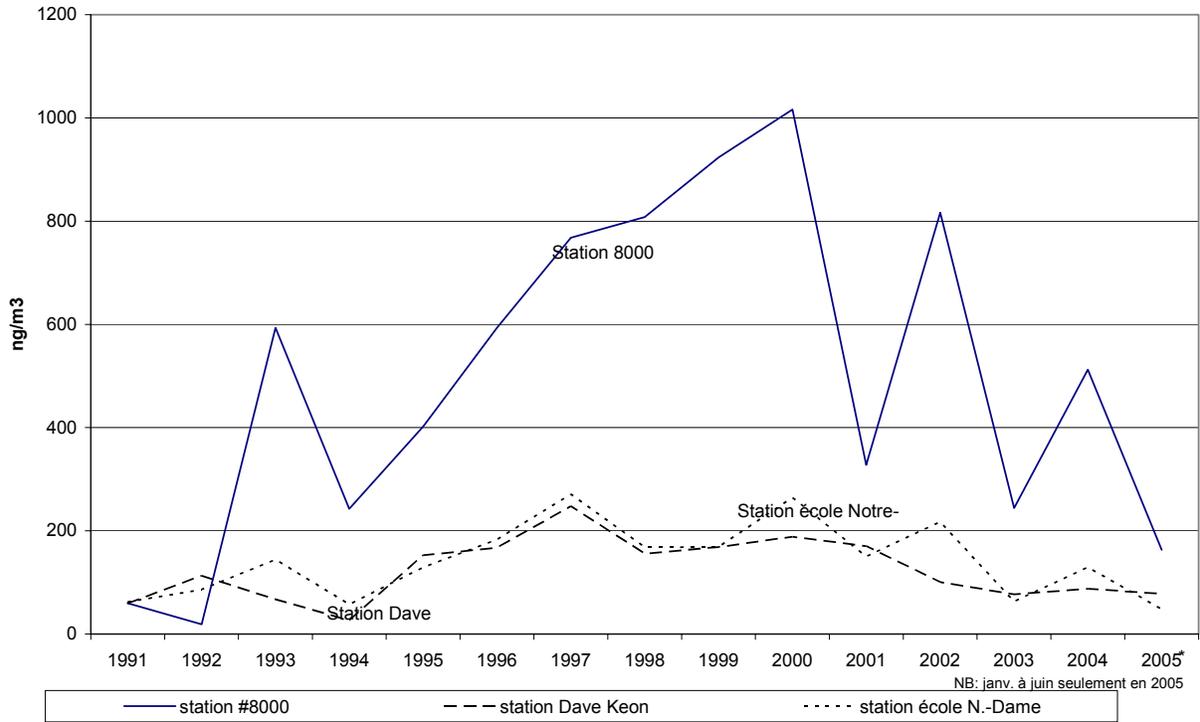
GLOSS GILROY INC. *Arsenic Exposure Study for the Residents of Falconbridge*, Cantox Environmental, 2005.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), *Dietary arsenic exposure investigation*, Hebronville, Jim Hogg county, Texas, U. S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Septembre 2005

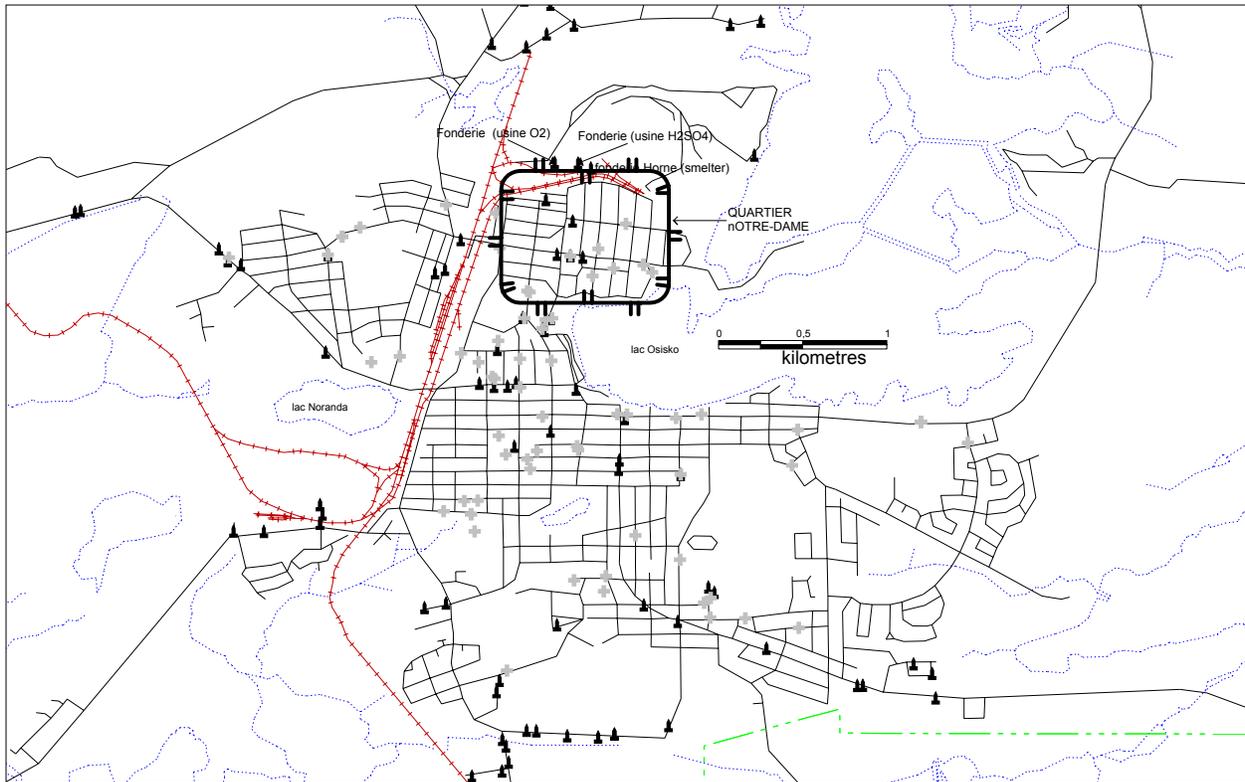
Annexes

Variation de la moyenne arithmétique de l'arsenic atmosphérique Quartier Notre-Dame 1991-2005

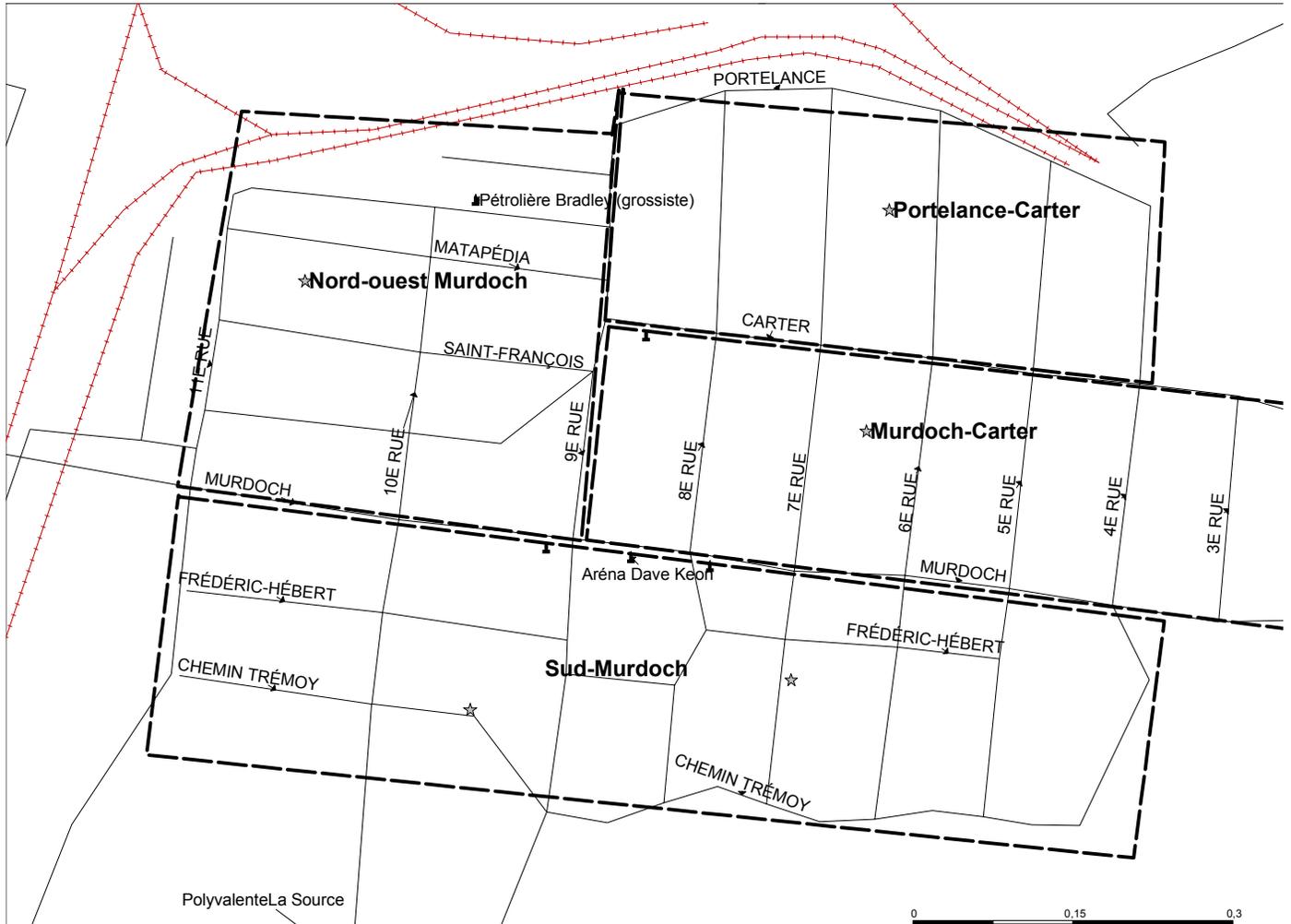
Évolution des moyennes arithmétiques annuelles d'arsenic dans l'air aux trois stations du quartier Notre-Dame



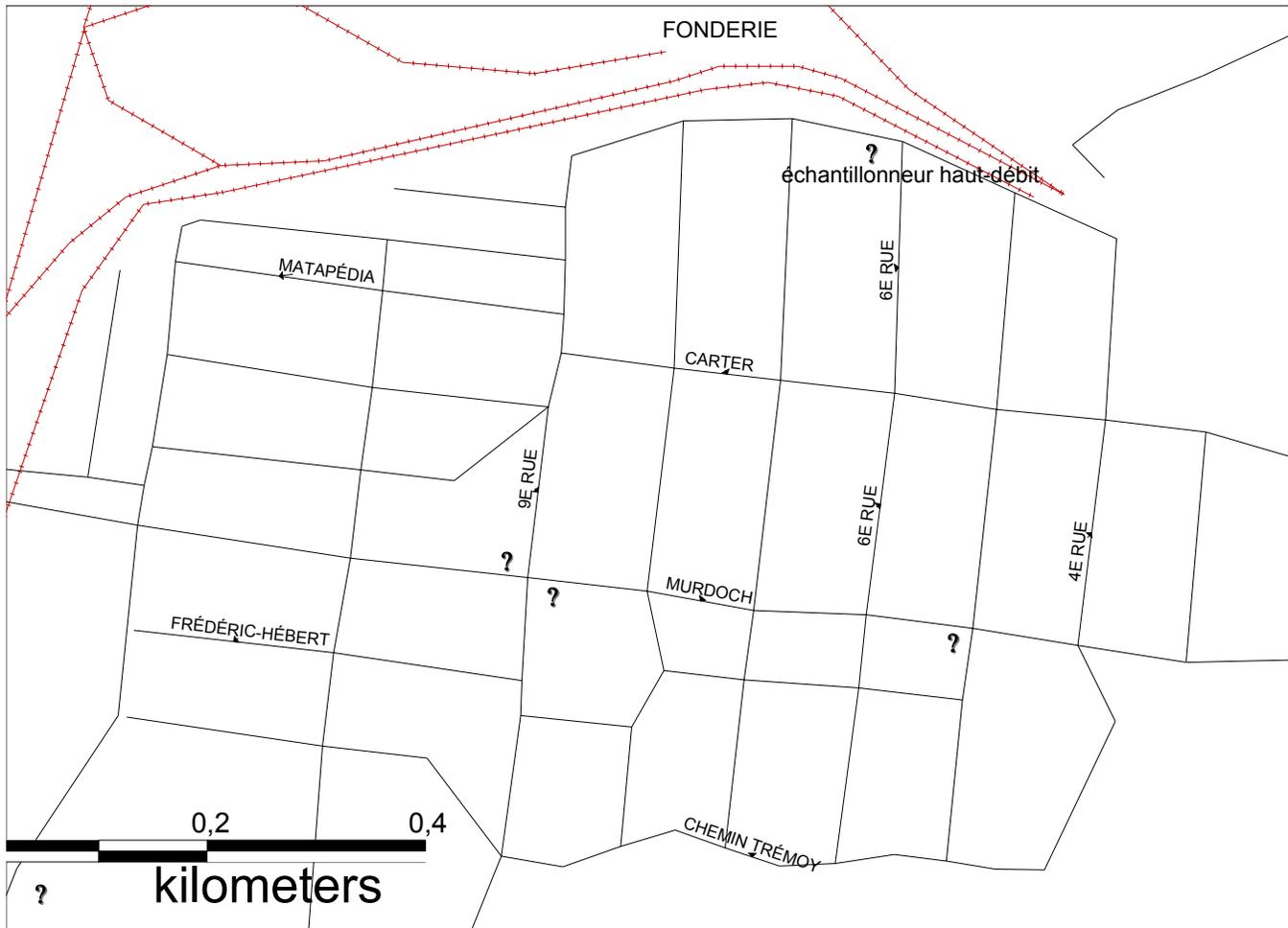
Carte géographique #1 : Périmètre urbain de Rouyn-Noranda localisant le quartier Notre-Dame (encadré en gras) près des installations de la fonderie Horne



**Carte #2 : Gros plan du quartier Notre-Dame illustrant les 4 secteurs de recrutement
(basé sur le recensement 2001 de Statistiques Canada)**



Carte géographique #3 Localisation des stations* d'échantillonnage de l'air dans le quartier Notre-Dame



*Note : 2 échantillonneurs sont situés côte-à-côte au nord de la 6^e Rue

Questionnaire rempli par les participants à l'étude

Identification

- 1- Nom : _____ Prénom : _____
- 2- Adresse : _____ Code postal : _____
- 3- Téléphone : _____ Courriel : _____
- 4- Date de naissance : _____
- 5- Demeure dans le quartier Notre-Dame (peu importe l'adresse) depuis : _____ (années)
- 6- Demeure à cette adresse depuis : _____ (mois)
- 7- Parents ou tuteur (si applicable) : _____
- 8- Niveau de scolarité le plus élevé complété : Primaire _____ Secondaire _____
Collégial _____ Université _____
- 9- Avez-vous un système de ventilation (ex : échangeur d'air) en marche continuellement pendant toute l'année dans votre résidence? Oui _____ Non _____

Occupation

- 1- Travail à l'extérieur du quartier Notre-Dame? Oui _____ Non _____
- 2- Travail dans le quartier Notre-Dame? Oui _____ Non _____
- 3- Travail à la fonderie Horne? Oui _____ Non _____
Si oui, spécifiez dans quel département : _____
- 4- Travail fréquent avec du matériel traité à l'ACC (bois traité verdâtre) ou avec des produits à base d'arsenic pour exterminer la vermine? Oui _____ Non _____
- 5- Étudiant? Oui _____ Non _____
Si oui, spécifiez dans quelle école : _____
- 6- Sans travail : Oui _____ Non _____
- 7- Rentier? Oui _____ Non _____
- 8- Enfant préscolaire? Oui _____ Non _____
- 9- Si oui, enfant en garderie pendant le jour? Oui _____ Non _____
- 10- Si oui, garderie dans le quartier Notre-Dame? Oui _____ Non _____

Temps de résidence dans le quartier

- 1- Nombre d'heures par semaine passées en moyenne dans le quartier (incluant la nuit)?
_____ Heures
- 2- Nombre d'heures par semaine en moyenne passées **dehors** dans le quartier?
En été? _____ (heures)
En hiver? _____ (heures)
- 3- Nombre d'heures par semaine en moyenne passées **dehors** à votre résidence même?
En été? _____ (heures)
En hiver? _____ (heures)

Consignes AGIR

- 1- Avez-vous déjà entendu parler des consignes AGIR pour les résidents du quartier?
Oui _____ Non _____
- 2- Pouvez-vous résumer les mesures à prendre lorsque vous entendez la sirène de la fonderie Horne (en dehors des périodes annoncées d'essais périodiques)?

Facteurs confondants

1. Est-ce que vous pratiquez ou avez déjà pratiqué la taxidermie comme hobby?
Oui _____ Non _____
2. Êtes-vous fumeur? Oui _____ Non _____
Si oui, nombre de cigarettes par jour _____ /jour
3. Est-ce que vous buvez régulièrement de l'eau provenant d'un puits domestique (chalet, voisins, parents, etc.)? Oui _____ Non _____
Si oui, dans quelle municipalité de la région se situe ce puits? _____

4. Est-ce que vous êtes un consommateur de fruits de mer (crustacés tels que homard, crevettes, pétoncles, etc.)? Oui _____ Non _____
5. Si oui, est-ce que vous en consommez surtout en saison (été, automne) _____
ou toute l'année? _____
6. Est-ce qu'on vous a déjà diagnostiqué comme ayant la leucémie? Oui _____ Non _____
7. Est-ce que vous craignez avoir le cancer du poumon si vous demeurez longtemps dans le quartier Notre-Dame? Pas du tout _____ Un peu _____ Beaucoup _____

Feuille de route des participants

RÉSIDENTS DU QUARTIER NOTRE-DAME

**Fiche d'identification personnelle du participant
(à remplir avant de rapporter votre prélèvement d'urine)**

1. Nom : _____ Prénom : _____

2. Adresse : _____ Code postal : _____

3. Avez-vous consommé des fruits de mer* (crustacés tels que : homard, huîtres, crevettes, crabe, etc.) depuis une semaine? Oui : _____ Non : _____

4. Avez-vous consommé de l'eau d'un puits domestique situé dans la région de McWatters, Granada, Rivière-Héva, Dubuisson ou Duparquet depuis deux mois? Oui : _____ Non : _____

5. Avez-vous été en contact prolongé avec du bois traité ou des pesticides contenant de l'arsenic au cours des derniers jours? Oui : _____ Non : _____

* Les poissons marins (sole, hareng, thon, etc.) ne sont pas considérés ici comme « fruits de mer ».

Note : Les parents doivent remplir la fiche pour chacun de leurs enfants participants.

Feuille de route pour emploi du temps pendant les 4 jours précédant le prélèvement

| | <i>Heures passées dehors près* de votre résidence</i> | <i>Heures passées dehors ailleurs <u>dans le quartier</u></i> | <i>Heures passées dans votre résidence (incluant sommeil).</i> | <i>Heures passées dans un édifice <u>ailleurs** dans le</u> quartier</i> |
|------------------|--|--|---|---|
| 9 décembre 2005 | | | | |
| 10 décembre 2005 | | | | |
| 11 décembre 2005 | | | | |
| 12 décembre 2005 | | | | |
| Total | | | | |

*dans un rayon de 100 mètres (300 pieds) de votre résidence.

**ailleurs que dans votre résidence (par ex. : école, commerces, bars, amis, etc.).

Voir carte géographique ci-jointe pour délimiter le quartier Notre-Dame.

Instructions pour le prélèvement d'urine

- 1° *Lavez-vous les mains avant de recueillir votre prélèvement (au cas où il y aurait des poussières contenant de l'arsenic sur vos mains).*
- 2° *Si possible, recueillir la première urine du matin.*
- 3° *Dévissez le contenant identifié à votre nom et l'emplir jusqu'au col du bouchon (au moins jusqu'au 2/3 de la bouteille). Vous pouvez utiliser un verre de styrofoam (à café) pour recueillir l'urine et ensuite en transvider le contenu dans la bouteille.*
- 4° *Une fois la bouteille remplie, refermez le bouchon hermétiquement (serrez bien). Essuyez ensuite le contenant.*
- 5° *Conservez ensuite la bouteille au réfrigérateur (mais pas au congélateur), si possible en l'enveloppant dans un sac de plastique (ex. : « baggies ou ziplock »).*
- 6° *Apportez votre bouteille à l'endroit convenu.*

Petit tuc : pour éviter un oubli, déposez votre bouteille près de la toilette la veille du prélèvement.

Merci de votre collaboration. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à nous appeler.

Daniel Gagné 764-3264, poste 49337

Formulaire de consentement dans le cas d'un enfant mineur

Après avoir été informé des objectifs poursuivis par cette intervention de santé publique, par la présente, en tant que parent de l'enfant _____, j'autorise la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue à faire doser l'arsenic et la créatinine dans les prélèvements d'urine que je vais recueillir chez mon enfant. Il est entendu que le résultat sera considéré comme confidentiel. La Direction de santé publique s'engage à me remettre une copie de chacun des résultats pour mon enfant, accompagnée d'une interprétation. Aucune autre copie ne pourra être transmise à qui que ce soit sans mon consentement. La Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue ne pourra utiliser les résultats d'analyse qu'à la seule fin de compiler des données anonymes sur l'ensemble des participants. Ces résultats seront utilisés uniquement pour mieux planifier les interventions futures en protection de la santé publique dans le quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda.

Signé : _____

Nom (en majuscules) : _____

Adresse : _____

Date : _____

Formulaire de consentement pour les participants ayant atteint la majorité

Après avoir été informé des objectifs poursuivis par cette intervention de santé publique, par la présente, j'autorise la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue à faire doser l'arsenic non alimentaire dans les cinq prélèvements d'urine que je vais fournir dans le cadre de cette étude. Il est entendu que le résultat sera considéré comme confidentiel. La Direction de santé publique s'engage à me remettre une copie de chacun de mes résultats individuels, accompagnée d'une interprétation. Aucune autre copie ne pourra être transmise à qui que ce soit sans mon consentement. La Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue ne pourra utiliser mes résultats qu'à la seule fin de compiler des données anonymes sur l'ensemble des participants. Ces résultats seront utilisés uniquement pour mieux planifier les interventions futures en protection de la santé publique dans le quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda.

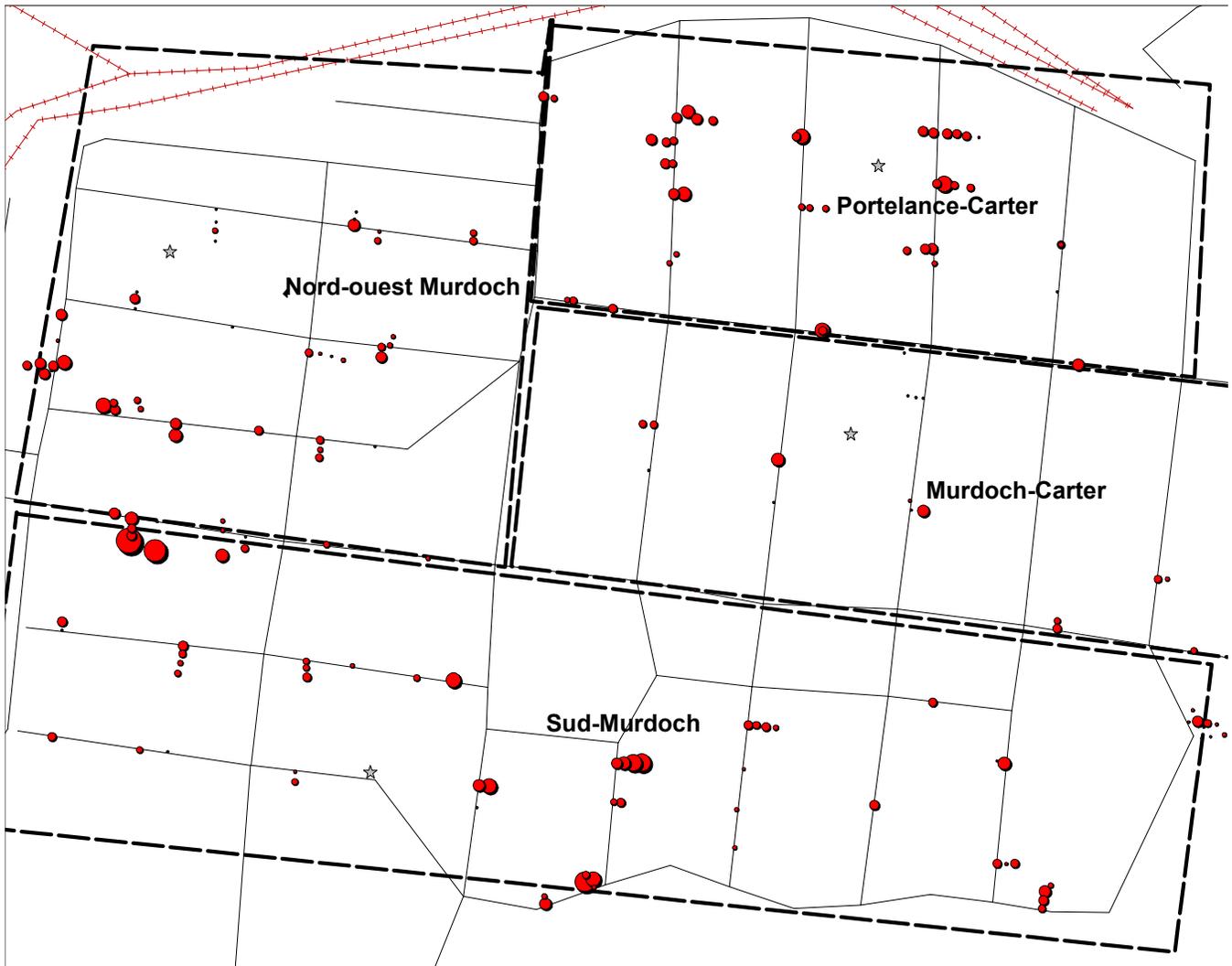
Signé : _____

Nom (en majuscules) : _____

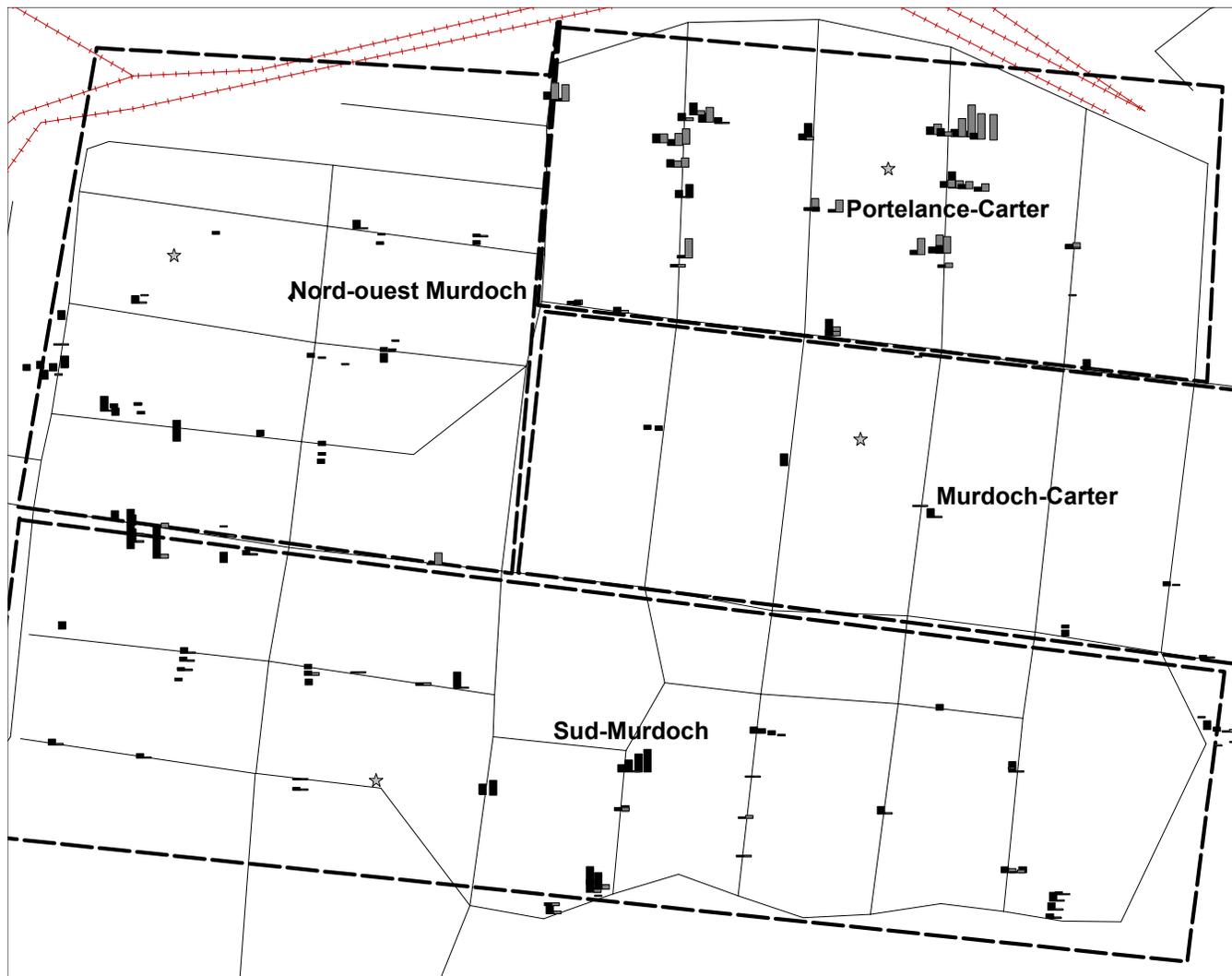
Adresse : _____

Date : _____

Carte #4 : Arsenic urinaire chez les résidents du quartier Notre-Dame



Carte #5 : Doses d'arsenic inhalé vs arsenic urinaire chez les participants du quartier Notre-Dame



*Agence de la santé
et des services
sociaux de l'Abitibi-
Témiscamingue*

Québec 