



information



formation



recherche



coopération
internationale

CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION AUX PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL CHEZ DES ENFANTS QUÉBÉCOIS ÂGÉS DE 3 À 7 ANS

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

ÉTUDE

CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION
AUX PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU
RÉSIDENTIEL CHEZ DES ENFANTS
QUÉBÉCOIS ÂGÉS DE 3 À 7 ANS

DIRECTION RISQUES BIOLOGIQUES,
ENVIRONNEMENTAUX ET OCCUPATIONNELS
ET
DIRECTION TOXICOLOGIE HUMAINE

AOÛT 2004

AUTEURS

Mathieu Valcke, M. Env., M. Sc., toxicologue
Institut national de santé publique du Québec et Direction de santé publique de la Montérégie

Onil Samuel, B. Sc., toxicologue
Institut national de santé publique du Québec

Denis Belleville, M.D., M. Sc., toxicologue
Institut national de santé publique du Québec et Direction de santé publique de la Montérégie

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

Éveline Savoie, technicienne en recherche
Direction de santé publique de la Montérégie

Michèle Bouchard, Ph. D., toxicologue
Institut national de santé publique du Québec et Université de Montréal

Claude Tremblay, Ph. D., toxicologue et épidémiologiste
Institut national de santé publique du Québec et Direction de santé publique de la Montérégie

AVEC LA COLLABORATION DE

Jean-Philippe Weber, Ph. D., chimiste
Institut national de santé publique du Québec

Marilyne Simard, B. Sc., stagiaire
Direction de santé publique de la Montérégie

Louis Saint-Laurent, M. Sc., microbiologiste
Institut national de santé publique du Québec

Cette étude a été réalisée grâce à une contribution financière de la Direction de la protection de la santé publique du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec.

Ce document est disponible en version intégrale sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec : <http://www.inspq.qc.ca>. Reproduction autorisée à des fins non commerciales à la condition d'en mentionner la source.

CONCEPTION GRAPHIQUE
MARIE PIER ROY

DOCUMENT DÉPOSÉ À SANTÉCOM ([HTTP://WWW.SANTECOM.QC.CA](http://www.santecom.qc.ca))
COTE : INSPQ-2004-053

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2004
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU CANADA
ISBN 2-550-43305-X

©Institut national de santé publique du Québec (2004)

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier mesdames Anne-Marie Delorme et Louise Julien pour l'excellent travail de secrétariat qui a grandement contribué à faciliter la réalisation de cette étude.

Il importe de remercier plus particulièrement les participants de l'étude et leurs parents pour leur apport crucial; sans eux cette étude n'aurait tout simplement pas eu lieu. Un merci tout spécial est adressé aux centres de la petite enfance qui ont collaboré au recrutement des participants.

Un merci tout spécial est adressé à monsieur Daniel Bolduc pour ses précieux commentaires apportés suite à la relecture du document.

Enfin, les précieux conseils de madame Suzanne Gingras, en matière d'analyses statistiques, méritent d'être soulignés.

RÉSUMÉ

CONTEXTE

L'exposition des enfants aux pesticides utilisés en milieu résidentiel est une problématique qui préoccupe de plus en plus la population et les autorités de santé publique. Au Québec, il en résulte la mise en place d'un nombre croissant de projets réglementaires sur l'usage résidentiel de ces produits. Cependant, peu de données existent sur les niveaux réels d'exposition des enfants québécois aux pesticides, entre autres aux insecticides organophosphorés (OP) et aux herbicides chlorophénoxy (CPH) utilisés pour l'entretien de pelouses. Les objectifs de cette étude étaient d'améliorer le niveau de connaissances quant à l'exposition résidentielle des enfants québécois à ces substances et d'explorer l'effet de la réglementation municipale sur les niveaux d'exposition.

MÉTHODE

89 enfants âgés de 3 à 7 ans ont été répartis en 3 groupes distincts. Les enfants du Groupe I (témoins) ont été sélectionnés dans des secteurs fortement réglementés où les parents n'utilisaient pas de pesticides. Les sujets du Groupe II ont été sélectionnés dans des secteurs où la réglementation était faible ou absente, et où les parents prévoient appliquer des CPH pour l'entretien des pelouses. Le troisième groupe a été sélectionné dans un secteur similaire au Groupe II, où les parents affirmaient pouvoir utiliser occasionnellement des insecticides sur leur propriété, sans toutefois faire usage de CPH. Tôt au printemps, chaque participant devait fournir un échantillon de la première urine du matin en guise d'échantillon contrôle. Les expositions aux OP et au CPH ont été évaluées par la mesure des métabolites urinaires d'alkylphosphates (AP) et des CPH inchangées, respectivement. L'exposition aux OP des Groupes I et III durant la saison potentielle d'application de pesticides en milieu extérieur a aussi été évaluée au moyen de 5 échantillons urinaires supplémentaires obtenus sur une période de 12 jours en juillet/août. Finalement, le Groupe II a été échantillonné pour l'exposition aux CPH les jours 1 et 2 suivant une application sur la pelouse de CPH, et pour l'exposition aux OP au moyen de 3 échantillonnages ponctuels supplémentaires en juillet/août. Un questionnaire relatant les habitudes et les comportements de l'enfant ainsi que l'usage de pesticides par les parents, durant la période d'échantillonnage, a également été administré aux parents. Une évaluation sommaire des risques à la santé posés par les niveaux d'exposition observés a été faite pour les CPH et les OP. Dans ce dernier cas, les estimations ont été faites à l'aide de modèles pharmacocinétiques.

RÉSULTATS

Pour l'ensemble des mesures effectuées, 6 des 123 échantillons analysés pour la présence de CPH ont présenté des niveaux détectables de CPH, avec des valeurs maximales de 128 µg/g de créatinine pour le mécoprop et 40 µg/g de créatinine pour le 2,4-D. Quatre des échantillons positifs provenaient de 3 enfants dont les parents avaient utilisé des CPH, ce qui indique que 15 % de ces enfants d'utilisateurs ont été exposés à ces substances. Les

métabolites méthylphosphates ont été détectés dans 98,7 % des 442 échantillons analysés pour les OP, et la concentration moyenne d'AP totaux de 117 µg/g de créatinine était relativement élevée en comparaison d'études similaires faites dans d'autres pays industrialisés. Cependant, cette moyenne résulte fortement de l'influence de 11 échantillons présentant des concentrations supérieures à 500 µg/g de créatinine. Des investigations spécifiques n'ont pas permis de déterminer quels événements auraient pu expliquer ces niveaux d'exposition élevés. Aucune différence significative ne fut observée entre les concentrations urinaires en AP totaux d'avant et durant la saison d'application extérieure de pesticides, pas plus qu'entre les différents groupes. Les questionnaires rapportaient rarement des usages résidentiels de pesticides, mais la présence d'un animal de compagnie semble être un facteur augmentant l'exposition, particulièrement en zone non réglementée. Aucune corrélation ne fut observée entre les niveaux urinaires d'AP totaux et le temps passé à l'extérieur les 2 jours précédant l'échantillonnage. Toutefois, les niveaux d'exposition mesurés chez les sujets de même famille, au même moment, étaient fortement corrélés. Sauf dans un cas, les concentrations en AP urinaires ne dépassaient pas les valeurs de référence de risque déterminées à l'aide de modèles pharmacocinétiques. Par ailleurs, les concentrations urinaires de CPH mesurées chez certains enfants étaient sensiblement plus basses que celles observées chez des utilisateurs professionnels et quelque peu supérieures à celles rapportées pour des enfants américains un peu plus âgés.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étude a l'avantage de fournir pour la première fois des données descriptives sur l'exposition aux OP et aux CPH d'enfants québécois, ce qui constitue en soi un travail intéressant. De plus, il a été possible d'explorer l'effet de la réglementation, principalement pour les non utilisateurs. Cependant, l'objectif de caractérisation de l'exposition potentielle découlant de l'utilisation résidentielle de pesticides OP n'a pas été complètement atteint puisque très peu d'usages étaient rapportés dans les questionnaires. De manière générale, les risques à la santé semblent faibles. Toutefois, la prudence demeure de mise et justifie la promotion des mesures de rationalisation de l'usage de pesticides et de diminution de l'exposition, d'autant plus que les concentrations observées d'AP urinaires sont plutôt élevées par rapport à celles observées dans d'autres pays et que toutes sources d'exposition supplémentaire pourraient favoriser l'atteinte de niveaux d'exposition préoccupants. Ces résultats indiquent une source d'exposition autre que l'usage extérieur pour des activités horticoles et des hypothèses à ce sujet sont soulevées. Les limites de l'étude et les perspectives futures sont aussi discutées.

ABSTRACT

BACKGROUND

Pesticide exposure of children in peri-urban areas is of growing concern among the population and public health authorities, and regulations on the outdoor residential use of pesticide are increasingly implemented in the province of Quebec. However data on exposure of children to residentially-used pesticides, among others chlorophenoxy herbicides (CPH) and organophosphates (OP), are scarce. The objectives of this project were to improve knowledge on children's exposure to these substances in residential Quebec and to assess the effect of regulations.

METHODS

89 children aged 3 to 7 were divided into three groups. Group I children (references) were selected in a strongly regulated area. Their parents reported no use of pesticides. Group II was selected in an area with weak or no regulation and consisted of children whose parents applied CPH on their lawn. Group III was selected in an area similar to Group II and consisted of children whose parents or neighbours occasionally used different types of pesticides, including OP, but no CPH. All subjects supplied a first morning urine void in early spring as a control sample, where OP and CPH exposure were assessed by measurement of urinary alkylphosphates (AP) and unchanged CPH, respectively. OP exposure of Group I and III during the potential outdoor usage season was also assessed by means of 5 more first morning voids obtained within a 12 days period in July/August. Finally, Group II was monitored for CPH in first morning voids of day 1 and 2 after an application of CPH on the lawn, and for OP, by means of three more spot samples in July/August. A questionnaire was administered to the parents in order to report child's habits and pesticide usage in and around the home during the sampling period. Health risks related to the observed levels have been summarily assessed for CPH and OP, the last with pharmacokinetic models.

RESULTS

CPH were above detection limit in only 6 out of 123 samples, peaking at 128 µg/g of creatinine for mecoprop and 40 µg/g of creatinine for 2,4-D. Four of the positive samples were from 3 children whose parents had applied CPH, which indicates that 15 % of the user's children were exposed to these substances. Methylphosphates metabolites were found in 98,7 % of the 442 samples analysed for OP, and average levels of total alkylphosphates (117 µg/g of creatinine) were rather high compared to levels measured in similar studies in some other industrialised countries. However, this average is influenced to a large extent by the 11 samples with levels higher than 500 µg/g of creatinine. Despite further investigations, we were unable to determine the causes for these high level cases. There were no statistically significant differences in the urine levels of alkylphosphates before and during the spray-season, nor between groups. Questionnaires seldom report pesticide use, but the presence of a pet seems to be a factor increasing OP exposure, particularly in unregulated areas. There was no correlation between urinary AP levels and time spent

outdoor in the 2 days before sampling, but strong correlation exist between AP levels of subjects of the same family. Overall, the AP levels observed generally do not attain a level of concern defined with the pharmacokinetic models, and the levels of urinary CPH were quite bellow some applicator's values of the literature.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Descriptive data on OP exposure of Quebec children have been collected which constitute an original work in itself. Regulation's effect has also been explored, particularly among non-users because very little events have been reported in questionnaires. However, the characterisation of exposure related to usage events of residential purpose have not been fulfill. The overall health risks seems to be low, but awareness is justified in order to reduce non-voluntary pesticide's exposure, particularly considering that the results observed here are high comparing to other studies and that any additional source of exposure could contribute to reach preoccupying exposure levels. These results point toward sources of OP exposure others than outdoor usage and hypothesis regarding this sources are formulated. The study's limits and future perspectives are also discussed.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XIII
1 PROBLÉMATIQUE	1
1.1 L'UTILISATION DES PESTICIDES EN MILIEU RÉSIDENTIEL : UNE PROBLÉMATIQUE QUI SOULÈVE DES INQUIÉTUDES	1
1.2 EXPOSITION DES ENFANTS AUX PESTICIDES EN MILIEU RÉSIDENTIEL.....	4
1.3 EFFETS DES PESTICIDES SUR LA SANTÉ DES ENFANTS.....	7
1.4 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	10
1.4.1 Objectif général	10
1.4.2 Objectifs spécifiques	11
2 MÉTHODOLOGIE	13
2.1 RECRUTEMENT	13
2.2 ÉCHANTILLONNAGE.....	15
2.2.1 Échantillon contrôle	15
2.2.2 Échantillon d'exposition.....	15
2.3 VALIDATION DE L'APPARTENANCE DES SUJETS À UN GROUPE EXPÉRIMENTAL	16
2.4 ANALYSES EFFECTUÉES.....	16
2.5 MÉTHODE ANALYTIQUE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ	17
2.6 ANALYSES STATISTIQUES	19
2.7 MÉTHODE D'ÉVALUATION SOMMAIRE DES RISQUES.....	20
3 RÉSULTATS	25
3.1 PARTICIPATION	25
3.2 ÉCHANTILLONNAGE.....	25
3.3 CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION AUX CHLOROPHÉNOXYS	26
3.4 CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION AUX ORGANOPHOSPHORÉS	27
3.5 DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION	35
3.5.1 Éléments factuels	35
3.5.2 Utilisation de pesticides OP.....	37

3.5.3	Mesures d'association.....	38
3.6	ÉVALUATION SOMMAIRE DES RISQUES	39
3.6.1	Chlorophénoxy.....	39
3.6.2	Organophosphorés	40
4	DISCUSSION	43
4.1	ÉVALUATION DE L'EXPOSITION.....	43
4.1.1	Exposition aux chlorophénoxy.....	43
4.1.2	Exposition aux organophosphorés.....	44
4.1.3	Effet de la réglementation sur l'exposition aux organophosphorés.....	45
4.1.4	Origine de l'exposition observée aux organophosphorés	46
4.1.5	Comparaison avec d'autres études.....	47
4.1.6	Exclusion de certains échantillons	48
4.1.7	Considérations sur les échantillons prélevés et limites de l'étude	48
4.1.8	Perspectives futures.....	49
4.2	ÉVALUATION DE RISQUES	51
4.2.1	Chlorophénoxy	51
4.2.2	Organophosphorés	52
5	CONCLUSION.....	55
6	RÉFÉRENCES	57
ANNEXE 1	RÉSUMÉ DES RÉGLEMENTATIONS MUNICIPALES CONCERNANT L'UTILISATION DE PESTICIDES OÙ RÉSIDENT DES PARTICIPANTS AU PROJET D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS AU PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL	63
ANNEXE 2	DÉPLIANT DE RECRUTEMENT	91
ANNEXE 3	FORMULAIRE DE CONSENTEMENT UTILISÉ.....	95
ANNEXE 4	PROTOCOLE SPÉCIFIQUE POUR LE PRÉLÈVEMENT D'URINE.....	101
ANNEXE 5	TROIS TYPES DE QUESTIONNAIRES UTILISÉS.....	105

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Principaux résultats d'études d'association entre l'exposition aux pesticides et la survenue de cancer chez l'enfant	8
Tableau 2 :	Résumé de la procédure d'échantillonnage pour la période de l'étude	15
Tableau 3 :	Résumé des analyses effectuées pour chacun des groupes de participants	17
Tableau 4 :	Éléments de performance de la méthode analytique utilisée pour l'analyse des alkylphosphates	18
Tableau 5 :	Éléments de performance de la méthode analytique utilisée pour l'analyse des chlorophénoxyes	19
Tableau 6 :	Description des sujets de l'étude	25
Tableau 7 :	Description des analyses effectuées pour chaque groupe de sujet	26
Tableau 8 :	Résultats positifs observés lors de l'analyse des chlorophénoxyes	26
Tableau 9 :	Comparaisons des niveaux d'alkylphosphates urinaires obtenus entre les sujets « réglementés » et les sujets « non réglementés »	28
Tableau 10 :	Comparaisons des niveaux d'alkylphosphates totaux entre les échantillons contrôles et la valeur moyenne des échantillons pris en saison estivale	31
Tableau 11 :	Comparaisons des résultats obtenus avec d'autres études	34
Tableau 12 :	Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires selon le sexe	35
Tableau 13 :	Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires pour la présence ou l'absence de potager sur le terrain de la résidence	35
Tableau 14 :	Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires selon que les parents manipulent ou non des pesticides à leur travail	36
Tableau 15 :	Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires pour la présence ou l'absence d'un animal de compagnie	37
Tableau 16 :	Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires selon l'utilisation ou non de pesticides dans le milieu	38
Tableau 17 :	Détermination des valeurs de référence biologiques utilisées pour l'évaluation sommaire des risques	40
Tableau 18 :	Quantités excrétées d'alkylphosphates dans les échantillons recueillis	41
Tableau 19 :	Résumé de la caractérisation du risque	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Détermination schématique des VRB du chlorpyrifos	22
Figure 2 :	Répartition des résultats d'analyses d'alkylphosphates totaux urinaires.....	27
Figure 3 :	Concentrations moyennes des échantillons prélevés le même jour.....	29
Figure 4 :	Comparaison des résultats d'alkylphosphates totaux avec ceux d'autres études publiées dans la littérature.....	33
Figure 5 :	Corrélation entre les niveaux d'alkylphosphates des sujets de même famille, au même moment	39

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

SIGLE	DÉFINITION
ACSP	Association canadienne de santé publique
AP	Alkylphosphate
APM	Azinphosméthyle
CDC	Centers for Disease Control
CPE	Centre de la petite enfance
CPEDD	Comité permanent de l'environnement et du développement durable
CPH	Chlorophénoxy
CPS	Chlorpyrifos
Cr ou Créat.	Créatinine
DEP	Diéthylphosphate
DEDTP	Diéthylthiophosphate
DETP	Diéthylphosphate
DMP	Diméthylphosphate
DMDTP	Diméthylthiophosphate
DMTP	Diméthylthiophosphate
DTH	Direction de toxicologie humaine
EP	Éthylphosphate
IC	Intervalle de confiance
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
LD	Limite de détection
LOAEL	<i>Lowest Observed Adverse Effect Level</i> (Doses minimale avec effet néfaste observé)
MENV	Ministère de l'Environnement du Québec
MP	Méthylphosphate
NOAEL	<i>No Observed Adverse Effect Level</i> (Dose maximale sans effet néfaste observé)
OP	Organophosphoré
TCP	Trichloropyridinol
TOT	Totaux
VRB	Valeur de référence biologique

1 PROBLÉMATIQUE

1.1 L'UTILISATION DES PESTICIDES EN MILIEU RÉSIDENTIEL : UNE PROBLÉMATIQUE QUI SOULÈVE DES INQUIÉTUDES

Au cours des dernières décennies, on a assisté à un engouement marqué pour l'entretien paysager et l'horticulture ornementale en Amérique du Nord. La popularité de ce loisir, parmi les plus prisés des québécois, a cependant été accompagnée d'une utilisation accrue de pesticides. Au Québec, la vente de pesticides domestiques, soit les produits utilisés directement par les particuliers, a augmenté de façon considérable entre la fin des années 70 et le début des années 90. Certaines estimations laissent supposer une augmentation de près de 600 % pour cette période. Depuis, de légères variations à la hausse ou à la baisse ont été observées jusqu'en 1997. La période comprise entre 1997 et 1999 a été marquée par une hausse appréciable de 25,5 % des ventes de pesticides domestiques. Dans le secteur de l'entretien des espaces verts, qui concerne les produits utilisés par les firmes professionnelles d'entretien de ces espaces, l'augmentation a également été substantielle au cours de la dernière décennie. En 1999, les ventes combinées des secteurs domestiques et de l'entretien des espaces verts étaient de 501 608 kg d'ingrédients actifs soit 14,8 % des ventes totales au Québec (Lefebvre, 2002).

Cette utilisation importante de pesticides ne manque pas d'inquiéter de nombreux citoyens, les groupes environnementaux, de même que les intervenants du secteur public (santé publique et environnement) et ce, dans un contexte où de plus en plus d'études proposent des liens entre certains effets néfastes pour la santé et l'exposition à ces produits. Au Canada, divers organismes se sont penchés sur cette question et, sur la base des données scientifiques disponibles, tous en sont venus à la conclusion qu'il était de plus en plus important de rationaliser et de réduire l'utilisation de ces produits. Plus précisément, la Chambre des communes du Canada a mandaté son Comité permanent de l'environnement et du développement durable pour organiser une vaste consultation publique visant, entre autres, à faire la lumière sur l'utilisation des pesticides et sur les répercussions de ces produits sur la santé humaine et l'environnement. Dans son rapport « Les pesticides : un choix judicieux s'impose pour protéger la santé et l'environnement », le comité énonçait des principes directeurs selon lesquels la Loi sur les produits antiparasitaires devrait accorder une priorité absolue à la protection de la santé humaine et de l'environnement (CPEDD, 2000). Par ailleurs, le comité fait largement mention de la susceptibilité particulière des enfants et de l'importance de protéger les groupes plus vulnérables de la population.

Vu le contexte d'inquiétude que suscitait la problématique de l'utilisation des pesticides en milieu urbain, le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) a confié au *Groupe de réflexion sur les pesticides en milieu urbain* le mandat de dégager des recommandations visant à réduire l'utilisation de pesticides en milieu urbain. En 2002, ce groupe déposait officiellement son rapport qui constituait la synthèse de 48 mémoires présentés par différents groupes ainsi que des points de vue exprimés lors des journées de consultation par divers organismes issus des milieux universitaires et environnementaux, d'ordres professionnels,

du monde municipal, d'associations de professionnels, de fabricants et d'utilisateurs de pesticides.

Le principe de précaution et celui d'exemplarité ont orienté les recommandations du groupe. Le premier indique, qu'en l'absence de certitude scientifique, il faut observer une certaine prudence tandis que le second suggère que, pour favoriser le changement d'attitudes chez les citoyens, les autorités gouvernementales et les institutions publiques doivent donner l'exemple. De plus, la gestion environnementale fut identifiée comme point central tel qu'en témoignaient les recommandations suivantes :

- interdire les pesticides sur les espaces verts publics et municipaux et également sur tous les autres espaces verts lorsqu'ils sont appliqués par un service d'entretien, sauf lorsque des seuils d'intervention sont atteints;
- limiter l'accès aux pesticides dans les points de vente;
- former les intervenants qui gravitent autour du citoyen (vendeurs de pesticides, professionnels qui offrent des services, professionnels des lieux publics et parapublics) afin qu'ils puissent les conseiller en matière de gestion environnementale;
- mettre sur pied des campagnes d'information, de sensibilisation et d'éducation de la population aux risques inhérents aux pesticides, à la gestion environnementale et aux méthodes alternatives;
- favoriser la disponibilité des méthodes alternatives et de produits moins nocifs;
- créer un encadrement réglementaire adéquat, comme l'adoption d'un *Code de gestion des pesticides*, qui pourra favoriser l'utilisation plus rationnelle de ces produits et plus respectueuse de l'environnement;
- favoriser la recherche relative aux effets sur la santé et l'environnement ainsi que sur les solutions alternatives aux pesticides.

En réponse au rapport du *Groupe de réflexion sur les pesticides en milieu urbain*, le ministère de l'Environnement du Québec proposait à l'été 2002 un projet de Code de gestion des pesticides et des modifications au Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides (Gouvernement du Québec, 2002). Les exigences du code de gestion, qui est en vigueur depuis avril 2003, visent à encadrer l'utilisation des pesticides de façon à réduire l'exposition de la population et la contamination environnementale. Certaines dispositions s'adressent plus particulièrement aux citoyens. De façon plus spécifique, le code interdit l'application des pesticides les plus nocifs sur les pelouses des espaces verts des lieux publics, parapublics et municipaux et sur les pelouses privées et commerciales à compter de 2006 (sauf les terrains de golf) ainsi que l'application de la quasi-totalité des produits actuels à l'intérieur et à l'extérieur des centres de la petite enfance et des écoles primaires et secondaires. Par ailleurs, il institue des règles d'affichage pour certaines applications en milieu urbain et sur les terrains de golf et interdit la vente des mélanges fertilisants-pesticides et des emballages mixtes. Il interdira en 2005 les étalages accessibles au public pour les pesticides d'usage domestique présentant plus de risques pour la santé et l'environnement et, en 2006, la vente de certains pesticides d'usage domestique. Parallèlement, les services d'entretien des espaces verts ne pourront plus

appliquer ces mêmes pesticides sur les pelouses des espaces verts privés et publics dès avril 2006.

Par ailleurs, de nombreuses municipalités québécoises ont pris l'initiative de réglementer l'utilisation des pesticides sur leur territoire. Ce phénomène a été ravivé suite au jugement de la Cour suprême du Canada dans la cause opposant la municipalité de Hudson et les compagnies Chemlawn et Spraytech qui contestaient le droit de la ville de bannir l'usage des pesticides. En juin 2001, la plus haute instance judiciaire canadienne a confirmé le pouvoir des municipalités de réglementer les pesticides pour assurer le bien-être des citoyens. Actuellement, près d'une cinquantaine de municipalités québécoises ont adopté des règlements plus ou moins restrictifs pour l'utilisation des pesticides en milieu résidentiel.

Tout le débat concernant la question des risques pour la santé et l'environnement liés à l'utilisation des pesticides a amené divers organismes de santé publique à documenter la question des risques potentiels des pesticides pour la santé humaine et à se prononcer sur cette problématique.

Dans le cadre du processus de consultation du Groupe de réflexion sur les pesticides en milieu urbain, le Groupe scientifique sur les pesticides de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a présenté un mémoire portant principalement sur les risques pour les enfants des pesticides utilisés en milieu résidentiel (Samuel, 2001).

En considérant les résultats des études disponibles à travers la littérature scientifique, le groupe rappelle qu'il existe suffisamment d'éléments pour justifier la prudence et préconiser l'application du principe de précaution dans le cas de l'utilisation de pesticides pour des raisons esthétiques. Le groupe a donc proposé certains objectifs à atteindre pour diminuer les risques d'exposition de la population et plus spécifiquement des enfants. Ces derniers sont effectivement plus à risque d'être exposés aux pesticides en raison de leur mode de comportement particulier et de leur susceptibilité plus importante. Les effets néfastes peuvent aussi être plus marqués chez ces derniers en raison de l'immaturité et de la sensibilité de leurs organes cibles. Les objectifs proposés sont :

- protéger les groupes les plus sensibles de la population;
- rationaliser l'utilisation de pesticides en milieu résidentiel;
- informer la population sur les risques à la santé associés aux pesticides et sur l'existence des alternatives à ces produits;
- documenter davantage l'importance du risque pour la santé et l'environnement.

Plus précisément sur ce dernier point, le mémoire du groupe précisait que même si les données disponibles permettaient déjà de supporter l'application du principe de précaution en matière d'utilisation de pesticides pour des « raisons esthétiques », il existait peu d'information sur l'exposition de la population et particulièrement celle des enfants. Il était donc souhaitable, selon le groupe, de favoriser le développement des connaissances afin de pouvoir réaliser une meilleure évaluation des risques et des effets sur la santé liés à

l'utilisation des pesticides en entretien paysager. C'est dans le but précis de répondre en partie à cet objectif que la présente étude a été entreprise.

En juillet 2002, l'Association canadienne de santé publique (ACSP) prenait aussi position dans le dossier d'utilisation des pesticides sur les terrains publics et privés (Canadian Public Health Association, 2002). Cette association a adopté une résolution à l'effet qu'elle devait inciter les municipalités canadiennes à restreindre l'utilisation non essentielle de pesticides chimiques sur les terrains publics et privés. Il fut aussi résolu que l'ACSP devaient inciter les départements de santé publique et de l'environnement des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux à travailler ensemble pour réglementer l'utilisation des pesticides, réduire leur utilisation non essentielle, éduquer le public sur les effets de ces produits sur la santé et sur les alternatives aux pesticides chimiques et finalement, promouvoir la lutte intégrée. L'association qui fait un rappel du principe de précaution, considère qu'il existe des évidences suggestives suffisantes de menace des pesticides pour la santé et l'environnement pour justifier des actions visant à protéger le public et que les organisations de santé publique doivent jouer un rôle important en matière de revendication visant à restreindre l'utilisation non essentielle de pesticides. Plusieurs considérations ont amené l'ACSP à prendre une telle position. Plus particulièrement, on peut noter la primauté de la santé humaine (spécialement la protection des enfants et des autres groupes plus vulnérables) dans la gestion des organismes nuisibles, les associations démontrées scientifiquement entre l'utilisation des pesticides et de nombreux effets sur la santé humaine et la disponibilité de méthodes alternatives non toxiques de prévention des organismes nuisibles.

Plus récemment, l'Association des médecins de familles de l'Ontario (Ontario College of Family Physicians, OCFP) a publié une vaste revue de littérature sur les effets des pesticides sur la santé (Sandborn *et al.*, 2004). Tout en soulevant certaines incertitudes et le besoin de poursuivre la recherche sur certains effets spécifiques, l'OCFP note l'importance de diminuer l'exposition de la population aux pesticides et ce, sur la base des évidences démontrées par les données scientifiques existantes.

Ces positions de l'ACSP et de l'OCFP rejoignent en de nombreux points la position du Groupe scientifique sur les pesticides de l'INSPQ tel que présentée dans son mémoire déposé au Groupe de réflexion sur l'utilisation de pesticides en milieu urbain.

1.2 EXPOSITION DES ENFANTS AUX PESTICIDES EN MILIEU RÉSIDENTIEL

Plusieurs études recensées dans la littérature scientifique traitent de l'évaluation de l'exposition aux pesticides de divers groupes de la population. Dans les études ayant utilisé une approche de surveillance biologique, les métabolites de pesticides organophosphorés ont été régulièrement détectés dans les échantillons d'urine de participants qui résidaient en milieu urbain (Berkowitz *et al.*, 2003; Lu *et al.*, 2001; Curl *et al.*, 2003; Aprea *et al.*, 2000; Lowenherz *et al.*, 1997; Adgate *et al.*, 2001). Cependant, les organophosphorés et les chlorophénoxy ne représentent qu'une portion des classes chimiques de pesticides auxquels les enfants résidant en milieu urbain peuvent être exposés. Certains auteurs notent

que les pyréthriinoïdes, les carbamates, le pentachlorophénol, les hydrocarbures de pétrole, plusieurs familles de fongicides tels les amides, phthalimides et ortho-phenylphenola, des fumigants et certains pesticides illégaux peuvent aussi être utilisés en milieu résidentiel (Landrigan *et al.*, 1999; Adgate *et al.*, 2001; Grossman, 1993; Lewis *et al.*, 1994; Whyatt *et al.*, 2003; McDuffie *et al.*, 2001).

En 2001, Lu *et al.* ont effectué une étude de surveillance biologique de l'exposition aux pesticides organophosphorés chez des enfants de 2 à 5 ans résidant dans la région métropolitaine de Seattle (Berkowith *et al.*, 2003). Dans le cadre de cette étude, les 6 métabolites alkylphosphates (AP) ont été analysés. Il a été possible de constater qu'au moins un de ces métabolites pouvait être mesuré dans l'urine des 110 participants et que les deux métabolites prédominants, soit le diméthylthiophosphate (DMTP) et le diéthylthiophosphate (DETP) ont été mesurés dans 75 % des échantillons avec des concentrations médianes de 0,11 $\mu\text{mol/L}$ ($p = 0,05$) et de 0,04 $\mu\text{mol/L}$ respectivement ($p = 0,02$). Les auteurs ont observé que la concentration médiane de DMTP et de DETP augmentait de façon significative lorsque les parents utilisaient des pesticides dans le jardin. De plus, les concentrations de DMTP étaient aussi significativement plus élevées lors de la présence d'un animal de compagnie.

Le métabolite DMTP a également été largement détecté dans le cadre d'une étude italienne effectuée auprès de 195 enfants vivant dans la municipalité de Sienne alors qu'il s'est retrouvé dans 94 % des échantillons. Encore une fois, l'utilisation résidentielle de pesticides s'avérait être un facteur d'augmentation de l'exposition (Aprea *et al.*, 2000).

Dans une autre étude, Adgate *et al.* (2001) ont mesuré les métabolites urinaires des carbamates, de l'atrazine, du malathion ainsi que du chlorpyrifos chez un groupe de 102 enfants vivant en milieu urbain. Les résultats ont démontré que le métabolite du chlorpyrifos (trichloropyridinol, [TCP]) était présent dans 93 % des échantillons d'urine alors que les métabolites des carbamates, de l'atrazine et du malathion étaient présents dans 45 %, 37 % et 2 % des échantillons respectivement. Le TCP présentait la moyenne pondérée la plus élevée et les concentrations étaient significativement plus élevées chez les sujets vivant en milieu urbain que chez les enfants provenant d'un milieu suburbain (7,2 *versus* 4,7 $\mu\text{g/L}$: $p = 0,036$).

Plusieurs études démontrent que les enfants sont également exposés à des concentrations faibles de pesticides et ce, de façon chronique, même lorsque les parents n'utilisent pas ces produits. Par exemple, les enfants peuvent être exposés aux produits appliqués dans le voisinage. Lors d'applications, les pesticides peuvent dériver sur les propriétés voisines, exposant ainsi les enfants de parents effectivement non utilisateurs.

L'alimentation constitue une autre source d'exposition potentielle. La majorité des ingrédients actifs étant utilisés dans le domaine agricole, il est probable que les aliments soient parfois contaminés et exposent ainsi les consommateurs. L'étude de Curl *et al.* (2003) fait bien ressortir cette possibilité. Ils ont évalué la différence des niveaux d'exposition aux organophosphorés entre 2 groupes d'enfants : l'un s'alimentant à 75 % d'aliments biologiques et l'autre ayant une diète à 75 % conventionnelle. Les enfants ayant une

alimentation biologique présentait des concentrations médianes et moyennes de DMTP 6 fois plus faibles que ceux ayant une alimentation conventionnelle (0,03 $\mu\text{mol/L}$ et 0,17 $\mu\text{mol/L}$ respectivement, $p = 0,0003$). Ces résultats sont congruents avec ceux de Lu *et al.* (2001) qui ont constaté la présence d'au moins un des 6 alkylphosphates analysés dans l'urine de 99 % d'un groupe d'enfants d'âge préscolaire (Berkowitz *et al.*, 2003). Le seul sujet dont l'échantillon ne comportait aucun métabolite était un enfant dont les parents ont rapporté n'acheter que des produits biologiques. Aprea *et al.* (2000) ont également rapporté que la nourriture pouvait être une source potentielle d'exposition aux pesticides.

D'autres auteurs ont bien démontré que des résidus de pesticides peuvent demeurer sur les surfaces intérieures (meubles, jouets), suite à un traitement antiparasitaire dans des habitations (Fenske *et al.*, 1990; Gurunathan *et al.*, 1998). En milieu intérieur, les résidus de pesticides sont à l'abri des principaux facteurs de dégradation tels que les rayons ultraviolets, la pluie, les variations de température et l'action microbiologique. Dans un tel milieu, ils peuvent donc persister dans les poussières et les surfaces poreuses.

Landrigan *et al.* (1999) qui ont réalisé une étude dans les secteurs très peuplés de Manhattan et de Brooklyn ont aussi identifié le contexte socioéconomique comme facteur pouvant influencer les niveaux d'exposition des enfants. En effet, les résultats de leur étude indiquaient clairement que les enfants défavorisés étaient significativement plus exposés que ceux provenant de milieux plus aisés.

Les chlorophénoxy peuvent également être détectés de façon plus ponctuelle lorsque des applications sont effectuées dans l'environnement immédiat de l'enfant. Plus spécifiquement, suite à des applications extérieures de 2,4-D, Nishioka *et al.* (2001) ont démontré que les enfants pouvaient être exposés en raison d'une accumulation de particules ayant pénétré à l'intérieur de la résidence. Normandin *et al.* (1996) ont présenté une étude portant sur les risques à la santé associés à l'utilisation des pesticides en milieu résidentiel au Québec. L'évaluation du risque a cependant été faite sur la base de données américaine portant uniquement sur l'exposition respiratoire.

En milieu agricole, les mêmes tendances ont été observées en ce qui concerne les facteurs influençant l'exposition. Par ailleurs, la profession agricole des parents a souvent été identifiée comme facteur important de modulation de l'exposition. De façon générale, les niveaux d'exposition y sont plus élevés qu'en milieu résidentiel, du moins en saison d'application (Berkowitz, *et al.*, 2003; Koch *et al.*, 2002; Lowenherz *et al.*, 1997; Simcox *et al.*, 1995). Mentionnons cependant que les traitements résidentiels intérieurs contre les insectes peuvent parfois générer des niveaux d'exposition supérieurs à ceux observés en saison d'application chez des enfants vivant en milieu agricole (Fenske *et al.*, 1990 et 2000).

Fenske *et al.* (2000) ont évalué que, dans certains cas, les niveaux d'exposition observés pouvaient être supérieurs à la dose journalière admissible ou à la dose de référence. Cependant, la méthode utilisée pour cette évaluation comporte certaines faiblesses.

Même si de nombreuses incertitudes persistent, en ce qui concerne les conséquences sur la santé de l'exposition des enfants aux pesticides, il demeure qu'un nombre croissant d'études associent plus ou moins fortement l'utilisation de ces produits à plusieurs maladies. La section suivante aborde précisément cette problématique.

1.3 EFFETS DES PESTICIDES SUR LA SANTÉ DES ENFANTS

Tel que déjà précisé, les enfants constituent un groupe particulièrement à risque lorsqu'on parle d'exposition aux pesticides. C'est pourquoi il a été décidé de mettre l'accent sur l'exposition de ce groupe plus sensible dans le cadre de la présente recherche. Cette section présente les principales études ayant traité des différents risques des pesticides pour la santé des enfants.

Les intoxications aiguës aux pesticides chez les enfants résultent habituellement d'une exposition significative par ingestion ou contact cutané quoique des intoxications par la voie respiratoire surviennent de temps à autres. Pour la période de 1995 à 2000, le Centre anti-poison du Québec a répertorié annuellement une moyenne de 1 518 cas d'intoxication aiguë à ces produits (Sanfaçon, 2001). Environ 45 % de ces cas concernaient des enfants de 0 à 15 ans. Il est impossible de préciser le nombre d'intoxications qui sont survenues à la suite de l'application de pesticides pour l'entretien paysager ou l'horticulture ornementale mais près d'une centaine de cas liés à un contact direct avec le gazon traité seraient déclarés annuellement. Environ 40 % des intoxications répertoriées résultaient d'une exposition par voie orale, principalement chez les enfants, ce qui met en lumière les risques d'un mauvais entreposage de ces produits à la maison.

Si les risques d'intoxications aiguës reliées à certains pesticides sont bien documentés dans la littérature scientifique, ce qui est particulièrement vrai pour les insecticides organophosphorés, il en va autrement en ce qui concerne les effets chroniques pouvant survenir suite à des expositions répétées à de faibles doses de ces produits.

Certaines études épidémiologiques publiées au cours des dernières années laissent supposer un risque plus important de développer certaines formes de cancers chez les enfants qui ont été exposés à des pesticides en milieu résidentiel (à l'extérieur comme à l'intérieur de la résidence) ou dont les mères sont exposées dans le même milieu pendant la grossesse. Le Tableau 1 présente ces principales études.

Tableau 1 : Principaux résultats d'études d'association entre l'exposition aux pesticides et la survenue de cancer chez l'enfant

Type de cancer	Mesure d'exposition	Rapport de cote (IC à 95 %)	Pesticides	Auteurs (année de publication)
Leucémie	- Exp. durant la grossesse (utilisation dans le jardin, la cour ou sur les plantes intérieures)	RC = 1,84 (1,32-2,57)	Herbicides	Infante-Rivard <i>et al.</i> (1999)
		RC = 1,97 (1,32-2,94)	Insecticides pour les plantes	
	- Exp. des enfants (utilisation dans le jardin, la cour ou sur les plantes intérieures)	RC = 1,70 (1,12-2,59)	Produits pour les arbres	
		RC = 1,41 (1,06-1,86)	Herbicides	
		RC = 1,82 (1,31-2,52)	Insecticides pour les plantes	
		RC = 1,41 (1,01-1,97)	Produits pour les arbres	
Leucémie	- Exp. intensive durant la grossesse*	RC = 1,8 (1,0-3,0)	Pesticides domestiques	Buckley <i>et al.</i> (1989)
		RC = 3,5* (0,9-13,8)	"	
	- Exp. directe des enfants (< 1 fois/sem.)			
Leucémie	- Exp. intérieure (1 fois ou plus/sem.)	RC = 3,8* (1,37-13,02)	Non spécifiés	Lowengart <i>et al.</i> (1987)
	- Exp. extérieure (1 fois ou plus/mois durant grossesse et allaitement)	RC = 6,5* (1,47-59,33)	"	
Leucémie	- Exp. extérieure	RC = 2,52 (1,0-6,1)	Non spécifiés	Meinert <i>et al.</i> (1996)
Lymphome non hodgkinien	- 1 à 2 utilisations/sem. (femme enceinte)	RC = 2,62*	Insecticides domestiques	Buckley <i>et al.</i> (2000)
	- Utilisation fréquente (femme enceinte)	RC = 7,33*	"	
	- Exp. extérieure lors de travaux d'extermination (femme enceinte)	RC = 2,98*	"	
	- Exp. directe des enfants	RC = 2,35*	"	
Sarcome des tissus mous	- Exp. extérieure des enfants entre la naissance et deux ans avant le diagnostic	RC = 4,1 (1,0-16,0)	Herbicides	Leiss et Savitz (1995)
	- Exp. au cours des deux ans avant le diagnostic	RC = 3,9 (1,7-9,2)	"	
Cancer du cerveau	- Exp. extérieure des enfants au cours des deux ans avant le diagnostic	RC = 1,8 (1,2-2,9)	Insecticides	Leiss et Savitz (1995)

Tableau 1 : Principaux résultats d'études d'association entre l'exposition aux pesticides et la survenue de cancer chez l'enfant (suite)

Type de cancer	Mesure d'exposition	Rapport de cote (IC à 95 %)	Pesticides	Auteurs (année de publication)
Cancer du cerveau	- Exp. extérieure des enfants	RC = 4,6 (1,2-17,9)	Diazinon	Davis <i>et al.</i> (1993)
	- "	RC = 2,4 (1,0-5,7)	Herbicides	
Cancer du cerveau	- Exp. extérieure des enfants	Pas de risque accru	Insecticides Herbicides Fongicides	Pogoda et Preston-Martin (1997)
Cancer du cerveau	- Exp. des enfants	RC = 2,3 (I.C. non spécifiées)	Insecticides	Gold <i>et al.</i> (1979)
Neuro-blastome	- Exp. intérieure des enfants	RC = 1,6 (1,0-2,3)	Non spécifié	Daniels <i>et al.</i> (2001)
	- Exp. extérieure des enfants	RC = 1,8 (1,2-2,9)	Non spécifié	
	- "	RC = 1,9 (1,1-3,2)	Herbicides	
	- "	RC = 1,3 (0,7-2,3)	Insecticides	

* p < 0,05

RC = Rapport de cote

IC = Intervalle de confiance

La plupart des auteurs des études sur le cancer des enfants en rapport avec l'exposition aux pesticides en milieu résidentiel notent que des biais méthodologiques propres aux études cas témoins ont pu influencer leurs résultats (biais de rappel, difficulté à bien préciser les niveaux d'exposition, comparaisons multiples et taille des échantillons). Par ailleurs, les études épidémiologiques n'identifient que très rarement un pesticide en particulier et parlent plutôt de types de pesticides comme les herbicides ou les insecticides. Toutefois, malgré les incertitudes qui persistent encore sur le potentiel cancérigène des ingrédients actifs homologués pour certains travaux d'entretien paysager, les résultats pris dans leur ensemble supposent un risque de cancer non négligeable pour de nombreux scénarios d'exposition aux pesticides.

Certaines études soulèvent aussi la possibilité d'un lien entre l'exposition aux pesticides chez les femmes enceintes et la survenue de certaines anomalies congénitales. Quoiqu'une telle relation ait surtout été observée lors d'études portant sur les utilisateurs professionnels, quelques études supportent aussi l'existence d'un tel lien chez les utilisateurs en milieu résidentiel (Shaw *et al.*, 1999; Loffredo *et al.*, 2001). D'autres études ont rapporté une relation entre le nombre de mort-nés et la proximité résidentielle avec le lieu d'application de pesticides pyréthrinoïdes, organohalogénés et organo-phosphorés (Bell *et al.*, 2001). Une étude canadienne récente démontre qu'on peut retrouver du 2,4-D dans le sperme d'utilisateurs professionnels, ce qui pourrait être en lien avec l'augmentation significative de l'incidence des avortements spontanés chez la conjointe (Arbuckle *et al.*, 1999a et b).

Un nombre grandissant d'auteurs soupçonne une relation entre l'exposition à certains contaminants pendant la grossesse et la survenue de problèmes chez l'enfant. C'est le cas de l'exposition à certains pesticides neurotoxiques comme les organophosphorés et les organochlorés et la survenue de problèmes d'apprentissage et de développement chez les

enfants (Guillette *et al.*, 1998). Certains pesticides pourraient aussi interrompre le processus de développement neurologique lors de la période critique de développement et provoquer des effets néfastes sur les fonctions sensorielles, motrices et cognitives (Wilson, 1998). Les données récentes, concernant les effets des organophosphorés en période de développement précoce du système nerveux, ont par ailleurs amené l'Agence de protection environnementale des États-Unis (US EPA) et Santé Canada à réévaluer la toxicité de ces produits. C'est d'ailleurs sur la base de ces nouvelles évaluations que des restrictions sévères d'utilisation viennent d'être imposées pour des insecticides très utilisés en milieu résidentiel en entretien paysager tel le chlorpyrifos et le diazinon.

Bien que les études concernant les effets des pesticides sur le système immunitaire soient encore très limitées, certaines indiquent la probabilité d'une relation causale entre l'exposition aux pesticides et l'augmentation de maladies infectieuses, la chute de production d'anticorps et les réactions d'hypersensibilité retardée. Repetto et Baliga (1996) ont effectué une recherche exhaustive sur les effets des pesticides en regard des fonctions du système immunitaire; ils ont noté que plusieurs pesticides communément utilisés en milieux résidentiel et agricole pourraient supprimer la réponse normale du système immunitaire humain.

Les effets des perturbateurs endocriniens sont encore peu documentés mais la liste des pesticides qui pourraient posséder un tel potentiel s'allonge à mesure que les résultats de nouvelles recherches sont publiés (CPEDD, 2000; Colborn *et al.*, 1993; Keith, 1997). Des pesticides couramment utilisés comme le 2,4-D, le malathion, le carbaryl, le manèbe et le bénomyl sont des substances pour lesquelles des effets perturbateurs sur le système endocrinien ont été notés dans la littérature scientifique.

Bien qu'il demeure encore de nombreuses incertitudes sur les risques réels des pesticides utilisés en milieu résidentiel, les données prises dans leur ensemble indiquent que ces risques ne doivent pas être pris à la légère et qu'il existe un besoin pressant de documenter davantage les effets des pesticides sur la santé. Dans ce contexte, il apparaît tout aussi important de caractériser les risques d'exposition pour les groupes plus sensibles de la population, ce à quoi la présente recherche tente de contribuer.

1.4 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

1.4.1 Objectif général

L'objectif général de la recherche est de caractériser l'exposition des enfants québécois aux pesticides utilisés en milieu résidentiel.

La disponibilité de nouvelles données sur les effets des pesticides sur la santé et la convergence des résultats d'évaluation des différents organismes de santé publique ont été prises en compte lors des choix réglementaires, tant provinciaux que municipaux, concernant l'utilisation de pesticides en milieu résidentiel. Toutefois, il existe actuellement très peu de données sur les niveaux d'exposition réels des enfants québécois mis à part une

étude pilote de l'INSPQ (Valcke *et al.*, 2004). Cette étude avait soulevé l'hypothèse que les enfants québécois pourraient être exposés à des niveaux plus importants que les enfants vivant aux États-Unis ou dans certains pays industrialisés d'Europe. Il importait donc de mieux documenter l'exposition réelle découlant de l'utilisation de pesticides en milieu urbain de façon à éclairer les décideurs dans l'orientation des choix réglementaires et à fournir des données stratégiques aux professionnels de la santé pour l'établissement de mesures préventives appropriées.

1.4.2 Objectifs spécifiques

Dans le contexte où différentes formes de réglementation ont été mises en place au cours des dernières années au Québec pour diminuer les risques d'exposition aux pesticides et que de nombreux facteurs peuvent affecter ces niveaux d'exposition, les objectifs spécifiques suivants ont été retenus :

- cerner l'impact de la réglementation municipale sur l'exposition des enfants;
- identifier certaines variables qui modulent l'exposition des enfants aux pesticides;
- apprécier le risque que représentent les niveaux d'exposition mesurés chez les participants.

2 MÉTHODOLOGIE

L'approche retenue pour catégoriser l'exposition des enfants aux pesticides dans cette étude est la surveillance biologique. Plus précisément, les niveaux d'imprégnation ont été estimés par la mesure de pesticides inchangés ou de métabolites dans des échantillons urinaires. Cette méthode a été préférée à une approche basée sur l'extrapolation de résultats d'analyses environnementales appliqués à des scénarios d'exposition. Cette dernière approche requiert la connaissance de nombreux paramètres liés aux habitudes comportementales de l'enfant, aux pesticides mis en cause, aux conditions climatiques, aux propriétés pharmacocinétiques des produits, etc. De plus, en considérant tous les scénarios d'exposition possibles et les nombreuses incertitudes liées aux différents paramètres, il aurait été extrêmement difficile, voire impossible, de retenir cette approche. Par contre, la surveillance biologique permet de déterminer l'exposition interne en tenant compte de l'ensemble des voies d'exposition, des propriétés pharmacocinétiques des produits en cause, du métabolisme propre à l'individu et de nombreux autres paramètres dont on n'a pas eu à colliger les informations. La surveillance biologique, même si elle possède ses propres limites qui seront discutées dans ce rapport, s'avérait donc l'approche la plus appropriée pour permettre l'atteinte des objectifs de l'étude.

2.1 RECRUTEMENT

Toute la procédure de recrutement et d'échantillonnage a été approuvée par le Comité de déontologie de la recherche du Centre de recherche clinique de l'Hôpital Charles LeMoine de Longueuil.

Les sujets de l'étude ont été recrutés dans des municipalités de la région de Montréal, de la Montérégie et de Québec. Les municipalités sélectionnées présentaient un profil d'occupation du territoire particulier, soit un milieu résidentiel périurbain situé en banlieue et dont les propriétés étaient établies sur des terrains aménagés. Ainsi, 3 groupes d'enfants ont été recrutés. Le Groupe I, constitué de sujets témoins, a été sélectionné dans des municipalités où il existait une réglementation qui limitait de façon importante l'usage de pesticides à des fins domestiques et chez des enfants dont les parents n'utilisent pas de pesticides. Le Groupe II a été sélectionné dans des municipalités à faible niveau de réglementation et parmi des enfants dont les parents prévoyaient utiliser des herbicides de type chlorophénoxy contre les mauvaises herbes du gazon. Enfin, le Groupe III a été sélectionné dans des municipalités à faible niveau de réglementation et parmi les enfants dont les parents ou les voisins pouvaient occasionnellement utiliser des pesticides divers, autres que des herbicides chlorophénoxy, et plus particulièrement des insecticides organophosphorés. Tout comme le démontre plusieurs études retrouvées dans la littérature scientifique et les bilans québécois de vente de pesticides domestiques, une étude exploratoire effectuée par la Direction de la santé publique de la Montérégie supporte l'utilisation non négligeable de pesticides organophosphorés en milieu résidentiel (Belleville *et al.*, 2002).

La répartition des enfants dans ces différents groupes devait permettre de répondre à l'objectif spécifique d'exploration des effets de la réglementation sur l'exposition des enfants aux pesticides utilisés en milieu résidentiel. Dans un même ordre d'idées, notons qu'une étude des niveaux de réglementation en cours dans les municipalités où des sujets ont été sélectionnés a été effectuée dans un but de confirmation des statuts d'appartenance de chaque sujet à un groupe expérimental. Sans entrer dans les détails, mentionnons que l'application extérieure de pesticides était généralement interdite sur le territoire des municipalités réglementées, sauf pour des fins agricoles, pour les piscines, sur le terrain des entreprises horticoles, pour les arbres fruitiers ou lorsque la santé végétale (infestation) ou humaine est menacée. Dans ce dernier cas, des autorisations temporaires sont normalement requises. L'utilisation de pesticides à faible impact (ex. : biopesticides, terre de diatomée) est habituellement permise, mais des dispositions particulières encadrent leur usage quant aux conditions climatiques et aux horaires à respecter pour l'application. Dans le cas des municipalités dites « non réglementées », seules des dispositions réglementaires mineures comme l'encadrement de l'affichage ont été notées (voir annexe 1).

Parmi les sujets, 7 ont été recrutés par des contacts personnels des investigateurs et 82 au moyen de dépliants envoyés dans les centres de petite enfance (CPE) des municipalités concernées. Ainsi, un total de 89 enfants a été recruté, et ceux-ci ont été distribués à raison de 17 dans le Groupe I, 20 dans le Groupe II et 52 dans le Groupe III. En plus de décrire le projet et ses objectifs, le dépliant visait à obtenir des informations générales sur les habitudes d'utilisation de pesticides par les parents. Ces derniers étaient invités à retourner un coupon-réponse s'ils étaient intéressés à participer au projet (voir annexe 2). Une fois le premier contact établi, les parents ont été contactés par téléphone afin de s'assurer de l'admissibilité des enfants et de planifier une rencontre.

Lors de ces rencontres, tenues au début du printemps avant la période d'utilisation extérieure de pesticides, le groupe d'appartenance et la procédure à suivre ont été précisés aux parents. Les formulaires de consentement (voir annexe 3) ont été remplis, l'équipement d'échantillonnage a été remis (bouteille Nalgene[®] identifiées et numérotées de 250 ml pour les garçons ou de 500 ml pour les filles, béciers de plastique pour les filles, sacs ZIPLOC[®]) et des réponses ont été apportées aux interrogations des parents. Le questionnaire qui devait permettre d'obtenir des informations sur la période d'échantillonnage ainsi qu'un document expliquant la procédure de prélèvement ont également été remis aux parents (voir annexe 4).

2.2 ÉCHANTILLONNAGE

Le tableau 2 résume la procédure d'échantillonnage.

Tableau 2 : Résumé de la procédure d'échantillonnage pour la période de l'étude

Groupe	Moment de chaque échantillonnage (1 ^{re} urine du matin)					
	Contrôle	Échantillonnage « d'exposition »				
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
I (témoins) et III (OP)	Début du printemps	A	B	C	D	E
II (CPH)	Début du printemps	F	G	A	D	E

A : Ponctuel au choix, en juillet ou août.

B : 48 heures après E₁

C : 72 heures après E₂

D : 72 heures après E₃

E : 72 heures après E₄

F : Au lendemain d'une application de chlorophénoxy sur la pelouse par les parents ou par une firme professionnelle, généralement au milieu du printemps.

G : 24 heures après E₁

2.2.1 Échantillon contrôle

En guise d'échantillon contrôle, tous les sujets ont fourni un échantillon de la première urine du matin tôt au printemps, lors d'une journée au choix des parents mais qui se situait dans une période où l'utilisation de pesticides était peu probable. L'échantillon était collecté avec l'aide des parents dans une bouteille Nalgene[®], cette dernière étant ensuite placée dans un sac Ziploc[®] pour finalement être conservé au congélateur des parents jusqu'à ce que les investigateurs viennent la récupérer.

2.2.2 Échantillon d'exposition

Dans le but de faciliter la compréhension du texte, le terme « échantillons d'exposition » est utilisé pour définir les échantillons fournis par les enfants en période estivale, soit la période d'utilisation potentielle de pesticides.

Les sujets des Groupes I et III devaient fournir 5 échantillons ponctuels de la première urine du matin à l'intérieur d'une période de 12 jours consécutifs laissée à la discrétion des parents mais qui devait se situer entre le début du mois de juillet et la fin du mois d'août. Les sujets du Groupe II devaient pour leur part fournir 2 échantillons de la première urine du matin les 2 jours suivant une application d'herbicide sur la pelouse de leur propriété. De plus, ils devaient fournir 3 échantillons ponctuels supplémentaires dans une période de 10 jours consécutifs laissée à la discrétion des parents mais qui devait aussi se situer entre le début du mois de juillet et la fin du mois d'août. La stratégie d'échantillonnage diffère selon que les sujets appartiennent au Groupe II ou au Groupe III pour les raisons suivantes. Dans le cas des utilisateurs d'herbicides chlorophénoxy, il était facile de prévoir la période approximative des applications et de planifier les activités d'échantillonnage pour cette

même période. En effet, les traitements sont généralement presque toujours effectués entre la mi-mai et la mi-juin. Dans le cas des insecticides organophosphorés, les traitements se font de façon beaucoup plus ponctuelle et ce, pour répondre à des besoins spécifiques. Comme ceux-ci ne se présentent pas de façon systématique, un nombre prédéfini d'échantillons a été réparti sur la période potentielle d'utilisation. Pour chacun des sujets (voir annexe 5), un questionnaire a été rempli par les parents à chaque soir de la période d'échantillonnage.

2.3 VALIDATION DE L'APPARTENANCE DES SUJETS À UN GROUPE EXPÉRIMENTAL

Une fois que la récolte de tous les échantillons eut été complétée par les responsables de l'étude, les bouteilles ont été conservées à -20 °C en attendant d'être envoyées au laboratoire de la Direction de la toxicologie humaine (DTH) de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour être analysées. Les questionnaires ont été recueillis lors de la même rencontre.

Avant de confirmer au laboratoire le type d'analyse à effectuer en fonction de l'appartenance à un groupe expérimental, chaque questionnaire a été évalué afin de s'assurer du bon classement des participants. Cet exercice a permis le reclassement de 7 sujets qui avaient préalablement été classés dans un autre groupe à partir des informations fournies par les parents lors de la rencontre initiale. Cette procédure qui permet le reclassement de sujets sur la base de données appropriées a déjà été utilisée dans d'autres études (Curl *et al.*, 2003).

2.4 ANALYSES EFFECTUÉES

Tous les échantillons contrôles recueillis au début du printemps ont été analysés pour les 6 métabolites alkylphosphates qui sont des biomarqueurs urinaires spécifiques aux insecticides organophosphorés. Ces métabolites sont : Diéthylphosphate (DEP), diméthylphosphate (DMP), diéthylthiophosphate (DETP), diméthylthiophosphate (DMTP), diéthylldithiophosphate (DEDTP), diméthylldithiophosphate (DMDTP). Par ailleurs, les herbicides chlorophénoxys inchangés, soit le 2,4-D, le mécoprop et le dicamba, ont aussi été mesurés dans l'urine de tous les participants. Ces analyses effectuées en début de projet ont permis de déterminer les niveaux de base des participants avant le début de la saison d'utilisation extérieure des produits à l'étude.

Les analyses effectuées sur les échantillons d'exposition ont été déterminées en fonction de l'appartenance à un groupe expérimental. Ainsi, pour les 5 échantillons d'exposition prélevés ponctuellement chez les sujets des Groupes I et III, seuls les métabolites alkylphosphates ont été analysés. Dans le cas spécifique des 2 échantillons prélevés le lendemain et le surlendemain d'une application d'herbicides sur les pelouses des sujets du Groupe II, ce sont les produits inchangés des chlorophénoxys qui ont été analysés. Normalement, les deux premiers échantillons liés à un événement d'application d'herbicide devaient être

prélevés vers le milieu du printemps. Or, dans certains cas l'application a été faite plus tardivement (fin juin - début juillet), donc à la même période que celle qui était prévue pour l'échantillonnage d'exposition des Groupes I et III. Dans ces cas, les métabolites alkylphosphates ont également été mesurés.

Par ailleurs, afin d'augmenter la taille de l'échantillonnage et la puissance des analyses statistiques, les métabolites alkylphosphates ont également été mesurés dans les échantillons 3 à 5 qui ont été prélevés chez les sujets du Groupe II durant les mois de juillet ou août. Le Tableau 3 présente la synthèse des analyses effectuées pour chacun des groupes de participants.

Tableau 3 : Résumé des analyses effectuées pour chacun des groupes de participants

GROUPE	Échantillons (1 ^{re} urine du matin)					
	Contrôle	Échantillons d'exposition				
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
I (témoins) et III	A	B	B	B	B	B
II	A	C	C	B	B	B

A : alkylphosphates et chlorophénoxys

B : alkylphosphates seulement

C : chlorophénoxys minimalement; + alkylphosphates si l'échantillonnage s'est fait durant la saison potentielle d'utilisation d'organophosphorés (juillet/août)

2.5 MÉTHODE ANALYTIQUE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ

La méthode E-403 du Laboratoire de toxicologie permet de doser les six métabolites urinaires communs aux pesticides de la famille des organophosphorés.

En résumé, les échantillons d'urine sont d'abord enrichis à l'aide d'alkylphosphates isotopiquement marqués, puis mis en présence directe avec du bromure de benzyl pentafluoré à 70 °C pendant 2 heures afin de dériver les métabolites présents. Les dérivés d'alkylphosphates pentafluorobenzylés sont par la suite extraits à l'aide d'un mélange d'hexane et de chlorure de méthylène. Les extraits organiques, une fois concentrés, sont analysés à l'aide d'un chromatographe à gaz (Agilent 5890) muni d'une colonne capillaire (Agilent HP-50 30 mètres) couplée à un spectromètre de masse opérant en mode séquentiel de dépistage d'ions (Agilent 5973N). L'instrumentation peut-être désignée sous l'acronyme GC-MS-EI-SIM.

Les éléments de performances de la méthode sont présentés au tableau 4.

Tableau 4 : Éléments de performance de la méthode analytique utilisée pour l'analyse des alkylphosphates

Analyte(s)	Limite de détection (µg/L)	Limite de quantification (µg/L)	Linéarité* (µg/L) De - à	Biais (%)	Répétabilité (%)	Reproductibilité		Date (De / à)	Récupération	
						%	Conc. (µg/L)		%	Conc. (µg/L)
Diéthylphosphate	1	3	1 - 250	n. d.	2,8	5.0	44,3	03-10-07 / 03-10-29	91	10
Diméthylphosphate	2	5	1 - 250	n. d.	5,1	6.8	156	03-10-07 / 03-10-29	99	15
Diéthylthiophosphate	1	3	1 - 250	n. d.	3,2	7.2	33,4	03-10-07 / 03-10-29	96	5
Diméthylthiophosphate	1	3	1 - 250	n. d.	4,0	5.0	199	03-10-07 / 03-10-29	85	10
Diéthylidithiophosphate	1	3	1 - 250	n. d.	7,4	14.4	22,6	03-11-11 / 04-01-07	100	10
Diméthylidithiophosphate	1	3	1 - 250	n. d.	7,2	5.6	102	03-11-11 / 04-01-07	102	5

* Les échantillons dont les résultats dépassent la limite de linéarité sont dilués et réanalysés.

n. d. : non disponible

Pour ce qui concerne le contrôle de la qualité, chaque série analytique de 12 échantillons comprenait un blanc urinaire, un échantillon en duplicata, un étalon et un matériel de référence externe. Le Laboratoire de toxicologie de l'INSPQ a très récemment participé à un projet international de contrôle interlaboratoire pour la mesure de ces métabolites et a obtenu des performances analytiques équivalentes à celles du Laboratoire du Centers for Disease Control (CDC) américain, lequel est considéré comme une référence mondiale dans le domaine. Par ailleurs, le Laboratoire de toxicologie de l'INSPQ participe régulièrement avec succès à un programme allemand d'évaluation d'aptitudes en matière d'analyse de ces métabolites.

Les herbicides chlorophénoxy ont été analysés à l'aide de la méthode E-380. Cette méthode permet de doser le 2,4-D, le dicamba et le mécoprop dans l'urine. Les herbicides libres et les conjugués hydrolysés à l'acide sont extraits de l'urine par le toluène à pH 2. Après concentration, les produits sont dérivés avec le diazométhane et analysés à l'aide d'un chromatographe à gaz (Agilent 5890) muni d'une colonne capillaire (Agilent HP-5 30 mètres) couplée à un spectromètre de masse opérant en mode séquentiel de dépistage d'ions (Agilent 5972). L'instrumentation peut-être désignée sous le même acronyme que pour les alkylphosphates.

Les éléments de performances de la méthode sont présentés au Tableau 5.

Tableau 5 : Éléments de performance de la méthode analytique utilisée pour l'analyse des chlorophénoxy

Analyte(s)	Limite de détection (µg/L)	Limite de quantification (µg/L)	Linéarité* (µg/L) De - à	Biais (%)	Répétabilité (%)	Reproductibilité		Date (De / à)	Récupération	
						%	Conc. µg/L		%	Conc. (µg/L)
2,4-D	1	4	1 - 1000	n. d.	n. d.	3,3	102	03-10-07 / 03-10-29	86	25
Dicamba	0,5	1,5	2 - 1000	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	"	84	25
Mécoprop	0,5	1,5	1 - 1000	n. d.	n. d.	3,5	113	"	87	25

* Les échantillons dont les résultats dépassent la limite de linéarité sont dilués et réanalysés.

n. d. : Non disponible

Chaque série d'analyses de 12 échantillons comprend, à titre de contrôle de la qualité, un blanc urinaire, un échantillon en duplicata, un étalon et un matériel de référence interne.

2.6 ANALYSES STATISTIQUES

En raison du faible nombre d'échantillons d'urine pour lesquels des chlorophénoxy ont été détectés, les tests statistiques n'ont été réalisés que sur les données liées à la mesure des alkylphosphates urinaires. Le logiciel SPSS 8.0 a été utilisé à cette fin.

Le test de Kolmogorov-Smirnov a été utilisé pour tester la normalité de la distribution des résultats d'éthylphosphates (EP) totaux, de méthylphosphates (MP) totaux et d'alkylphosphates totaux. Comme aucune distribution n'était normale, toutes les valeurs ont été transformées sur une base logarithmique, ce qui a permis de normaliser les résultats. Le test de Fisher a été retenu pour vérifier l'homogénéité des variances. Lorsque requis, le test du Khi carré a été utilisé pour comparer des proportions entre divers groupes. Dans les cas où le nombre d'effectifs attendus était inférieur à 5, le test exact de Fisher fut privilégié.

Le test de t a servi à comparer les résultats entre les sujets provenant de municipalités avec réglementation et les sujets qui habitaient un secteur non réglementé. Lorsque les groupes devaient être comparés sur la base de plus d'une variable (comparaisons multiples), de nouvelles combinaisons de groupes ont été créées sur la base de ces variables. Dans ces cas, l'analyse de variance a été utilisée pour faire les comparaisons inter groupes. Si une différence statistiquement significative était observée, la procédure post-oc de Tukey a été retenue pour identifier entre quels groupes se trouvait cette différence.

La comparaison entre les résultats moyens des échantillons contrôles avec ceux obtenus en saison estivale a été réalisée à l'aide du test de t sur échantillons appariés (voir section 3.4). Ce même test a permis de comparer les niveaux d'éthylphosphates et de méthylphosphates. Indépendamment des groupes d'appartenance, le test de t a été utilisé pour comparer les résultats selon les réponses (oui/non) aux questions du questionnaire. Pour le cas où le nombre de réponses à une question était faible (8), le test de Mann-Whitney fut retenu. Enfin, pour les tests de corrélation, la procédure de Pearson a été appliquée, et la signification statistique des résultats a été déterminée à l'aide d'un test de t.

Notons en terminant que pour tous les tests statistiques, un seuil de signification de 0,05 a été considéré.

2.7 MÉTHODE D'ÉVALUATION SOMMAIRE DES RISQUES

Les risques d'effets néfastes sur la santé des enfants associés à des expositions aux insecticides organophosphorés et aux herbicides chlorophénoxy ont été estimés à partir des concentrations de biomarqueurs urinaires mesurées. Plus précisément, les risques pour la santé associés à l'exposition aux organophosphorés ont été évalués en comparant les niveaux d'alkylphosphates urinaires de chaque enfant participant à des valeurs de référence biologique en dessous desquelles le risque d'effets néfastes sur la santé devrait être négligeable. Ces valeurs ont été dérivées à l'aide de modèles toxicocinétiques développés par Carrier et Brunet (1999) et Bouchard *et al.* (2003, 2004). Ces modèles permettent de relier mathématiquement la dose absorbée d'organo-phosphorés à l'évolution de la charge corporelle et de la quantité urinaire de métabolites accumulée sur différentes périodes de temps, pour diverses voies et différents scénarios d'exposition. Ces outils ont permis d'établir la relation entre la charge corporelle et les effets sur la base des liens rapportés dans la littérature entre les concentrations de biomarqueurs et les effets biologiques. À partir de la plus importante charge corporelle ne causant pas d'effet, un niveau critique de biomarqueur urinaire, servant de valeur de référence biologique, a été établi pour identifier les individus potentiellement à risque. Ces valeurs de référence sont exprimées sous forme de quantités de biomarqueurs retrouvées dans l'urine pour diverses périodes de temps suivant le début d'une exposition.

Certains organophosphorés sont métabolisés préférentiellement en éthylphosphates (DEP, DETP et DEDTP) alors que d'autres sont plutôt transformés en méthylphosphates (DMP, DMTP, et DMDTP). Dans la présente étude, les quantités de métabolites éthylphosphates et méthylphosphates déterminées dans les échantillons urinaires ont été comparées à des

valeurs de référence biologique (VRB) déterminées à l'aide des modèles développés par Carrier et Brunet (1999) pour l'azinphos-méthyle (APM) et Bouchard *et al.* (2004) pour le chlorpyrifos (CPS). Parmi les organophosphorés pouvant être utilisés au Québec, ceux-ci sont parmi les insecticides les plus toxiques en raison de leur potentiel à inhiber les acétylcholinestérases. En comparant les niveaux observés à des niveaux modélisés pour des organophosphorés parmi les plus toxiques, on adopte donc une approche conservatrice. En effet, il est possible que les alkylphosphates retrouvés dans les échantillons analysés proviennent d'insecticides organophosphorés moins toxiques.

Pour les éthylphosphates, le modèle développé pour le chlorpyrifos par Bouchard *et al.*, a été utilisé pour déterminer des VRB pour des périodes post-exposition de 12 et 24 heures. Dans le cas des méthylphosphates, une adaptation du modèle développé par Carrier et Brunet pour l'azinphos-méthyle a été utilisée pour le calcul de nouvelles VRB de 12 et 24 heures. Le modèle initial fut modifié selon certains paramètres proposés par Bouchard *et al.* pour le malathion et le chlorpyrifos afin d'assurer une plus grande marge de sécurité visant à protéger les individus les plus sensibles. Carrier et Brunet (1999) avaient simulé une exposition journalière à un « niveau le plus élevé sans effet néfaste » appelé en anglais un « NOEL » ou « *no observed effect level* » par voie cutanée, où la dose journalière était absorbée à un taux constant sur une période de 5 heures. La principale modification apportée par Bouchard *et al.* (2003 et 2004) consista à répartir l'absorption de la dose journalière sur une période de 8 heures et d'utiliser un taux d'absorption plus faible que celui du modèle original.

Afin de bien choisir des VRB correspondant à la réalité de la présente étude, entre autres en ce qui concerne la période post exposition pour laquelle les valeurs de référence devaient être déterminées lors de la modélisation, il importait de définir un scénario d'exposition fidèle à la situation des participants. En collectant les premières urines du matin et en assumant une période approximative de 12 heures entre la collecte et le moment où l'enfant s'était couché, il apparaît raisonnable de statuer que l'enfant n'a pas été exposé dans les 12 dernières heures avant la prise de l'échantillon. De plus, il est crédible de présumer que l'enfant a uriné avant de se mettre au lit. Donc, les urines du matin ne peuvent potentiellement contenir que les alkylphosphates excrétés dans les 12 dernières heures. L'enfant pouvait avoir été exposé n'importe quand durant la journée ayant précédé la collecte, toutefois les modélisations effectuées permettent de remonter 24 heures avant une collecte urinaire. Considérant les incertitudes liées à la connaissance du produit réellement mis en cause, il importait de comparer nos résultats avec la VRB la plus faible possible tout en s'assurant de tenir compte des pires scénarios d'exposition réalistes. Dans ce contexte, il a été considéré de manière conservatrice que l'exposition avait débuté le matin ayant précédé l'échantillonnage et qu'elle s'était poursuivie durant une période continue de 8 heures. L'enfant se serait mis au lit 4 heures après la fin de la période d'exposition, donc 12 heures après le début. Les VRB auxquelles les quantités mesurées dans les échantillons ont été comparées ont donc été évaluées, à partir des modélisations, comme étant la différence entre l'IBE-24 heures et l'IBE-12 heures, soient les concentrations excrétées dans les 12 dernières heures d'une modélisation de 24 heures. En effet, même s'il n'est pas possible de savoir à quel moment exactement, et durant combien de temps, s'est déroulée l'exposition, le scénario retenu a permis de déterminer des VRB les plus basses possibles et

ce, à la lumière de la connaissance de la pharmacocinétique des organophosphorés. La Figure 1 conceptualise le scénario évalué, avec en exemple la détermination des VRB du chlorpyrifos.

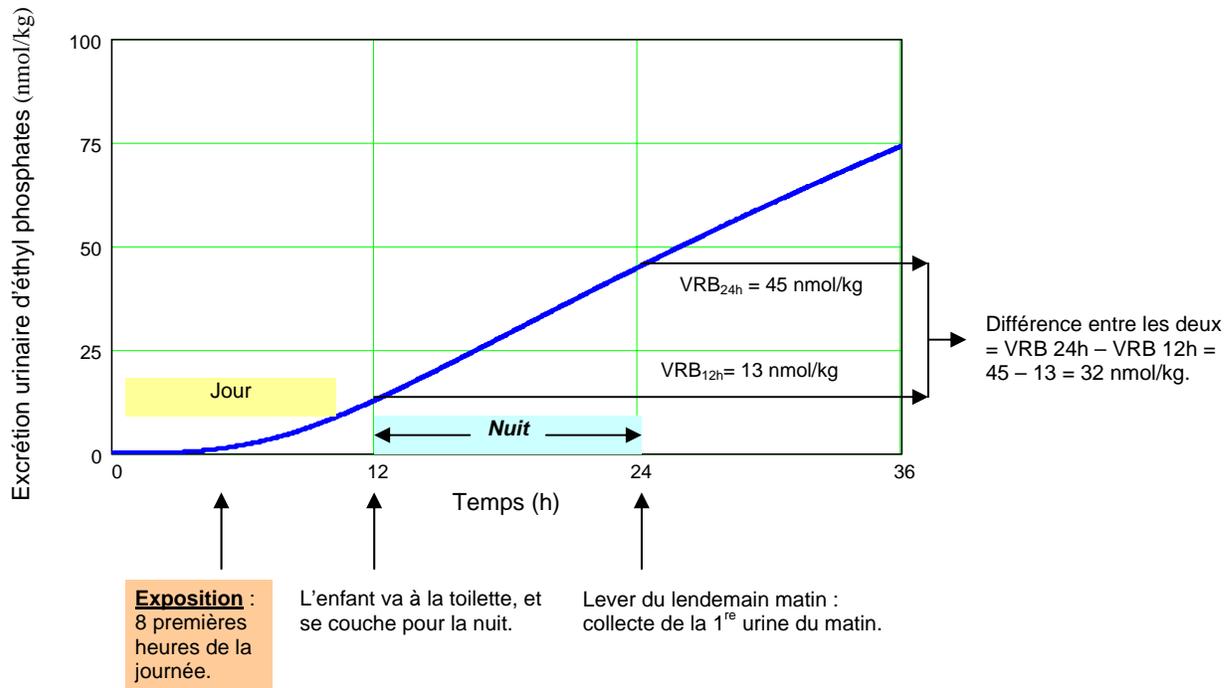


Figure 1 : Détermination schématique des VRB du chlorpyrifos

Comme les VRB sont exprimés en nmol par kg de poids corporel, il a suffi de multiplier les VRB par la masse de chaque sujet avant d'effectuer la comparaison avec les quantités excrétées d'alkylphosphates de chaque sujet.

Les concentrations de chaque alkylphosphates (AP) ont été transformées en quantité excrétée selon l'équation suivante :

$$Q_{\text{apx}} = \left(\frac{C_{\text{apx}} \times 10^3}{\text{PM}} \right) \times C_{\text{créat}} \times V$$

où

- Q = quantité d'AP X, en nmol;
- C_{apx} = concentration mesurée de l'AP X, en µg/g de créatinine;
- PM_{apx} = poids moléculaire de l'AP X, en g/mol;
- C_{créat} = concentration en créatinine, en g/L;
- V = volume de l'échantillon, en L.

Par la suite, les quantités molaires de chaque famille d'alkylphosphates (éthylphosphates et méthylphosphates) ont été calculées en faisant la somme des éthylphosphates d'une part et des méthylphosphates d'autre part. Ce sont ces quantités qui ont été comparées aux VRB.

Pour les chlorophénoxy, il n'existe pas de référence biologique. Les valeurs de biomarqueurs urinaires ont donc simplement été comparées avec celles rapportées dans la littérature chez d'autres populations d'enfants ou chez des travailleurs. Fenske *et al.* (2000) ont proposé d'évaluer les charges corporelles à partir des concentrations urinaires en les ajustant pour tenir compte du volume urinaire ou de la quantité de créatinine excrétée par jour. Cette méthode n'a pas été retenue car on ne peut reconstruire de façon fiable la dose absorbée à partir de mesures ponctuelles de concentrations urinaires d'un biomarqueur ajustées pour la créatinine puisque i) les concentrations varient significativement dans le temps et ii) la créatinine n'est pas excrétée à un taux constant. Les variations intra et interindividuelles de la créatinine sont en fait très importantes (O'Rourke *et al.*, 2000) et ce, particulièrement chez les enfants.

3 RÉSULTATS

3.1 PARTICIPATION

Les 89 sujets de l'étude ont été recrutés à raison de 4 dans le secteur de Montréal, 64 en Montérégie et 21 dans la région de Québec. Un total de 2 945 dépliants (1 780 en Montérégie et 1 165 dans la région de Québec) visant à recruter des participants ont été envoyés dans 35 centres de la petite enfance (CPE) (24 en Montérégie et 11 dans la région de Québec). Un total de 87 réponses a été obtenu en Montérégie, pour un taux de réponse de 4,9 %. De ce nombre, 25 participants potentiels ont abandonné en cours de route. Dans le secteur de Québec, 39 réponses ont été obtenues, pour un taux de réponse de 3,3 %. Par la suite, 19 abandons ont été enregistrés. Globalement, le taux de réponse fut de 4,2 % (126 sur 2 965), avec 44 abandons. Le taux de participation par rapport au nombre de dépliants envoyés fut donc de 2,8 % (82 sur 2965). Les quelques autres participants (7) ont été recrutés directement par les investigateurs.

3.2 ÉCHANTILLONNAGE

Le Tableau 6 présente les principales caractéristiques des sujets de l'étude. Aucune différence significative ne fut observée pour les paramètres d'âge, de poids et de répartition des sexes dans les 2 groupes expérimentaux. Il faut noter que, pour la suite du document, les sujets témoins du Groupe I seront identifiés par le qualificatif « réglementé » dans les tableaux alors que les enfants des Groupes II et III seront qualifiés de « non réglementé ». En effet, sur la seule base des résultats d'alkylphosphates totaux, il n'était plus nécessaire de considérer différemment les Groupes II et III.

Tableau 6 : Description des sujets de l'étude

Groupe	Sexe			Âge	Poids (kg)	Échantillons prélevés		
	Garçons	Filles	Total	Moy. (Écart-type)	Moy. (Écart-type)	Contrôles	Exposition	Tous
Réglementé	12	5	17	5,0 (1,2)	20,5 (4,5)	16	80	96
Non-réglementé	37	35	72	5,3 (1,4)	19,3 (4,2)	67	322	389
Total	49	40	89	5,2 (1,4)	19,5 (4,3)	83	402	485

Certains échantillons n'ont pas été retenus pour l'analyse statistique parce que les prélèvements n'avaient pas été faits selon le protocole établi. Quelques échantillons ne correspondaient pas à la première urine du matin alors que d'autres n'ont pas été prélevés durant la période prescrite. Dans certains cas, les parents avaient indiqué sur le questionnaire que la miction collectée ne correspondait pas à l'urine accumulée durant toute une nuit, que ce soit parce que l'enfant avait mouillé son lit ou parce qu'il était allé à la

toilette. Ainsi, comme ces échantillons n'étaient pas comparables aux autres, ils ont été exclus des analyses statistiques. Les échantillons pris en compte pour analyses statistiques sont décrits dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Description des analyses effectuées pour chaque groupe de sujet

Groupe	Échantillons retenus pour analyses d'OP*			Échantillons retenus pour analyses de CPH*		
	Contrôles	Exposition	Tous	Contrôles	Exposition	Tous
Réglementé	16	76	92	16	0	16
Non-réglementé	67	283	350	67	40	107
Tous	83	359	442	83	40	123

* En considérant des valeurs moyennes, lorsque des duplicatas ont été mesurés.

3.3 CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION AUX CHLOROPHÉNOXYS

Pour l'ensemble du projet, seulement 6 échantillons sur 123 mesures ont présenté des niveaux détectables de chlorophénoxy, ce qui représente 4,9 % des échantillons. Ces résultats positifs ont été observés chez 5 des participants. Les produits et concentrations retrouvés dans ces échantillons sont rapportés dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Résultats positifs observés lors de l'analyse des chlorophénoxy

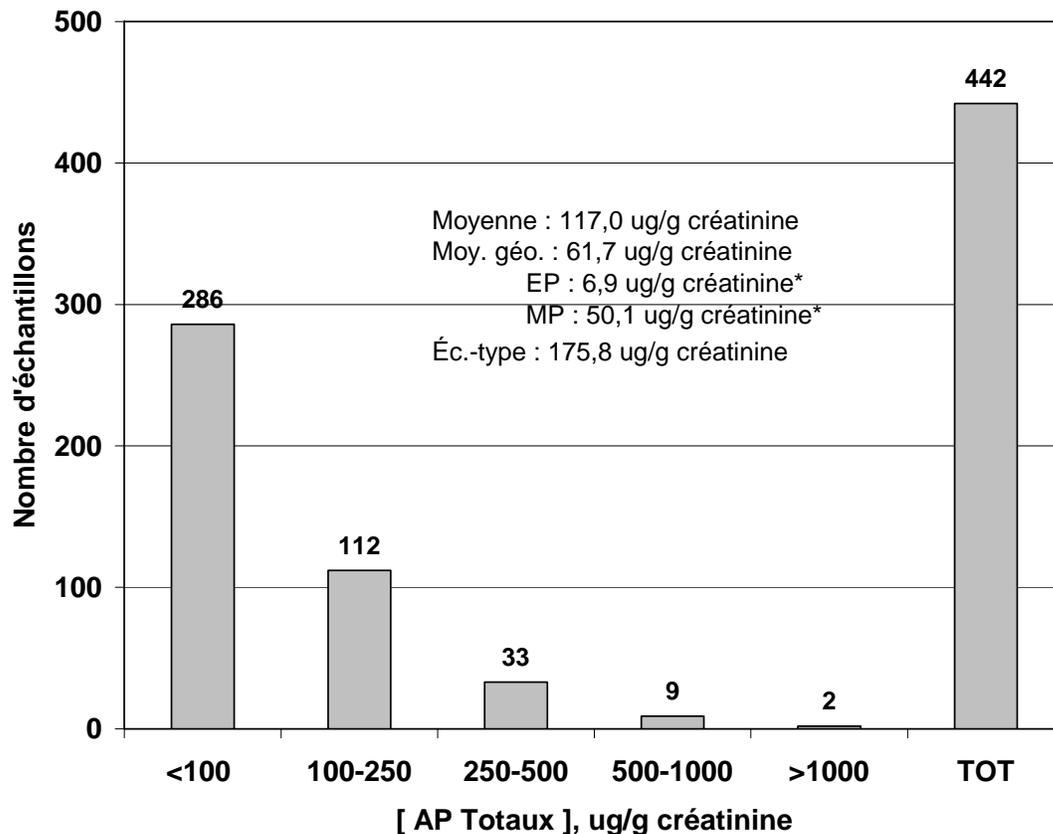
Sujets	n sujets / n total	n échantillons positifs / n échantillons total	Concentration de 2,4-D (µg/g de créatinine)	Concentration de mécoprop (µg/g de créatinine)
Groupe I (témoins)	1/16	1/16	4,7	-
Groupe II	3/20	4/60 (4/40 en post-exposition)	28,5 26,9 11,1 40	72,7 43 62,5 128
Groupe III	1/53	1/47	2,9	-
Total	5/89	6/123		
Moyenne			20,3	72,7
Moyenne géométrique			13,9	43
Écart-type			15,4	62,5
Maximum			40	128

On observe que le 2,4-D et le mécoprop ont été détectés dans les échantillons de 3 enfants dont les parents avaient appliqué ces produits sur le gazon (Groupe II) alors que seul le 2,4-D a été détecté chez les non utilisateurs d'herbicides (Groupe I et II). Chez les utilisateurs d'herbicides, 15 % des sujets ont été exposés à ces substances. En fait, 10 % des échantillons récoltés dans ces circonstances (4/40) ont présenté des niveaux détectables de chlorophénoxy urinaires. L'un des 3 sujets a présenté des niveaux détectables dans les 2 échantillons pris le lendemain et surlendemain d'une application sur

le gazon, les 2 autres, dans le premier des deux seulement. Pour ce qui est des 2 autres sujets, un provenait du Groupe «réglementé » et l'autre du Groupe « non réglementé ». Dans ces cas, les parents n'avaient pas utilisé de chlorophénoxy. Ces 2 échantillons ont été pris lors de la période contrôle.

3.4 CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION AUX ORGANOPHOSPHORÉS

La répartition des résultats des concentrations d'alkylphosphates totaux est illustrée dans la figure suivante.



* : $p < 0,001$, test de t sur échantillons appariés sur les valeurs log-transformées. Variances homogènes (test de Fisher.)

Figure 2 : Répartition des résultats d'analyses d'alkylphosphates totaux urinaires

On observe que les concentrations de métabolites méthylphosphates étaient très significativement plus élevées que celles des métabolites éthylphosphates.

Les résultats bruts caractérisant l'exposition des enfants étudiés aux organophosphorés sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Comparaisons des niveaux d'alkylphosphates urinaires obtenus entre les sujets « réglementés » et les sujets « non réglementés »

Groupe	Métabolites alkylphosphates						AP totaux
	DEDTP ¹	DEP ²	DETP ³	DMDTP ⁴	DMP ⁵	DMTP ⁶	
Réglementé							
N détectés (%)	2 (2,1)	83 (90,2)	23 (25,0)	65 (70,7)	92 (100)	89 (96,7)	92 (100)
Moyenne (µg/g créat.)	0,4	9,2	3,0	7,5	32,4	49,9	102,4
Moyenne géométrique (µg/g créat.)	0,4	5,5	0,7	2,7	22,5	25,4	69,8
Écart-type (µg/g créat.)	0,2	8,3	13,9	13,4	24,8	53,1	85,7
Non-Réglementé							
N détectés (%)	1 (0)	300 (85,7)	99 (28,3)	234 (66,9)	342 (97,7)	316 (90,3)	344 (98,3)
Moyenne (µg/g créat.)	0,4	9,7	2,3	11,9	34,0	62,5	120,9
Moyenne géométrique (µg/g créat.)	0,4	4,7	0,8	2,8	19,4	17,4	59,7
Écart-type (µg/g créat.)	0,1	15,9	10,2	27,6	40,6	127,4	192,5
Tous							
N détectés (%)	3 (0,6)	383 (86,7)	122 (27,6)	299 (67,6)	434 (98,2)	405 (91,6)	436 (98,6)
Moyenne (µg/g créat.)	0,4	9,6	2,5	11,0	33,7	59,9	117,0
Moyenne géométrique (µg/g créat.)	0,4	4,8	0,7	2,8	20,0	18,8	61,7
Écart-type (µg/g créat.)	0,1	14,6	11,0	25,4	37,8	116,0	175,8

¹ DEDTP : Diéthylidithiophosphate

² DEP : Diéthylphosphate

³ DETP : Diéthylthiophosphate

⁴ DMDTP : Diméthylidithiophosphate

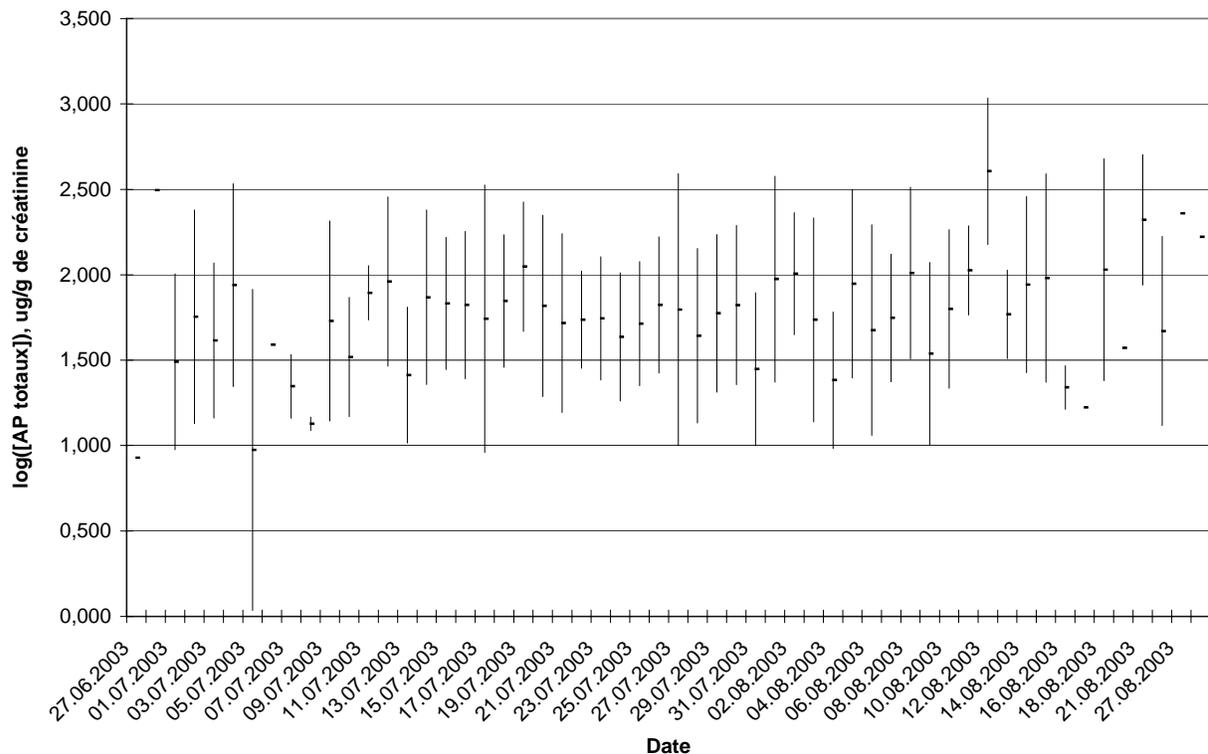
⁵ DMP : Diméthylphosphate

⁶ DMTP : Diméthylthiophosphate.

Proportions homogènes des métabolites dans chaque groupe, selon le test du κ^2 .

Le métabolite le plus souvent détecté est le DMP, présent dans 434 échantillons, alors que le DEDTP n'a été détecté que dans 3 échantillons. Au total, au moins un des 6 métabolites a été détecté dans 436 des 442 échantillons (98,7 %). Les proportions de chaque alkylphosphate détecté sont similaires dans les 2 groupes d'enfants étudiés. Les méthylphosphates et les éthylphosphates ont été détectés dans respectivement 434 (98,2 %) et 383 (86,7 %) échantillons.

La figure 3 illustre les concentrations moyennes d'alkylphosphates totaux obtenues pour les échantillons prélevés à la même date et calculées pour toute la période potentielle d'exposition retenue pour l'étude. Cette représentation graphique permet de visualiser les variations des niveaux d'exposition pour la période de l'étude. Elle ne tient cependant pas compte des différences possibles en ce qui a trait aux sources d'exposition des participants. Comme les questionnaires ne rapportent pratiquement jamais d'utilisations ponctuelles d'OP, d'autres facteurs, comme l'alimentation par exemple, pourraient avoir influencé les niveaux d'exposition individuelle à une même date.



Note : Les points représentent les moyennes tandis que les barres représentent les écarts-types supérieurs et inférieurs.

Figure 3 : Concentrations moyennes des échantillons prélevés le même jour

On constate que les fluctuations sont beaucoup plus importantes au début et à la fin de la saison comparativement aux deux dernières semaines de juillet. Ceci peut probablement s'expliquer par le fait qu'un grand nombre d'échantillons ont été pris durant cette dernière période, alors que peu d'échantillons ont été pris aux extrêmes de la saison. Toutefois, une constance assez marquée des niveaux d'exposition peut être observée sur l'ensemble des résultats.

Le tableau 10 n'indique aucune différence significative entre les résultats d'alkylphosphates totaux (valeurs transformées sur une base logarithmique) des 2 groupes expérimentaux (réglementé *versus* non réglementé). Ce constat a pu être fait autant en considérant les échantillons sur une base indépendante que sur la base des moyennes des échantillons pour chaque participant. En effet, les comparaisons statistiques ont été réalisées selon deux approches. Dans un premier temps, tous les échantillons ont été considérés comme indépendants. Cette façon de faire permettait de profiter d'une puissance statistique accrue en raison du nombre élevé d'échantillons et ce, même si les échantillons provenant d'un même sujet ne pouvaient être considérés comme totalement indépendants. Ce manque d'indépendance des échantillons est encore plus marqué en raison de l'absence d'événement d'application de pesticides entre les prélèvements. Dans ce contexte et par souci d'exactitude, le test d'inférence statistique a également été fait en considérant une valeur moyenne d'exposition pour chaque sujet, celles-ci étant cette fois véritablement indépendantes les unes par rapport aux autres. Lorsque jugée pertinente, cette approche a également été utilisée pour certains autres tests.

À la lumière des informations colligées dans les questionnaires, il a été impossible de considérer des différences significatives dans les conditions d'exposition ayant prévalu lors de la phase expérimentale de la période estivale. Ainsi, pour chaque sujet, une concentration moyenne en alkylphosphates totaux a été calculée pour cette période. Ces valeurs moyennes ont été utilisées pour comparer les niveaux d'exposition de la saison contrôle (printemps) et de la saison d'exposition (été : juillet/août). En considérant que les échantillons n'ont pas tous été pris aux mêmes dates par tous les participants, cette approche est apparue comme la seule manière logique de considérer les résultats des échantillons d'exposition. À titre d'exemple, le second échantillon d'exposition d'un sujet pouvait très bien être pris la même date que le cinquième d'un autre sujet. Idéalement, il aurait été préférable de définir des dates d'échantillonnages fixes pour tous les participants. Toutefois, si on considère que plusieurs familles sont généralement en vacances estivales à un moment ou à un autre de cette période, il aurait été impossible de recruter suffisamment de participants.

Il est surprenant de constater que les niveaux moyens d'exposition sont sensiblement plus élevés au printemps qu'à l'été, même si cette différence n'est pas significative. Cette observation est à l'opposé de l'hypothèse de départ de cette recherche. Pour chaque groupe pris individuellement les différences ne sont pas significatives, mais sur l'ensemble des sujets, la probabilité d'une différence approche le seuil de signification ($p = 0,079$).

Tableau 10 : Comparaisons des niveaux d'alkylphosphates totaux entre les échantillons contrôles et la valeur moyenne des échantillons pris en saison estivale

Groupe	Concentrations d'alkylphosphates totaux (µg/g de créatinine)		
	Contrôle	Moyenne des échantillons pris en saison estivale	Général
Réglémenté			
n	16	76	92
Moyenne	128,0	97,0	102,4
Moyenne Géométrique	85,1	67,6	69,8**
Écart-type	115,5	77,9	85,7
Non réglementé			
n	67	283	350
Moyenne	141,2	116,0	120,9
Moyenne Géométrique	66,1	58,9	59,7**
Écart-type	257,6	173,8	192,5
Tous			
n	83	359	442
Moyenne	138,7	112,0	117,0
Moyenne Géométrique	69,2*	60,3*	61,7
Écart-type	236,4	158,5	175,8

* p = 0,079, Test de t sur échantillons appariés.

** p = 0,245, test de t, sur les échantillons de chaque groupe;

p = 0,327 sur les moyennes des échantillons de chaque sujet, entre les groupes.

Figure 4 et le Tableau 11 comparent les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude avec ceux de 8 autres études, de même type, réalisées dans des pays industrialisés au cours des dernières années. Ces comparaisons démontrent que les résultats de cette étude sont en général du même ordre de grandeur ou plus élevés que ceux observés dans d'autres études similaires. La différence est plus marquée si on observe les résultats de mesures de méthylphosphates alors que, dépendamment des unités considérées, nos résultats sont entre 0,7 et 17 fois plus élevés que ceux des autres études, avec un dépassement moyen d'un facteur d'un peu plus de 3. Les niveaux d'éthylphosphates mesurés dans cette étude diffèrent toutefois moins de ceux des autres études, avec un dépassement moyen de 1,5 fois, variant entre 0,5 et 4,8 fois. Sur la base de l'ensemble des alkylphosphates, les dépassements varient entre 0,7 et 14 fois, avec une moyenne de 2,7 fois. Notons que ces résultats sont toutefois fortement influencés par l'intégration des données du CDC américain (2001), (Barr *et al.*, 2004) dans les comparaisons. Ces dernières sont effectivement beaucoup plus faibles que celles observées dans les 7 autres études considérées. Ainsi, les taux de dépassement maximums sont tous obtenus lorsqu'on compare les résultats de la présente étude à ceux du *CDC*, peu importe les métabolites considérés. Si on exclut les valeurs obtenues par le *CDC* lors des comparaisons, les taux de dépassement maximums et moyens pour les éthylphosphates, méthylphosphates et alkylphosphates totaux sont beaucoup moins importants avec des valeurs respectives de 1,5 et 1,1; 3,7 et 1,8; 2,8 et 1,5.

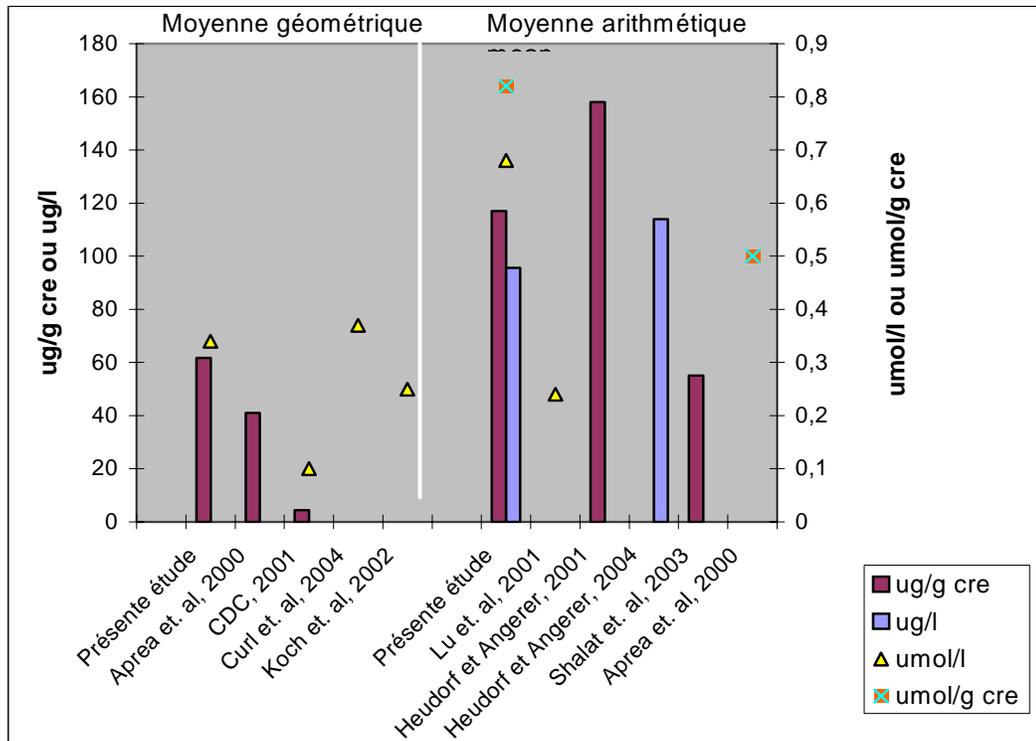


Figure 4 : Comparaison des résultats d'alkylphosphates totaux avec ceux d'autres études publiées dans la littérature

Notons de plus que les résultats de la présente étude sont sensiblement plus élevés en DMTP (moyenne de 48 $\mu\text{g/L}$) que ceux observés par Lowenherz *et al.* (1997) chez des enfants d'applicateurs de pesticides (48 enfants, moyenne de 39 $\mu\text{g/L}$). La différence est encore plus marquée lorsqu'on effectue les comparaisons avec les sujets de référence de cette étude (14 enfants, moyenne de 18 $\mu\text{g/L}$). Cette étude n'a pas été intégrée dans le Tableau 11 parce qu'elle ne considère qu'un métabolite. Toutefois, elle permet de faire des comparaisons intéressantes pour le métabolite avec la moyenne la plus élevée, et le deuxième plus fréquemment retrouvé.

Tableau 11 : Comparaisons des résultats obtenus avec d'autres études

Étude	NOMBRE DE SUJETS (LIEU)	Âge (ans)	Mesures d'alkylphosphates											
			Éthylphosphates*				Méthylphosphates*				Alkylphosphates totaux*			
			µg/g cre.	µg/L	µmol/L	µmol/g cre.	µg/g cre.	µg/L	µmol/L	µmol/g cre.	µg/g cre.	µg/L	µmol/L	µmol/g cre.
Étude INSPQ Moyenne Moyenne géométrique	89 (Québec)	3-7	12,4 6,9	10,5 n.d.	0,067 n.d.	0,078 n.d.	104,6 50,1	85,1 n.d.	0,62 0,29	0,74 0,37	117,0 61,7	95,6 46,9	0,68 0,34	0,82 0,44
Autres études** Aprea <i>et al.</i> , 2000 (<i>moy. géo.</i>) Lu <i>et al.</i> , 2001 Heudorf et Angerer, 2001 Heudorf et Angerer, 2004 CDC 2001 (<i>moy. géo.</i>) Curl <i>et al.</i> , 2004 (<i>moy. géo.</i>) Koch <i>et al.</i> , 2002 (<i>moy. géo.</i>) Shalat <i>et al.</i> , 2003	195 (Italie) 110 (Seattle) 309 (Allemagne) 294 (Allemagne) 309 (Allemagne) 247 (Allemagne) 471 (USA) 21 (Seattle) 44 (Seattle) 52 (Texas)	6-7 2-5 0-5 6-13 0-6 6-12 6-11 2-5 ^a 2-5 0,5-4,5	9 (0,8)		0,05 (1,3)	0,1 (0,9)	32 (1,6) 145 (0,7) 75 (1,4)			0,2 (3,2)	0,4 (2)	41 (1,5) 158 (0,7) 83 (1,4) 114 (0,8) 82 (1,2)	0,24 (2,8)	0,5 (1,8)
Moyenne des rapports, toutes unités confondues : Arithmétique Géométrique				1,5 1,2				3,2 2,1				2,7 1,8		

n.d. : non disponible

* Les valeurs entre parenthèses indiquent le rapport entre les moyennes québécoises et celles des autres études.

** Les valeurs indiquées sont des moyennes arithmétiques sauf si spécifié autrement.

^a Valeurs mesurées sur des urines de 24 heures.

3.5 DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

3.5.1 Éléments factuels

Tel que l'indique le Tableau 12, les niveaux moyens d'alkylphosphates totaux urinaires ne démontrent pas de différence significative lorsque comparés sur la base du sexe des participants ($p = 0,247$).

Tableau 12 : Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires selon le sexe

Sexe	Nombre de sujets	Nombre d'échantillons	Concentration en AP totaux urinaires (moy. géo., µg/g créat.)
Masculin	49	236	57,5
Féminin	40	206	66,7
Total	89	442	61,7

Selon la littérature, la présence d'un jardin potager ou d'un animal de compagnie et la manipulation de pesticides par les parents, dans le cadre de leur travail, peuvent être des facteurs qui favorisent l'augmentation des niveaux d'exposition des enfants (Berkowitz *et al.*, 2003; Coronado *et al.*, 2004). Les informations rapportées dans les questionnaires ont permis de vérifier de telles associations dans la présente étude. À moins d'indication contraire, les proportions de sujets répartis sur la base de ces facteurs n'étaient pas significativement différentes entre les groupes.

Même si aucune utilisation de pesticides dans les potagers n'a été rapportée, les résultats moyens des sujets dont les parents avaient un potager ont été comparés avec ceux qui n'en avaient pas. En effet, en supposant qu'une part importante de l'exposition des enfants aux pesticides pourrait provenir des résidus dans les aliments, il était intéressant de vérifier si la présence de potager pouvait être associée à une consommation plus importante d'aliments d'origine locale contenant potentiellement moins de résidus de pesticides que les aliments du supermarché. Dans l'affirmative, il apparaissait important de vérifier l'hypothèse d'une diminution de l'exposition pour les consommateurs de légumes d'origine locale par rapport aux consommateurs de légumes du supermarché. Toutefois, comme le démontre les données du tableau suivant, les résultats moyens des 2 groupes étaient pratiquement identiques, et l'hypothèse n'a pas été investiguée davantage.

Tableau 13 : Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires pour la présence ou l'absence de potager sur le terrain de la résidence

Présence de potager	Nombre de sujets	Nombre d'échantillons	Concentration en AP totaux urinaires (moy. géo., µg/g créat.)
Oui	75	374	61,8
Non	14	68	60,8
Total	89	442	61,7

Seulement 2 parents du groupe « non-réglementé » ont rapporté utiliser des pesticides au travail. Au total, 5 enfants étaient concernés. Comme il s'est avéré que les pesticides organophosphorés n'étaient pas nécessairement en cause, la différence observée dans le Tableau 14 (significative sur les échantillons, mais pas sur les sujets) doit donc être considérée avec beaucoup de prudence et ce surtout en raison de la faible taille de l'échantillonnage.

Tableau 14 : Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires selon que les parents manipulent ou non des pesticides à leur travail

Les parents manipulent-ils des pesticides au travail?	Nombre de sujets	Nombre d'échantillons	Concentration en AP totaux urinaires (moy. géo., µg/g créat.)
Oui	5	26	96,2*
Non	84	416	60,0*
Total	89	442	61,7

* $p < 0,05$, test de t sur les échantillons.

Comme le montre le tableau 15, les sujets qui avaient un animal de compagnie à la maison avaient des niveaux d'alkylphosphates totaux urinaires significativement plus élevés que ceux qui n'en avaient pas, lorsque les échantillons étaient considérés sur une base individuelle. Lorsque les valeurs moyennes de chaque sujet étaient retenues comme base de comparaison, la différence approchait le seuil de signification statistique ($p = 0,08$). Dans ce dernier cas, si on ne considérait que les échantillons pris durant la période estivale, la différence était toutefois fortement significative ($p = 0,02$). Cette relation a déjà été observée dans une autre étude répertoriée dans la littérature scientifique (Berkowitz *et al.*, 2003).

On a avancé l'hypothèse que des niveaux plus importants d'exposition pourrait s'expliquer par le transport et le transfert de pesticides à la résidence par un animal qui aurait circulé sur un terrain contaminé avec des pesticides. Ce phénomène serait par ailleurs possiblement plus marqué en milieu non réglementé qu'en milieu réglementé. Pour vérifier cette hypothèse, un test de comparaison multiple avec la procédure de Tukey a été effectué en considérant la présence ou l'absence d'animal de compagnie et le statut de réglementation de la zone habitée par les participants. Il apparaît important de rappeler que, de façon générale, la réglementation seule ne semble pas avoir un effet sur l'exposition lorsqu'il n'y a pas eu d'application ponctuelle de pesticides. Tel que le rapporte le tableau 15, on observe que l'effet de la présence d'un animal ne se fait sentir qu'en zone non réglementée, ce qui serait cohérent avec l'hypothèse exprimée.

Tableau 15 : Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires pour la présence ou l'absence d'un animal de compagnie

Groupe	Présence d'animal de compagnie : oui ou non?	Nombre de sujets	Nombre d'échantillons	Concentration en AP totaux urinaires (moy. géo., µg/g créat.)
TOUS	Oui	37	169	75,7*
	Non	52	273	54,3*
	Total	89	442	61,7**
Réglementé	Oui	9	46	66,8
	Non	8	46	72,9
	Total	17	92	69,8
Non réglementé	Oui	28	123	79,4***
	Non	44	227	51,2***
	Total	82	350	59,7

* Différence significative entre les oui/non, test de t, pour les échantillons considérés comme indépendants ($p = 0,003$). Pour les concentrations moyennes par sujet, $p = 0,075$; $p = 0,019$ en ne considérant que les échantillons collectés durant la période estivale, i.e. en excluant les contrôles.

** $p < 0,01$ sur les échantillons, $p = 0,192$ sur les sujets, analyse de variance entre les 4 groupes.

*** $p < 0,01$ sur les échantillons, $p = 0,228$ sur les sujets, test de Tukey

3.5.2 Utilisation de pesticides OP

Durant la période d'échantillonnage, les parents des participants à l'étude devaient remplir, au meilleur de leur connaissance, un calendrier dans lequel ils rapportaient l'utilisation ou l'exposition possible à des sources de pesticides. En raison du petit nombre de réponses positives concernant des utilisations ponctuelles, il a été nécessaire de regrouper certaines questions afin de disposer d'une puissance statistique suffisante lors de certaines comparaisons. De plus, comme aucune différence significative ne fut observée entre le Groupe réglementé et le Groupe non réglementé, la comparaison a été faite sur l'ensemble des sujets et ce, sans tenir compte de l'appartenance à un groupe en particulier. Comme il était clair qu'il n'y avait pas de différences entre les niveaux d'exposition des 2 groupes, la comparaison a été faite uniquement sur la base des réponses du questionnaire. Le tableau 16 présente la comparaison des niveaux d'alkylphosphates totaux urinaires selon le statut d'utilisation directe de pesticides déclaré par les parents, dans les deux jours ayant précédé l'échantillonnage, ou encore en fonction d'une autre source d'exposition potentielle non liée à l'utilisation directe par les parents. Aucune différence statistiquement significative ne fut observée. Les informations sur l'utilisation de pesticides ont été colligées pour chaque échantillon (plutôt que chaque sujet) et dans ce contexte, ceux-ci ont pu être considérés comme indépendants. Pour la même raison, les comparaisons n'ont pas été faites sur la base des valeurs moyennes pour chaque sujet. Concernant l'utilisation de pesticides autres que des herbicides par les parents sur le terrain de la résidence, une tendance légèrement contraire à l'hypothèse de départ a été observée. Toutefois, si on considère le nombre d'échantillons (8) pour les utilisateurs, on ne peut tirer de conclusion sur cette tendance qui est non statistiquement significative. Par ailleurs, les utilisations déclarées ne concernaient pas les insecticides organophosphérés.

Tableau 16 : Comparaison des niveaux d'alkylphosphates urinaires selon l'utilisation ou non de pesticides dans le milieu

Questions sur l'utilisation ou l'exposition possible à des pesticides dans les 2 jours précédant l'échantillonnage	Oui/peut-être (µg/g créat. d'AP totaux)	Non (µg/g créat. d'AP totaux)	p
	n moy. géo.	n moy. géo.	
1- Des pesticides ont-ils été appliqués à l'extérieur sur le gazon /, les fleurs, arbustes, plantes ornementales /, dans le potager?	8 25,4	322 61,8	0,08*
2- Y a-t-il eu d'autres applications de pesticides chez vous (à l'intérieur ou sur l'animal de compagnie) / sur des terrains voisins / ou autres sources d'exposition ailleurs?	54 61,9	276 60,1	0,87**
Question 1 OU Question 2	62 55,2	268 61,8	0,49**

* Test de Mann-Whitney

** Test de t

Note : Les calendriers n'ont pas toujours été remplis correctement et donc, il y a eu des cas où l'information sur l'usage ou l'exposition aux pesticides n'a pas été notée dans le questionnaire, pour certains échantillons. C'est la raison pour laquelle le nombre d'échantillons totalise 330 et non pas 442.

3.5.3 Mesures d'association

Un test de corrélation de Pearson a été effectué afin de vérifier une association possible entre les mesures d'alkylphosphates totaux urinaires et la durée des activités extérieures (en minutes) durant les 2 jours ayant précédé le prélèvement. Aucune corrélation ne fut observée ($r = 0,01$). Ce résultat est toutefois compréhensible car très peu de sujets ont déclaré avoir utilisé des pesticides. Par ailleurs, un test visant à déterminer s'il y avait une relation entre les niveaux d'alkylphosphates totaux urinaires et l'âge au début du projet d'une part et le poids des enfants, d'autre part, a été fait. Il est généralement reconnu que l'exposition aux pesticides varie de manière inversement proportionnelle à ces deux paramètres inter reliés. Les résultats n'ont démontré aucune relation significative entre ces paramètres. Des coefficients de corrélation de -0,1 et -0,15 ont été mesurés pour l'âge et le poids respectivement.

À titre de mesure de consistance interne visant à valider la qualité des mesures effectuées, un test de corrélation a été effectué afin de vérifier la relation entre les résultats obtenus pour les sujets de même famille, pour les échantillons prélevés en même temps. Comme l'illustre le graphique suivant, une corrélation très significative a été observée.

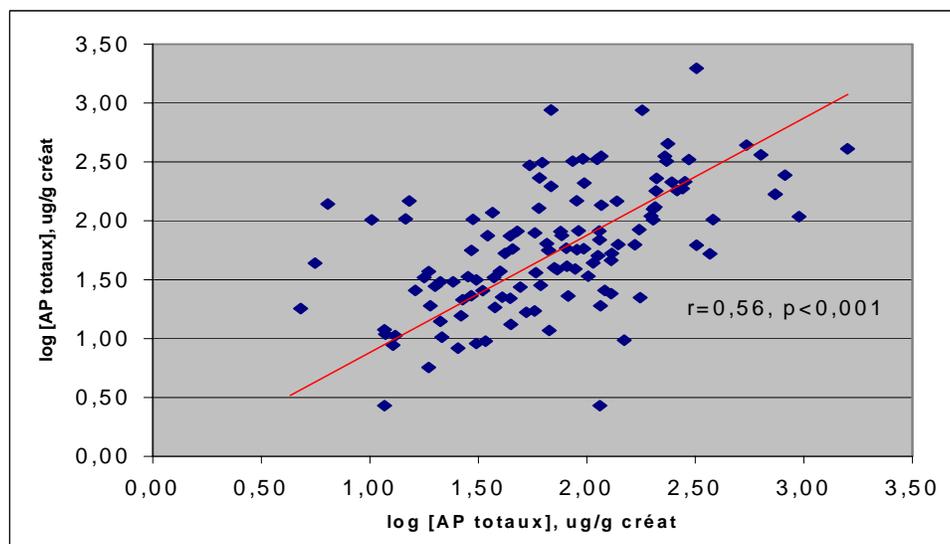


Figure 5 : Corrélation entre les niveaux d'alkylphosphates des sujets de même famille, au même moment

3.6 ÉVALUATION SOMMAIRE DES RISQUES

3.6.1 Chlorophénoxy

Tel que mentionné dans la section portant sur la méthodologie, aucune évaluation quantitative des risques n'a pu être faite pour les niveaux observés de chlorophénoxy. Pour faire une telle analyse, il aurait fallu recueillir toutes les mictions des enfants sur une durée de plusieurs jours, ce qui était impensable si on considère le jeune âge des participants. Pour les quelques échantillons positifs obtenus, les niveaux étaient fortement supérieurs aux données récemment publiées par le CDC aux États-Unis (CDC, 2000). Le résultat le plus élevé observé pour le 2,4-D dans la présente étude est de 53,2 µg/L, alors que pour le mécoprop, il est de 170 µg/L. En comparaison, la moyenne géométrique pour le 2,4-D pour le 95 % percentile était de 1,3, µg/L pour le groupe des enfants de 6 à 11 ans (IC < LD-1,90). Les données du CDC sont pour la population en général et il nous est impossible de savoir si ces enfants avaient été exposés par une source autre que la contamination possible des aliments. Chez 2 sujets de la présente étude, pour lesquels aucune application n'a été déclarée par les parents, des concentrations de 2,4-D de 4,7 (Groupe I) et 2,9 µg/L (Groupe II) ont été mesurées. Ces données indiquent que ces enfants ont pu être exposés par une autre source que l'utilisation résidentielle d'herbicides. En effet, alors que du mécoprop a aussi été mesuré chez certains enfants d'utilisateurs d'herbicides qui appliquent généralement une formulation contenant 3 matières actives, seul le 2,4-D a été mesuré chez une seule personne des Groupes I et II. Le 2,4-D seul est généralement utilisé en milieu agricole.

Les concentrations mesurées dans la présente étude sont bien inférieures à celles retrouvées chez des travailleurs appliquant ces produits. Ainsi, la littérature scientifique rapporte des concentrations urinaires moyennes variant entre 300 et 8 000 µg/L pour le 2,4-D et autour de 280 µg/L pour le mécoprop chez des travailleurs régulièrement assignés à l'application professionnelle de ces produits dans différents milieux, et pour lesquels aucun effet sur la santé n'a été rapporté (IARC, 1986). Ces données sont somme toute sécurisantes mais il faut garder en mémoire que les enfants pourraient être plus sensibles que les adultes aux expositions aux pesticides.

À prime abord, il apparaît peu probable d'observer des expositions significatives aux herbicides chlorophénoxy en l'absence d'une utilisation directe comme l'application de ces produits sur le terrain familial. Pour l'ensemble de l'étude, seuls 2 échantillons ont démontré de faibles concentrations de 2,4-D pour les non utilisateurs alors qu'on a retrouvé des concentrations positives chez 15 % des enfants d'utilisateurs (10 % des échantillons). Les concentrations mesurées chez ces derniers ne devraient pas provoquer d'effets aigus. Toutefois, il est difficile de se prononcer sur les risques d'effets à long terme résultant des expositions concomitantes aux herbicides chlorophénoxy et à d'autres substances comme les organophosphorés.

3.6.2 Organophosphorés

Le Tableau 17 présente les valeurs de référence biologique (VRB) déterminées pour les organophosphorés selon la méthodologie décrite à la section 2.7 du présent rapport.

Tableau 17 : Détermination des valeurs de référence biologiques utilisées pour l'évaluation sommaire des risques

TYPE de VRB (pesticide de référence)	VRB 0-12 heures post-exposition (nmol/kg)	VRB 0-24 heures post-exposition (nmol/kg)	VRB 12-24 heures post-exposition* (nmol/kg)
VRB-Éthylphosphates (chlorpyrifos)	13	45	32
VRB-Méthylphosphates (Azinphos-méthyle)	17	80	63

* Retenues pour la présente évaluation

Quant au tableau 18, il présente les quantités excrétées d'alkylphosphates urinaires dans les échantillons recueillis. Celles-ci ont été utilisées pour l'évaluation du risque à l'aide des VRB.

Tableau 18 : Quantités excrétées d'alkylphosphates dans les échantillons recueillis

Groupe	EP (µmol) moyenne écart-type maximum	MP (µmol) moyenne écart-type maximum	EP + MP (µmol) moyenne écart-type maximum
Témoins	0,009 0,014 0,126	0,073 0,073 0,366	0,083 0,078 0,384
Exposés	0,009 0,016 0,183	0,083 0,134 1,545	0,092 0,14 1,579
Tous	0,009 0,016 0,183	0,081 0,124 1,545	0,09 0,13 1,579

Les comparaisons des quantités excrétées avec les VRB déterminées au Tableau 17, ajustées selon le poids de chaque enfant sont présentées ci-après. Les résultats présentent les fractions des quantités d'alkylphosphates excrétées dans les échantillons par rapport aux VRB.

Tableau 19 : Résumé de la caractérisation du risque

Somme des AP évalués	Nombre d'échantillons évalués*	Fraction moyenne**	Écart-type sur la fraction moyenne	Fraction maximale	Nombre de fraction >1
ΣEP	485	0,015	0,026	0,031	0
ΣMP	485	0,068	0,103	1,196	1
ΣMP + ΣEP	485	0,083	0,115	1,248	1

* Ce nombre ne concorde pas avec les échantillons pris en compte dans la caractérisation de l'exposition. La raison en est que nous avons fourni une appréciation du risque aux parents des sujets de tous les enfants, même ceux dont des échantillons ont été exclus des analyses statistiques faites pour la caractérisation.

** Cette fraction est obtenue en divisant la quantité excrétée de métabolites dans un échantillon donné par la VRB correspondante pour l'individu concerné.

Selon ce tableau, on voit qu'un seul échantillon a présenté une quantité estimée d'alkylphosphates excédant la VRB et ce, dans le cas des méthylphosphates. Cette information indique que, dans ce cas, le *NOAEL* a pu être dépassé.

En moyenne, les quantités excrétées représentent des proportions de 0,015 et 0,068 des VRB pour les éthylphosphates et les méthylphosphates respectivement. Au niveau de la répartition des proportions observées mentionnons que, même en considérant les éthylphosphates et les méthylphosphates ensemble, 437 échantillons (90,1 %) étaient sous la valeur de 0,2. Par ailleurs, 42 résultats (8,7 %) se situaient entre 0,2 et 0,6 et 5 (1 %) entre 0,6 et 1. En ne considérant que les VRB séparément, les proportions étaient donc encore plus faibles en moyenne. Le dépassement de la VRB pour les méthylphosphates dépassait à elle seule la valeur de 1 dans un seul cas.

4 DISCUSSION

La discussion des résultats est présentée en deux parties distinctes. La première concerne l'exposition alors que la seconde traite de l'évaluation des risques qui pourraient en découler.

4.1 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Cette étude a permis de collecter des données descriptives sur l'exposition aux pesticides de 89 enfants québécois âgés de 3 à 7 ans vivant en milieu résidentiel. Deux classes de pesticides qui suscitent souvent des inquiétudes en matière de risque pour la santé ont été investiguées, soient les insecticides organophosphorés et les herbicides chlorophénoxy. C'est la première fois qu'une étude d'une telle envergure évalue l'exposition spécifique des enfants aux pesticides au Québec. À la connaissance des auteurs, il n'existe également qu'une quantité limitée de ce type de données pour l'ensemble du Canada.

4.1.1 Exposition aux chlorophénoxy

En ce qui concerne les herbicides (chlorophénoxy), la présente étude indique qu'il y a un potentiel d'exposition à ces substances lorsqu'elles sont utilisées pour contrôler les mauvaises herbes sur les pelouses. Toutefois, comme seulement 15 % des enfants d'utilisateurs ont été exposés de façon quantifiable, il semble être possible d'utiliser ces produits en prenant des moyens pour éviter l'exposition. Pour le groupe des utilisateurs, 4 des 40 échantillons post application fournis par 3 enfants ont démontré des concentrations de chlorophénoxy au dessus de la limite de détection. Pour l'ensemble du projet, seulement 6 des 123 échantillons urinaires ont démontré des concentrations quantifiables ce qui indique que les expositions chez les non utilisateurs devraient être peu fréquentes.

Le fait que 2 des 6 échantillons positifs aient été collectés chez des sujets qui ne rapportaient aucune application sur le terrain (dont un en zone témoin), en période contrôle de surcroît, est particulier. En effet, contrairement aux organophosphorés, il n'est pas courant d'observer une exposition à ces produits lorsque aucune utilisation n'est rapportée, que ce soit par l'alimentation ou par une autre source d'exposition. Notons cependant que les expositions mesurées chez ces deux sujets sont beaucoup plus faibles que celles observées dans les échantillons prélevés chez des enfants après une application. Même si aucune information n'était rapportée dans les questionnaires sur les conditions ayant précédé le prélèvement contrôle, il apparaît peu probable que ces expositions soient explicables par des utilisations par les parents. En effet, lors de la rencontre avec ces parents, ils ont affirmé ne pas utiliser de pesticides sur le gazon ce qui a justifié de les classer dans les Groupe I ou III. On ne peut exclure une information erronée mais cela apparaît peu probable. Par conséquent, bien qu'il ne soit pas possible de statuer sur ce point, il ne reste que deux possibilités quant à la source de l'exposition observée chez ces deux sujets. 1) L'exposition provenait de la dérive de résidus à partir d'une zone environnante ayant fait l'objet d'un traitement; 2) l'exposition s'est produite alors que l'enfant jouait près d'une zone traitée autre que la résidence familiale. Cela pourrait signifier que certains résidents n'ont pas respecté la réglementation ou encore qu'il y a eu application

pour des fins autorisées à proximité (ex. : terrain de golf, agriculture). Tel que déjà précisé, le fait qu'on ait mesuré uniquement du 2,4-D dans ces urines pourrait indiquer une exposition à une formulation normalement utilisée pour des usages agricoles. En effet, les formulations utilisées pour contrôler les mauvaises herbes du gazon contiennent presque toujours trois ingrédients actifs à savoir le 2,4-D, le dicamba et le mécoprop. Ce dernier a par ailleurs été détecté dans tous les échantillons post-exposition positifs. Bien qu'il soit souvent mélangé au 2,4-D et au mécoprop dans les formulations appliquées en milieu résidentiel et confirmées par le questionnaire, le dicamba n'a été détecté dans aucun échantillon.

4.1.2 Exposition aux organophosphorés

La concentration urinaire moyenne d'alkylphosphates a été de 117 $\mu\text{g/g}$ de créatinine, ce qui témoigne d'une exposition significative aux pesticides organophosphorés. La distribution des concentrations s'éloignait de la normalité et tendait davantage vers un patron de type « Poisson », avec une faible occurrence des valeurs très élevées et une forte occurrence des valeurs faibles, tel que le montre la Figure 2. Cette distribution est courante pour les concentrations urinaires d'alkylphosphates observées dans les études populationnelles pour lesquelles les prélèvements ne sont pas planifiés directement en rapport avec un événement d'exposition. Ce phénomène peut s'expliquer en partie par l'excrétion très rapide des métabolites. En effet, à moins d'échantillonner très peu de temps après qu'une exposition ait eu lieu, les concentrations urinaires en alkylphosphates sont généralement assez faibles.

L'influence des échantillons dont les concentrations urinaires d'alkylphosphates totaux étaient supérieures à 500 $\mu\text{g/g}$ de créatinine se fait fortement sentir sur la moyenne de l'ensemble des valeurs. À eux seuls, ces 11 échantillons font passer la moyenne de 94 $\mu\text{g/g}$ de créatinine à 117 $\mu\text{g/g}$ de créatinine, pour 442 échantillons. Ceci démontre l'importance de normaliser les résultats et de considérer la moyenne géométrique (ici de 61,7 $\mu\text{g/g}$ de créatinine) afin d'avoir un portrait plus juste de la réalité. Cette normalisation a été obtenue par une transformation logarithmique des résultats et elle a permis la réalisation de tests statistiques subséquents.

Il est permis de croire que des événements particuliers d'exposition aux organophosphorés se sont produits la veille ou l'avant-veille de la collecte de ces 11 échantillons. Cela est également vrai pour les 33 échantillons correspondants à des concentrations urinaires situées entre 250 et 500 $\mu\text{g/g}$ de créatinine (Figure 2). Les informations colligées dans les questionnaires n'ont toutefois pas permis d'identifier de tels événements. D'une part, 3 de ces 11 échantillons étaient des contrôles pour lesquels aucune information précollecte n'était colligée. D'autre part, très peu d'événements formels d'utilisation de pesticides ont été rapportés par les parents. De fait, dans les très rares cas où l'utilisation de pesticides était clairement rapportée par les parents (8 cas, voir tableau 16), qu'il s'agisse de pesticides organophosphorés ou d'autres types de pesticides, les niveaux d'alkylphosphates urinaires n'étaient pas particulièrement élevés. Pour certains des 8 autres échantillons dont les concentrations urinaires d'alkylphosphates étaient élevées, les expositions aux pesticides étaient suspectées par les parents, toutefois il fût impossible de les confirmer. Par exemple, des visites au zoo ou dans des parcs publics ont été rapportées mais l'utilisation d'insecticides dans ces endroits est peu probable. Il appert que peu de pesticides sont

utilisés dans les zoos, sauf pour contrer les parasites des animaux. Dans ces cas, les produits normalement utilisés ne sont pas des organophosphorés (Plourde, 2004). Par ailleurs, les pesticides ne devraient pas être utilisés dans les parcs en vertu de l'application du Code de gestion des pesticides du Gouvernement du Québec (MENV, 2003). Mentionnons toutefois que 5 des 9 sujets ayant fourni ces 11 échantillons aux concentrations supérieures à 500 µg/g de créatinine avaient un animal de compagnie, qui a été identifié comme un facteur potentiel d'exposition dans la présente étude.

L'ensemble de ces éléments fait ressortir la difficulté d'identifier des événements d'exposition lorsqu'une campagne d'échantillonnages urinaires ponctuels est effectuée. En fait, ce ne fut possible que pour deux échantillons dans le cadre de cette étude. En effet, chez des enfants pour lesquels des concentrations de 236 et 453 µg/g de créatinine ont été mesurées, on a rapporté une activité de récolte de framboises en milieu agricole la veille de la collecte urinaire. Encore là, cette source d'exposition demeure potentielle puisqu'on ne dispose pas d'information sur le type de pesticides ayant été utilisé sur ces fruits à cette période.

4.1.3 Effet de la réglementation sur l'exposition aux organophosphorés

Selon les conditions de l'étude, le caractère « réglementé » ou non des groupes expérimentaux n'a pas eu d'effet sur les niveaux d'exposition mesurés et ce, probablement en raison du peu d'utilisations de pesticides rapportées. De plus, la différence non significative observée entre les concentrations des échantillons contrôles et les résultats moyens des sujets au cours de l'été montre que la saison d'application extérieure ne semble pas être un facteur important pour les non utilisateurs. Il importe de préciser que les observations faites dans le cadre de cette étude l'ont été dans le contexte où très peu d'événements de pulvérisation ont été rapportés dans les questionnaires. Il s'agit en soi d'une bonne nouvelle en ce sens que nos participants habitant dans des zones non réglementées ont été de faibles utilisateurs de pesticides. Normalement, comme la réglementation dans le milieu d'étude légifère les applications extérieures de pesticide (voir annexe 1), le fait de mesurer les différences entre le printemps et l'été, soit la saison où la fréquence d'applications extérieures est généralement la plus élevée, correspond théoriquement à mesurer indirectement l'effet de la réglementation.

En raison du faible niveau d'utilisation d'insecticides dans le cadre de cette étude, on peut déduire que, de manière générale, les niveaux d'exposition mesurés correspondent plus à une exposition de type « bruit de fond » qu'à des niveaux reliés à un événement quelconque d'application de pesticides, sauf pour les quelques échantillons ayant démontré des concentrations particulièrement élevées d'alkylphosphates urinaires. Dans ce cas, les résultats se démarquent suffisamment de l'ensemble des données pour qu'on puisse supposer une exposition ponctuelle. Il n'est pas impossible que ces résultats soient attribuables à une diète particulière importante en fruits et légumes.

L'absence de différence significative entre les résultats du Groupe « réglementé » et ceux du Groupe « non réglementé » ne veut pas dire que la réglementation n'a pas d'effet sur la fréquence d'événements d'application par les résidents. Au contraire, il est probable qu'en milieu réglementé des pesticides soient moins souvent appliqués par les particuliers qu'en

milieu non réglementé, dans la mesure où la réglementation est respectée. Comme les données colligées indiquent une absence d'utilisation chez les participants qui habitaient en zone réglementée, on peut en déduire que la réglementation municipale pourrait être relativement bien respectée par les citoyens. La portée de la présente étude ne permet cependant pas de tirer de conclusion quant à l'efficacité de la réglementation. Par ailleurs, plus précisément en ce qui concerne le Code de gestion, il sera impossible d'en mesurer la véritable portée qu'après quelques années de mise en application des restrictions touchant les particuliers.

Il a déjà été précisé que les conditions de l'étude n'ont pas réellement permis de mesurer l'ampleur de l'impact réel de la réglementation sur l'exposition. D'une part les utilisateurs potentiels d'insecticides organophosphorés n'en ont pratiquement jamais utilisé et, d'autre part, même si on diminue la fréquence d'application de pesticides, il est possible que les effets n'aient pas été perceptibles dans le contexte d'une procédure d'échantillonnages ponctuels non liés à un événement d'application. En effet, en raison d'une excrétion rapide, les concentrations de métabolites alkylphosphates reviennent normalement à des niveaux correspondant au « bruit de fond » dans un court laps de temps. Pour voir une différence dans ces conditions, il faudrait prendre des échantillons urinaires de manière continue durant une longue période, ce qui requiert des moyens logistiques et financiers de beaucoup supérieurs à ceux disponibles dans le cadre de cette étude. Le fait que les utilisateurs potentiels de pesticides autres que herbicides chlorophénoxy n'aient pas utilisé de pesticides comme prévu au cours de l'étude pourrait laisser entrevoir un niveau de sensibilisation plus élevé en raison des campagnes de sensibilisation mises en place au Québec depuis l'adoption du Code de gestion des pesticides. Par contre, cette situation nous amène aussi à suspecter un biais de sélection difficilement contrôlable. En effet, les difficultés observées au niveau du recrutement nous laissent croire qu'une bonne partie des parents ayant accepté de participer à l'étude étaient déjà sensibilisés à la question de l'utilisation rationnelle des pesticides et que ce phénomène a pu avoir un impact sur les niveaux d'utilisation.

Même si à la lecture des résultats de cette étude on ne peut mettre en lumière des effets directs de la réglementation sur les niveaux d'exposition, cela ne signifie pas nécessairement que la réglementation n'ait pas d'effet bénéfique. Les données relatives à l'utilisation d'herbicides démontrent bien que l'utilisation de pesticides peut mener à des expositions et, idéalement, on devrait viser à les diminuer au maximum. Il faut garder en mémoire que les mesures ponctuelles ont permis de mettre en lumière des expositions aux insecticides organophosphorés chez tous les participants et ce, même chez les non utilisateurs. Toutes les utilisations directes de pesticides peuvent potentiellement constituer une source supplémentaire d'exposition que la réglementation peut éventuellement permettre de diminuer.

4.1.4 Origine de l'exposition observée aux organophosphorés

Puisqu'il a été impossible d'identifier des événements d'application ayant pu générer les expositions observées aux organophosphorés, il importe de se questionner sur d'autres sources potentielles d'exposition. La présence d'une corrélation fortement significative entre les échantillons prélevés au même moment chez les enfants de même famille tend à mettre

en évidence une source commune d'exposition (figure 5). De plus, si on considère l'absence, d'une part, de corrélation avec le temps passé à l'extérieur et, d'autre part, les différences entre les saisons, il est permis de suspecter des expositions de sources alimentaires. Il est généralement bien admis dans la littérature scientifique que la source principale d'exposition de type « bruit de fond » aux organophosphorés provient de l'alimentation (Curl *et al.*, 2003). Les sources agricole ou horticole d'exposition ne peuvent être complètement exclues mais elles sont peu probables si on considère l'éloignement des habitations des participants de tels secteurs d'activité.

4.1.5 Comparaison avec d'autres études

Le fait que les résultats des mesures d'alkylphosphates de la présente étude soient supérieurs ou, dans le meilleur des cas, du même ordre de grandeur que ceux observés dans d'autres études similaires (voir Tableau 11) étonne. En effet, les participants étaient sensiblement du même âge et provenaient de milieux non agricoles et on aurait pu s'attendre à des niveaux d'exposition équivalents ou de moindre importance. Ceci est d'autant plus vrai si on considère que la température au Québec favorise moins l'émergence de problèmes liés à la présence d'insectes nuisibles que dans d'autres pays où des études d'exposition des enfants ont été réalisées. À première vue, il n'y a donc pas de raison évidente pour expliquer que les concentrations urinaires observées chez des enfants québécois soient plus élevées que celles mesurées chez des enfants américains ou italiens.

La forte différence observée avec les résultats du CDC pourrait s'expliquer en partie par le fait que les enfants échantillonnés par cet organisme étaient sensiblement plus âgés (6 à 11 ans) que ceux de la présente étude. Des différences en matière de modèles de comportements et d'habitudes alimentaires entre ces groupes d'âges pourraient en effet avoir eu un impact sur les niveaux d'exposition. Toutefois l'écart important qui sépare les résultats des deux études laisse tout de même supposer que l'exposition des jeunes québécois est importante. Comme le Laboratoire de toxicologie de la DTH performe très bien et obtient les meilleurs résultats lors des contrôles interlaboratoires avec le CDC (voir section 2.5), il est improbable que les différences observées puissent être en lien avec les méthodes analytiques respectivement utilisées pour mesurer les alkylphosphates. Mentionnons toutefois que les présents résultats se comparent avec ceux d'enfants plus âgés échantillonnés en Allemagne (Heudorf *et al.*, 2001 et 2004).

Dans le cas des chlorophénoxy, on dispose de peu de données sur l'exposition de populations d'enfants à ces herbicides, l'étude du CDC étant probablement la seule qui permet de faire des comparaisons valables (CDC, 2000). On ne connaît toutefois pas bien les conditions d'exposition des enfants ayant participé à cette étude, même si on sait qu'il ne s'agissait pas de populations agricoles. Or, pour les trois enfants québécois pour lesquels nous avons détecté des 2,4-D et du mécoprop dans l'urine, il est possible de faire un lien direct avec une application d'herbicide sur le gazon. Comme il s'agit d'une exposition directe, cela pourrait peut-être expliquer que ces résultats dépassent les niveaux de 2,4-D mesurés chez des enfants de 6 à 11 ans aux États-Unis. En effet, les résultats de l'étude du CDC indiquent que dans la majorité des cas, ce produit est indétectable dans l'urine des enfants. Il apparaît prématuré de tirer des conclusions sur ces comparaisons en raison du faible échantillonnage dans la présente étude. Par ailleurs, il ne faut pas mettre de côté

l'hypothèse concernant la différence d'âge, hypothèse qui a également été soulevée dans le cas des alkylphosphates. Toutefois, il demeure que les écarts observés mettent bien en perspective le potentiel d'exposition significative lors de l'utilisation d'herbicides sur les pelouses.

4.1.6 Exclusion de certains échantillons

Certains échantillons ont été exclus des analyses statistiques en raison du non respect du protocole de prélèvement et ce, principalement en ce qui concerne l'horaire de collecte (première urine du matin). D'autres ont été exclus parce que l'enfant avait uriné durant la nuit et que l'échantillon prélevé ne correspondait plus à une période d'excrétion suffisamment longue pour être représentative. En effet, l'approche retenue pour l'évaluation des risques requiert de considérer des quantités totales d'alkylphosphates excrétées pour une durée définie, en l'occurrence toute la nuit. Dans tous les cas, les exclusions visaient à assurer l'uniformité des échantillons. Le fait de ne pas avoir retenu certains échantillons n'a toutefois pas amené une variation importante des résultats puisque la moyenne des concentrations d'alkylphosphates urinaires est passée de 114 µg/g de créatinine avant l'exclusion à 117 µg/g de créatinine après les ajustements.

Toutefois, tel que mentionné dans la section des résultats, les échantillons exclus ont quand même été analysés par souci d'équité envers les parents. En effet, même s'ils n'ont pas été retenus pour l'analyse statistique, ces résultats ont été transmis aux parents afin de respecter nos engagements de départ.

4.1.7 Considérations sur les échantillons prélevés et limites de l'étude

a) Ajustement sur la créatinine

Certains auteurs proposent d'ajuster les concentrations urinaires sur la base de la densité de l'urine alors que d'autres proposent plutôt de faire les corrections en fonction de la créatinine. Les deux approches procurent certains avantages ainsi que des désavantages. Par exemple, l'excrétion de la créatinine est sujette à de larges fluctuations en raisons de facteurs internes (variation diurne, masse corporelle, âge, sexe) ou externes (diète, activité physique, tabagisme, consommation d'alcool, saison) (O'Rourke *et al.*, 2000). Comme aucune des approches n'était parfaite, il fut décidé un peu arbitrairement de corriger les concentrations sur la base de la créatinine urinaire. Ce choix a aussi été influencé par le fait que beaucoup de résultats pour des études comparables sont exprimées µg/g de créatinine. Il était donc intéressant de pouvoir obtenir des données comparables.

b) Dépendance relative des échantillons provenant d'un même individu

Tel que déjà précisé, les échantillons d'un même sujet ont été considérés comme indépendants dans certains tests d'inférence statistique et ce, même s'ils ne l'étaient pas complètement (voir section 3.4). Ainsi, les sujets ayant fourni plus d'échantillons que d'autres ont pu être surreprésentés dans les analyses statistiques. Ce problème ne s'est toutefois pas fait sentir lorsqu'on considérait les moyennes par sujet, puisqu'une seule valeur était attribuée à chaque individu.

Certains sujets d'une même famille ont été considérés dans l'étude. Idéalement, la sélection des participants aurait dû être faite de façon aléatoire en ne retenant qu'un seul sujet par famille, entre autres parce que deux individus de même famille ne sont que partiellement indépendants. D'ailleurs, la corrélation observée entre les échantillons prélevés en même temps pour les sujets de même famille atteste de cette absence d'indépendance. Cependant, il a été jugé plus profitable pour l'étude de retenir quand même ces sujets afin de ne pas perdre de puissance statistique suite à la considération d'un plus petit échantillonnage. En effet, si un seul enfant avait été retenu par famille, plus de 20 sujets auraient dû être exclus des analyses.

c) Représentativité de l'étude

Dans une perspective globale de santé publique, il est important de statuer sur le niveau de représentativité de la présente étude par rapport à l'ensemble de la population infantile du Québec. Bien qu'un échantillon de 89 sujets constitue un bassin intéressant pour une étude de caractérisation de l'exposition, il n'en demeure pas moins qu'il s'agit là d'une faible fraction de la population d'enfants du même âge au Québec. De plus, les enfants ont été recrutés dans des milieux socio-économiques plutôt favorisés alors que la littérature scientifique rapporte souvent des niveaux d'exposition plus importants en milieu défavorisé (Landrigan *et al.*, 1999). Toutefois, si les résidus alimentaires étaient vraiment en cause dans l'exposition des enfants de la présente étude, ce biais serait certainement atténué du fait que les enfants vivant en milieu favorisé sont souvent de plus grands consommateurs de fruits et de légumes, soit la source alimentaire potentiellement la plus importante d'exposition aux organophosphorés. En contrepartie, l'exposition découlant de l'utilisation d'insecticides pour des raisons d'extermination pourrait être moins importante qu'en milieu plus défavorisé, quoique ce constat est généralement surtout fait en milieu urbain de plus forte densité. Finalement, le possible biais de sélection décrit précédemment et découlant d'un recrutement fait sur une base volontaire pourrait également avoir affecté la représentativité de l'étude et sous-estimé les niveaux réels d'exposition.

4.1.8 Perspectives futures

En plus d'avoir permis de mieux cibler les niveaux d'exposition chez un échantillonnage d'enfants québécois, la présente étude a mis en perspective des problématiques qui ne faisaient pas partie des interrogations initiales. Parmi celles-ci, l'hypothèse d'une contribution appréciable de l'alimentation à l'exposition totale mérite certainement d'être investiguée. Une étude qui évaluerait de façon concomitante les niveaux de résidus organophosphorés et la charge en métabolites alkylphosphates serait assurément très pertinente. Des données parcellaires comme les travaux de Curl *et al.*, (2003), portant sur l'effet de la diète biologique par rapport à la diète conventionnelle, ont commencé à documenter cette problématique mais celle-ci mériterait d'être évaluée davantage.

Dans un même ordre d'idée, il serait intéressant de pouvoir approfondir le niveau de connaissance sur l'exposition de résidents suite à des événements de pulvérisation en milieu résidentiel. En effet, bien que cela faisait partie des objectifs initiaux de l'étude, il a été impossible de recruter suffisamment de participants utilisateurs pour documenter adéquatement cette problématique. Dans le cas des herbicides, les participants recrutés sur

la base de l'utilisation de ces produits les ont utilisés tel que prévu. Le recrutement a cependant été difficile et le suivi d'un nombre plus important d'utilisateurs permettrait de mieux documenter les risques de l'utilisation de ces produits. Dans un second volet de l'étude, des enfants d'utilisateurs potentiels devaient fournir des échantillons d'urine, sur une base ponctuelle et ce, pendant une durée déterminée en fonction de la période d'utilisation probable de pesticides (Groupe III). Or, bien que le dépliant ayant servi au recrutement était fort clair sur les caractéristiques recherchées (voir annexe 2) et que les consignes fournies lors des entrevues ne laissaient pas de doute sur les exigences de l'étude, peu de participants ont utilisé des pesticides au cours de la période prescrite. L'utilisation visée pour ce volet de l'étude concernait principalement les insecticides car les utilisateurs d'herbicides étaient inclus dans le Groupe II. Il faut comprendre que les insecticides sont généralement utilisés de façon curative et non préventive, ce qui signifie qu'il faut confirmer la présence d'insectes ravageurs avant d'effectuer des traitements. Or, ce qui fut une chance pour les participants s'avéra une malchance pour les investigateurs, car très peu d'événements d'application résidentielle de pesticides ont été nécessaires durant la période d'échantillonnage. Idéalement, il serait intéressant d'effectuer une étude où un nombre limité de participants fournirait des échantillons d'urine uniquement lors de l'utilisation d'insecticides organophosphorés. Dans ce cas, des trousse de prélèvement seraient fournies aux participants au début de l'été et lors de l'utilisation des pesticides visés, ceux-ci pourraient collecter un ou deux échantillons de la première urine du matin le lendemain et le surlendemain de l'utilisation. En fait, un protocole similaire à celui utilisé pour les chlorophénoxy dans le cadre de la présente étude pourrait être suivi.

Enfin, puisque la présente étude n'a été faite qu'avec 89 enfants issus sensiblement du même milieu, il serait intéressant de l'élargir à un plus grand nombre d'enfants, d'âges et de milieux différents.

L'approche retenue au Québec pour diminuer les niveaux d'exposition aux pesticides est principalement basée sur la réglementation. Que ce soit au niveau provincial ou au niveau municipale, ce sont particulièrement les utilisations de pesticides pour l'horticulture ornementale ou l'entretien paysager qui sont concernées. Or, pour être efficace, l'approche réglementaire doit reposer sur le respect des règles qui y sont prescrites. Dans ce sens, il serait intéressant de développer un volet d'étude qui vise à évaluer le niveau de respect de la réglementation et ses conséquences sur l'exposition de la population. Un tel programme pourrait aussi permettre de statuer sur l'importance d'autres sources d'exposition.

Par ailleurs, l'exposition des enfants vivant en milieu agricole n'est pas documentée au Québec. Il serait intéressant de pouvoir comparer les niveaux d'exposition des jeunes qui vivent en milieu rural avec ceux des résidents urbains. En plus des indicateurs biologiques d'exposition déjà utilisés pour la présente étude, des indicateurs d'effets génotoxiques récemment développés par le laboratoire d'indicateurs biologiques de la Direction de la toxicologie humaine pourraient être mis à profit.

4.2 ÉVALUATION DE RISQUES

L'estimation des risques associés aux concentrations mesurées dans la présente étude a été faite sur la base d'effets non cancérogènes. En effet, il n'est pas possible de statuer sur les risques cancérogènes des expositions observées. Pour ce faire, il aurait fallu déployer des moyens beaucoup plus importants que ceux utilisés dans le cadre de la présente étude. Dans ce sens, des études épidémiologiques seraient beaucoup plus appropriées pour documenter ces risques à long terme. On se contentera donc de mentionner que les évidences d'effets cancérogènes associés à l'exposition tant aux chlorophénoxy qu'aux organophosphorés sont très contradictoires selon les études et qu'il est donc très difficile de statuer sur ce point, même quand on dispose d'excellentes données d'exposition. En raison de la quantité limitée d'information fournie par la présente étude, il ne serait pas raisonnable de se prononcer sur les risques cancérogènes pouvant être associés aux expositions mesurées car trop d'incertitudes persistent et ce, même si les données produites incitent à la prudence. Par ailleurs, cette problématique ne faisait pas partie des objectifs visés.

L'évaluation des risques pour les chlorophénoxy et les organophosphorés sera discutée en deux parties distinctes.

4.2.1 Chlorophénoxy

Les données générées par l'étude indiquent clairement qu'en l'absence d'un événement d'application d'herbicides, il est peu probable que les enfants soient significativement exposés aux chlorophénoxy. Les seules données de comparaisons disponibles pour des enfants sont celles du CDC qui vont aussi dans le sens d'un faible potentiel d'exposition pour une population d'enfant ne vivant pas en milieu agricole (CDC, 2000).

Pour ce qui est des risques d'utilisation de ces produits pour le contrôle des mauvaises herbes, notre étude démontre bien un réel potentiel d'exposition. Par contre, si on considère qu'il a été impossible de mesurer des concentrations de chlorophénoxy au dessus de la limite de détection analytique pour 85 % des enfants d'utilisateurs, on peut aisément supposer qu'il est possible d'utiliser ces produits tout en évitant des expositions indésirables. Toutefois, les résultats positifs observés chez quelques participants sont bien au dessus des valeurs observées par le CDC qui sont considérées comme des niveaux de base. Il n'existe actuellement pas de valeur de référence de risque pour les niveaux urinaires de ces produits et il est impossible de dire, à la limite des connaissances actuelles, si les concentrations urinaires mesurés dans la présente étude peuvent être responsable de problèmes de santé. Toutefois, si on considère l'ensemble des données de la littérature scientifique concernant les effets potentiels des pesticides sur la santé des enfants, les résultats observés incitent à la prudence.

Le fait que les concentrations urinaires de chlorophénoxy mesurées chez quelques enfants soient de beaucoup inférieures aux valeurs moyennes retrouvées dans la littérature pour des applicateurs paraît rassurant, à prime abord. Cependant, il importe de demeurer très prudent. Premièrement, les valeurs mesurées ont été comparées à des moyennes d'exposition pour des travailleurs. Ainsi, il n'est pas exclu que les valeurs maximales

mesurées chez les enfants puissent avoir été supérieures aux valeurs inférieures rapportées pour des travailleurs. Si tel était le cas, il pourrait être préoccupant de constater que des enfants puissent, dans certaines conditions, être suffisamment exposés pour que leurs niveaux urinaires recoupent ceux des travailleurs les moins exposés. Or, même si les concentrations chez les travailleurs n'ont pas été associées à des effets sur la santé, le fait que des expositions résidentielles puissent parfois se comparer à des expositions en milieu de travail est préoccupant puisque les enfants sont reconnus pour être plus sensibles aux pesticides que les travailleurs adultes.

Puisque les urines d'enfants sont plus concentrées que celles des adultes, une même dose initiale d'exposition peut générer des concentrations urinaires beaucoup plus élevées chez l'enfant. Par ailleurs, si on considère la masse corporelle d'un enfant, une même dose initiale pourra avoir des effets plus importants chez l'enfant, d'où la difficulté de faire des comparaisons avec des résultats observés chez des travailleurs.

De façon générale, les résultats obtenus ne devraient pas générer de préoccupations particulièrement élevées quant aux risques d'intoxications aiguës qui sont plutôt rares pour ce type de pesticide. Il importe toutefois de demeurer vigilant dans les situations d'applications de chlorophénoxy sur les pelouses. Même si les données concernant les effets potentiels à long terme de ces produits sont parfois contradictoires, nous ne pouvons confirmer leur complète innocuité et ce, d'autant plus que les enfants sont aussi exposés chroniquement à d'autres pesticides comme les insecticides organophosphorés. Il apparaît donc justifié d'encourager toutes mesures qui viseront à limiter au maximum l'exposition résidentielle aux herbicides. Comme le démontrent les résultats de la présente étude, seulement 10 % des échantillons post-applications (4/40) ont démontré des niveaux détectables de ces substances. Ces données indiquent donc qu'il est possible d'éviter l'exposition des enfants même quant ces produits sont appliqués. Pour y arriver, il faut toutefois mettre en place certaines mesures préventives dont le respect d'un délai sécuritaire avant le retour à des activités sur le terrain. Ces mesures préventives sont d'autant plus pertinentes que les expositions, lorsqu'elles ont lieu, sont inutiles, non volontaires et donc non souhaitables.

4.2.2 Organophosphorés

Pour ce qui est des organophosphorés, les risques associés aux niveaux d'alkylphosphates urinaires observés semblent faibles à prime abord. En effet, la vaste majorité des échantillons présentait des niveaux d'alkylphosphates totaux plusieurs fois inférieures aux VRB individuelles. En fait, en moyenne, ces niveaux étaient entre 15 et 65 fois plus bas (rapports moyens des quantités excrétées sur les VRB des méthylphosphates et éthylphosphates de 0,068 et 0,015 respectivement (Tableau 19). Cette marge permet d'assurer un certain niveau de confiance lorsqu'on évalue les risques associés aux valeurs urinaires de biomarqueurs observées.

De manière générale, les quantités de méthylphosphates observées représentent des fractions sensiblement plus importantes (0,068), par rapport aux VRB, que les quantités d'éthylphosphates (0,015). L'exposition aux organophosphorés générant des méthylphosphates comme métabolites semble donc plus importante que celle d'insecticides

généralisant des éthylphosphates. L'azinphos-méthyle, le malathion, le dichlorvos, le diméthoate, le mé-thidathion, et le phosmet sont quelques exemples d'insecticides préférentiellement métabolisés en méthylphosphates et assez couramment utilisés en milieu agricole.

Même si la vaste majorité des échantillons ne semblent pas poser de risque particulier, il apparaît important de se pencher sur les quelques cas ayant présenté des résultats particulièrement élevés. Comme ces résultats indiquent la possibilité d'exposition plus importante, ils doivent faire l'objet d'une analyse indépendante, ne serait-ce que par souci de responsabilité. Il ne serait pas raisonnable de se limiter qu'aux seules valeurs moyennes pour tirer des conclusions.

Dans l'ensemble, 47 résultats d'alkylphosphates totaux sont moins de 5 fois inférieurs à la somme des VRB pour les méthylphosphates et des éthylphosphates, alors qu'un seul surpassait cette valeur. Les VRB ont habituellement été déterminées pour des volontaires adultes et c'est pourquoi, lors de la définition des normes (Dourson *et al.*, 1996), les divers organismes qui ont la responsabilité d'établir des valeurs de références sécuritaires appliquent généralement un facteur d'incertitude de 10 ou de 3, selon le degré de validité des données initiales utilisées, pour tenir compte des individus sensibles à l'intérieur d'une même espèce. Comme les enfants font partie de ce groupe, d'aucuns pourraient argumenter que, pour un même niveau de risque, les concentrations mesurées chez des enfants devraient être de 3 à 10 fois inférieures à celles observées chez des travailleurs. En moyenne, ce rapport est respecté dans la présente étude. Toutefois, certains pourraient s'inquiéter des risques d'effets, même transitoires¹, pour les 48 cas où ce rapport fut dépassé. Cependant, le bioindicateur d'effet utilisé pour déterminer la valeur de référence (inhibition des cholinestérases érythrocytaires) est un indicateur précoce de l'effet et son inhibition significative apparaît bien avant que des signes ou symptômes cliniques ne se manifestent chez les individus. De plus, le fait de dépasser un niveau maximal sans effet ne signifie pas pour autant qu'on dépasse également le niveau minimal avec effets. Par conséquent, même si on dépasse le niveau correspondant à cette inhibition (ce qui ne s'est présenté qu'une seule fois et ce de façon modérée), le risque demeure faible. D'autres facteurs doivent cependant être considérés.

Tout d'abord, un même enfant n'a pratiquement jamais démontré des niveaux demeurant très élevés d'un échantillon à l'autre. Cette observation a été permise par la collecte de plusieurs échantillons relativement rapprochés. On peut donc supposer que les expositions plus importantes ont été ponctuelles et ne représentaient pas nécessairement une situation habituelle. Aucune situation d'exposition répétée, à des niveaux pouvant vraiment poser des risques, n'a été observée dans la présente étude. Par ailleurs, les modélisations ayant servi à déterminer les VRB ont été faites de manière conservatrice et, en réalité, l'absorption de doses correspondant au *NOAEL* générerait très probablement des concentrations urinaires de métabolites supérieures aux valeurs modélisées. Ainsi, les concentrations observées dans la présente étude sont très probablement inférieures aux concentrations qui résulteraient effectivement de l'absorption d'une dose équivalente au *NOAEL*. Les erreurs

¹ Suite à une exposition à un insecticide organophosphoré, une récupération des cholinestérases érythrocytaires à niveau acceptable est normalement observée après un certain temps.

qui pourraient survenir dans l'utilisation d'une approche basée sur la détermination de VRB ont beaucoup plus de chance de surestimer le risque que de le sous-estimer, ce qui est rassurant d'un point de vue de santé publique. Il faut également noter que les modèles auxquels on s'est référé supposent que les alkylphosphates présents dans l'urine sont dus à l'exposition à deux organophosphorés parmi les plus toxiques, soit l'azinphos-méthyle et le chlorpyrifos. S'il est possible que les alkylphosphates mesurés dans les urines proviennent en partie des ces produits, il est aussi probable que d'autres pesticides organophosphorés, moins toxiques, aient contribué à générer les concentrations observées. Dans ce cas, les concentrations d'alkylphosphates urinaires refléteraient une situation d'exposition moins problématique que si les seuls produits responsables avaient été l'azinphos-méthyle et le chlorpyrifos.

Il est certain que les modèles toxicocinétiques sont des guides et ne sont pas exempts d'incertitudes. Ceci est vrai, peu importe la méthode utilisée pour interpréter les risques posés par les concentrations observées d'alkylphosphates (Fenske *et al.*, 2000). Mentionnons cependant que les modèles toxicocinétiques utilisés ont été validés, ce qui augmente le niveau de confiance envers les interprétations qui en découlent. Par contre, le niveau d'incertitude demeure élevé lorsqu'on doit interpréter qualitativement des données pour lesquelles les conditions expérimentales n'ont pas toutes été respectées. À titre d'exemple, notons la prise d'échantillons sur une période d'excrétion urinaire insuffisamment longue entre autres, parce qu'ils ne correspondaient pas à la première urine du matin, ou encore parce que les enfants avaient mouillé leur lit tard dans la nuit.

Dans le cas des méthylphosphates, il a fallu choisir entre un modèle développé pour le malathion et un autre pour l'azinphos-méthyle. Le second a été retenu car les méthylphosphates constituent les métabolites principaux de l'azinphos-méthyle (76 %) alors qu'ils constituent les métabolites secondaires (30 %) du malathion. L'utilisation du second modèle aurait résulté en un plus haut niveau d'incertitude. Par ailleurs, comme l'azinphos-méthyle est beaucoup plus toxique que le malathion, l'utilisation d'une VBR déterminée pour le premier permettait de compenser pour certaines incertitudes déjà soulevées. Pour les éthylphosphates, un modèle basé sur le parathion, organophosphoré parmi les plus toxiques, aurait pu être utilisé mais le comportement particulier des métabolites du parathion au niveau de l'excrétion rénale rendait difficile son interprétation. C'est pourquoi un modèle déterminé pour le chlorpyrifos a été utilisé.

Considérant l'ensemble des moyens pris pour compenser les incertitudes, on peut penser que les risques d'exposition sont généralement faibles pour la majorité des participants. En ce qui concerne les 48 échantillons les plus élevés, cette affirmation ne peut être faite avec autant de certitude et il faut demeurer prudent. En effet, les modèles utilisés ne considèrent l'exposition qu'à une substance à la fois. Ainsi, ils ne peuvent évidemment pas prendre en compte la possibilité d'interaction avec diverses autres substances que les organophosphorés. L'approche préconisée permet de tenir compte d'expositions concomitantes à plusieurs organophosphorés en raison d'un mécanisme d'action similaire et de propriétés pharmacocinétiques communes. Elle ne permet cependant pas de tenir compte d'autres pesticides et encore moins d'autres substances. Par ailleurs, de nombreuses incertitudes persistent aussi en ce qui concerne les effets à long terme d'une exposition répétée aux pesticides sur de longues périodes.

5 CONCLUSION

En conclusion, les objectifs de cette étude ont été partiellement atteints. En effet, des données sur l'exposition d'enfants québécois aux pesticides organophosphorés et chlorophénoxy ont été colligées et un certain niveau de caractérisation du risque a pu être réalisé. De plus, l'effet de la réglementation a pu être brièvement exploré. Cependant, les niveaux d'exposition générés par l'utilisation résidentielle d'insecticides organophosphorés n'ont pu être évalués en raison des rares utilisations rapportées par les questionnaires et ce, même si les parents avaient affirmé utiliser occasionnellement des pesticides lors de l'entrevue. Deux principales raisons pourraient expliquer cette situation. D'une part, il est possible que l'utilisation de pesticides n'ait pas été nécessaire en raison de l'absence des problématiques anticipées avec des insectes. Il est cependant impossible de savoir si la période estivale concernée a particulièrement été différente des étés précédents en matière de problèmes liés à la présence d'insectes. D'autre part, les parents intéressés par l'étude étaient peut-être déjà sensibilisés et préoccupés par la problématique de l'utilisation des pesticides, ce qui aurait pu influencer leur comportement d'utilisateur. Il faut garder en mémoire que tout le débat québécois sur l'utilisation des pesticides et les campagnes de sensibilisation qui ont suivi l'adoption du Code de gestion ont probablement commencé à influencer les comportements des utilisateurs résidentiels de pesticides au Québec.

Selon les conditions de l'étude, le caractère « réglementé » ou non des groupes expérimentaux n'a pas eu d'effet sur les niveaux d'exposition mesurés et ce, probablement en raison du peu d'utilisations rapportées de pesticides. Par contre, comme les données colligées indiquent une absence d'utilisation chez les participants qui habitaient en zone réglementée, on peut en déduire que la réglementation pourrait être relativement bien respectée par les citoyens. La portée de la présente étude ne permet cependant pas de tirer de conclusion quant à l'efficacité de la réglementation. Par ailleurs, plus précisément en ce qui concerne le Code de gestion, il sera impossible d'en mesurer la véritable portée qu'après quelques années de mise en application des restrictions touchant les particuliers.

Même si l'évaluation des risques associés aux expositions observées n'a pas démontré de situation vraiment préoccupante, il demeure sage, d'un point de vue de santé publique, de continuer à promouvoir la rationalisation de l'usage de pesticides. Si on considère les niveaux d'exposition relativement élevés observés dans cette étude par rapport à des études similaires réalisées dans d'autres pays industrialisés, il faut effectivement viser à réduire les niveaux d'exposition des québécois, surtout en raison des incertitudes qui persistent quant aux effets à long terme et du fait que les expositions documentées sont involontaires. S'il apparaît important de documenter les sources d'exposition autres que les utilisations pour des activités horticoles ou d'entretien paysager, ces dernières constituent tout de même une source d'exposition potentielle et doit continuer à faire l'objet de mesures préventives. Plus particulièrement, il apparaît important d'étudier la relation entre l'exposition des enfants aux pesticides et les résidus de ces produits dans l'alimentation.

6 RÉFÉRENCES

- Adgate, J.L., Barr, D.B., Clayton, A., Eberly, L.E., Freeman, NCG., Lioy, P., Needham, L.L., Pellizzari, E.D., Quackenboss, J.J., Roy, A., Sexton, K. (2001). Measurement of children's exposure to pesticides : Analysis of urinary metabolite levels in a probability-based sample. *Environmental Health Perspective*, vol. 109, no. 6 583-90.
- Apra, C., Strambi, M., Novelli, M.T., Lunghini, L., Bozzi, N. (2000). Biologic monitoring of exposure to organophosphorus pesticides in 195 Italian children. *Environ Health Perspect* **108**(6) : 521-5.
- Arbuckle, T.E., Savitz, D.A., Mer, L.S. et Curtis, K.M. (1999a). Exposure to phenoxy herbicides and the risk of spontaneous abortion, *Epidemiology*, 10: 752-760.
- Arbuckle, T.E., Shrader, S.M., Cole, D.J., Hall, C., Bancej, C.M., Turner, L.A., et Claman, P. (1999b). 2,4-dichlorophenoxyacetic acid residues in semen of Ontario farmers. *Reproductive toxicology*, 13: 421-429.
- Barr, D.B., Bravo, R., Weerasekera, G., Caltabiano, L.M., Whitehead, R.D. Jr., Olsson, A.O., Caudill, S.P., Schober, S.E., Pirkle, J.L., Sampson, E.J., Jackson, R.J., Needham, L.L. (2004). Concentrations of dialkyl phosphate metabolites of organophosphorus pesticides in the US population. *Environ Health Perspect* **112**(2) : 186-200.
- Bell, E.M., Hertz-Picciotto, I. et Beaumont, J.J. (2001). A case-control study of pesticides and fetal death due to congenital anomalies. *Epidemiology*, 12:148-156.
- Belleville, D., Masson, E., Valcke, M. (2002). Enquête sur l'utilisation des pesticides utilisés en milieu résidentiel dans la municipalité de Saint-Bruno-de-Montarville à l'été 2000. Document de la Direction de la santé publique de la Montérégie, Longueuil, Québec. 36 p.
- Berkowitz, G.S., Obel, J., Deych, E., Lapinski, R., Godbold, J., Liu, Z., Landrigan, P.J., Wolf, M.S. (2003). Exposure to indoor pesticides during pregnancy in a multiethnic, urban cohort. *Environmental Health Perspective*, vol. 111, no. 1 : 79-84.
- Bouchard, M. (2003). Une nouvelle approche pour l'évaluation des risques pour la santé humaine associés à des expositions professionnelles aux insecticides organophosphorés. Présentation faite au colloque « Pesticides et Santé », Université de Montréal, 19 novembre 2003.
- Bouchard, M., Gosselin, N.H., Brunet, R.C., Samuel, O., Dumoulin, M.J. et Carrier, G. (2003). A toxicokinetic model of malathion and its metabolites as a tool to assess human exposure and risk through measurements of urinary biomarkers. *Toxicological Sciences*, Vol. 73, p. 182-94.
- Bouchard, M., Carrier, G., Brunet, R.C., Gosselin, N.H., Bonvalot, Y. (2004). Determination of biological reference values for chlorpyrifos metabolites in human urine using a toxicokinetic model. Soumis pour publication.

- Buckley, JD, Robison, LL., Swotinsky, R., Garangrant, DH., Lebeau, M., Manchester, P., Nesbit, ME., Odom, L., Peters, JM., Woods, WG. et Hammond, GD. (1989). Occupational exposures of parents of children with acute nonlymphocytic leukemia: A report from the childrens cancer study group. *Cancer Research*, 49: 4030-4037.
- Buckley, JD., Meadows, AT., Kadin, ME., Lebeau, MM., Siegel, S., Robison, LL. (2000). Pesticide exposures in children with non-Hodgkin lymphoma. *Cancer*, 89: 2315-2321.
- Canadian Public Health Association. (2002). Resolutions and motions. Resolution No.6. *The non-essential use of chemical pesticides on public and private lands*. Position papers and resolutions. P. 14-16.
- Carrier, G., Brunet, RC. (1999). A toxicokinetic model to assess the risk of azinphosmethyl exposure in humans through measures of urinary elimination of alkylphosphates. *Toxicological Sciences* 47(1) : 23-32.
- CDC (Centers for Disease Control) (2000). Second national report on human exposure to environmental chemicals. Department of Health and human services. 257 p. Disponible sur le web à <http://www.cdc.gov/exposurereport/2nd/pdf/secondner.pdf>.
- Colborn, T., Vom Saal, F.S., Soto, AM. (1993). Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environ Health Perspect*, 101(5): 378-384.
- Coronado, GD., Thompson, B., Strong, L., Griffith, WC., Islas, I. (2004). Agricultural task and exposure to organophosphate pesticides among farmworkers. *Environ Health Perspect* 112(4) : 142-147.
- CPEDD (Comité permanent de l'environnement et du développement durable). (2000). Les pesticides : Un choix judicieux s'impose pour protéger la santé et l'environnement. <http://www.parl.qc.ca/InfocomDoc/36/2/envi/studies/reports/envi01/04-toc-f.html>.
- Curl, CL., Fenske, RA., Elgethun, K. (2003). Organophosphorus pesticides exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. *Environ Health Perspect* 111(3) : 377-82.
- Daniels, JL., Olshan, AF., Teschke, K., Hertz-Picciotto, I., Savitz, DA., Blatt, J., Bondy, ML., Neglia, JP., Pollock, BH., Cohn, SL., Look, T., Seeger, RC., Castleberry, RP. (2001). Residential pesticide exposure and neuroblastoma. *Epidemiology*, 12:20-27.
- Davis, JR., Brownson, RC., Garcia, R., Bentz, BJ., Turner, A. (1993). Family pesticide use and childhood brain cancer. *Arch Environ Contamin Toxicol*, 24: 87-92.
- Dourson, ML., Feleter, SP., Robinson, D. (1996). Evolution of science-based uncertainty factors in noncancer risk assessment. *Regul Toxicol Pharmacol*, vol.24, p. 108-20.
- Fenske, RA., Black, KG., Elkner, KP., Lee, CL., Methner, MM., Soto, R. (1990). Potential exposure and health risks of infants following indoor residential pesticide applications. *American Journal of Public Health*, vol. 80, no. 6 : 689-93.

- Fenske, RA., Kissel, JC., Chensheng, L., Kalman, DA., Simcox, NJ., Allen, EH., Keifer, MC. (2000). Biologically based pesticide dose estimates for children in an agricultural community. *Environ Health Perspect* vol. 108(6), p.515-520.
- Gold, E., Gordis, L., Tonascia, JE., Szklo, M. (1979). Risk factors for brain tumors in children. *Am J Epidemiol*, 109: 309-319.
- Gouvernement du Québec, Rapport du Groupe de réflexion sur les pesticides en milieu urbain. (2002). *Pour la protection de la santé et de l'environnement, la gestion environnementale en milieu urbain*, 63 p. Le document complet peut être consulté à l'adresse Internet suivante : <http://www.menv.gouv.qc.ca/sol/pesticid/reflexion/rapport-pesticide.pdf>.
- Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement. (2002). *Projet de code de gestion des pesticides*, 30 p. Le document complet peut être consulté à l'adresse Internet suivante : <http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/permis/code-gestion/code.pdf>.
- Grossman, J. (1995). What's hiding under the sink : Danger of household pesticides. *Environmental Health Perspective*, vol. 103, no. 6 : 550-554.
- Guillette, EA., Meza, MM., Aquilar, MG., Soto, AD., Garcia, IE. (1998). An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. *Environ Health Perspect*, 106(6): 347-353.
- Gurunathan, S., Robson, M., Freeman, N., Buckley, B., Roy, A., Meyer, R., Bukowski, J., Lioy, PJ. (1998). Accumulation of chlorpyrifos on residential surfaces and toys accessible to children. *Environmental Health Perspective*, vol. 106, no. 1 :9-16.
- Heudorf, U., Angerer, J. (2001). Metabolites of organophosphorous insecticides in urine specimens from inhabitants of a residential area. *Environ Res* **86**(1) : 80-7.
- Heudorf, U., Angerer, J., Drexler, H. (2004). Current internal exposure to pesticides in children and adolescents in Germany : urinary levels of metabolites of pyrethroid and organophosphorus insecticides. *Int Arch Occup Environ Health* **77**(1) : 67-72.
- IARC (International Agency for Research on Cancer) (1986). Evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to human, some halogenated hydrocarbons and pesticides exposures. Vol.41, IARC, Lyon, France.
- Infante-Rivard, C., Labuda, D., Krajcinovic, M., Sinnet, D. (1999). Risk of childhood leukemia associated with exposure to pesticides and with gene polymorphisms. *Epidemiology*, 10(5): 481-487.
- Keith, LH. (1997). *Environmental Endocrine Disruptors, A Handbook of property data*. Edition John Wiley and sons, inc. 1232 p.
- Koch, D., Lu, C., Fisker-Andersen, J., Jolley, L., Fenske, RA. (2002). Temporal association of children's pesticide exposure and agricultural spraying : report of a longitudinal monitoring study. *Environ Health Perspect* **110**(8) : 829-33.

- Landrigan, P.J., Claudio, L., Markowitz, C.L., Berkowitz, G.S., Brenner, B.L., Romero, H., Wetmur, J.G., Matte, T.D., Gore, A.C., Godbold, J.H., Wolff, M.S. (1999). Pesticides and inner-city children : exposures, risks, and prevention. *Environ Health Perspect* **107**(S3) : 431-437.
- Lefebvre, Y. (2002). Bilan des ventes de pesticides : suivi des transactions au Québec pour 1998 et 1999. Direction des politiques au secteur agricole. Ministère de l'Environnement, Envirodoq ENV/2002/0178.88 p.
- Leiss, J.K., Savitz, D.A. (1995). Home pesticide use and childhood cancer: a case-control study. *AJPH*, 85(2): 249-252.
- Lewis, R.G., Fortmann, R.C., Camann, D.E. (1994). Evaluation of methods for surveillance the potential exposure of small children to pesticides in the residential environment. *Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 26 : 37-46.
- Loffredo, C.A., Silbergeld, E.K., Ferencz, C., Zhang, J. (2001). Association of transposition of the great arteries in infants with maternal exposures to herbicides and rodenticides. *Am J Epidemiol*, 153(6): 529-536.
- Lowengart, R.A., Peters, J.M., Cicioni, C., Buckley, J., Bernstein, L., Preston-Martin, S., Rappaport, E. (1987). Childhood leukemia and parents' occupational and home exposures. *JNCI*, 79(1): 39-46.
- Lowenherz, C., Fenske, R.A., Simcox, N.J., Bellamy, G., Kalman, D. (1997). Biological monitoring of organophosphorus pesticide exposure among children of agricultural workers in central Washington State. *Environ Health Perspect* **105**(2) : 1344-53.
- Lu, C., Knutson, D.E., Fisker-Andersen, J., Fenske, R.A. (2001). Biological monitoring survey of organophosphorus pesticide exposure among pre-school children in the Seattle metropolitan area. *Environ Health Perspect* **109**(3) : 299-303.
- McDuffie, H.H., Pahwa, P., McLaughlin, J.R., Spinelle, J.J., Fincham, S., Dosman, J.A., Robson, D., Skinnider, L.F., Choi, N.W. (2001). Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticides exposures in men : Cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer epidemiology, Biomarkers & Prevention*, vol. 10 : 1155-63.
- Meinert, R., Kaatsch, P., Kaletsch, U., Krummenauer, F., Miesner, A., MICHAELIS, J. (1996). Childhood leukaemia and exposure to pesticides : results of a case-control study in northern Germany. *European Journal of Cancer*, 32A(11): 1943-1948.
- MENV (Ministère de l'environnement du Québec) (2003). *Code de gestion des pesticides*. Disponible sur <http://www.menv.gouv.qc.ca>.
- Nishioka, M.G., Lewis, R.G., Brinkman, M.C., Burkholder, H.M., Hines, C.E., Menkedick, J.R. (2001). Distribution of 2,4-D in air and surfaces inside residences after lawn applications : Comparing exposure estimates from various media for young children. *Environmental Health Perspective*, vol. 109, no. 11 1185-91.

- Normandin, L., Lavigne, J., Lefebvre, L. (1996). *Risques à la santé associés à l'utilisation des pesticides en milieu résidentiel (Les)*. Régie régionale de la santé. Direction de la santé publique. Montréal, 300 p.
- O'Rourke, MK., Lizardi, PS., Rogan, SP., Freeman, NC., Aguirre, A., Saint, CG. (2000). Pesticide exposure and creatinine variation among young children. *J Expo Anal Environ Epidemiol* **10**(6 Pt 2); 678-81.
- Plourde, G., DMV (Vétérinaire) (2004). Communication personnelle.
- Pogoda, JM., Preston-Martin, S. (1997). Household pesticides and risk of pediatric brain tumors. *Environ Health Perspect*, 105(11):1214-1220.
- Repetto, R., Baliga, S. (1996). *Pesticides and immune System : The public health risks*. World Resources Institute, D.C. 100 p., ISBN 1-56973-087-3.
- Samuel, O. (2001). Réflexions sur l'utilisation des pesticides en milieu urbain (mémoire). Groupe scientifique sur les pesticides. Institut national de santé publique du Québec. ISBN 2-550-38680-9. 22 p.
- Sandborn, M., Cole, D., Kerr, K., Vakil, C., Sanin, LH., Bassil, K. (2004). Pesticides Literature Review. The Ontario College of Family Physicians. 186 p.
<http://www.ocfp.on.ca/local/files/Communications/Current%20Issues/Pesticides/Final%20Paper%2023APR2004.pdf>.
- Sanfaçon, G. (2001). *Intoxication aux pesticides pour la période de 1995 à 2000 : Statistiques du Centre Anti-Poison* (communication personnelle).
- Shalat, SL, Donnelly, KC, Freeman, NC, Calvin, JA, Ramesh, S, Jimenez, M. *et al.* (2003) Nondietary ingestion of pesticides by children in an agricultural community in the US/Mexico border : preliminary results. *J Expo Anal Environ Epidemiol* **13**(1) : 42-50.
- Shaw, G.M., Wasserman, C.R., O'Malley, C.D., Nelson, V. et R.J. Jackson, 1999. Maternal pesticide exposure from multiple sources and selected congenital anomalies. *Epidemiology*, 10:60-66.
- Simcox, NJ., Fenske, RA., Wolz, SA., Lee, I., Kalman, DA. (1995). Pesticides in household dust and soil : Exposure pathways for children of agricultural families. *Environmental Health Perspectives*, vol. 103, no. 12 : 1126-34.
- Valcke, M., Samuel, O., Belleville, D. (2004). Évaluation de l'exposition des enfants aux pesticides utilisés en milieu résidentiel. Projet-Pilote. Institut national de santé publique du Québec. ISBN 2-550-41729-1. 49 p. Disponible sur le web à <http://www.inspq.qc.ca>.
- Whyatt, RM., Barr, DB., Camann, DE., Kinney, PL., Barr, JR., Andrews, HF., Hoepner, LA., Garfinkel, R., Hazi, Y., Reyes, A., Raminéz, J., Cosme, Y., Perera, FP. (2003). Contemporary-use pesticides in personal air samples during pregnancy and blood samples at a delivery among urban minority mothers and newborns. *Environmental Health Perspectives*, vol. 111, no. 5 : 749-56.

Wilson, HA. (1998). Developmental neurotoxicology of endocrine disruptors and pesticides : Identification of information gaps and research needs. *Environ Health Perspect.* 106, Suppl. 3: 807-811.

ANNEXE 1

RÉSUMÉ DES RÉGLEMENTATIONS MUNICIPALES CONCERNANT L'UTILISATION DE PESTICIDES OÙ RÉSIDENT DES PARTICIPANTS AU PROJET D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS AU PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL

**Résumés des réglementations municipales concernant
l'utilisation de pesticides où résident des participants au
projet d'évaluation de l'exposition des enfants aux pesticides
utilisés en milieu résidentiel**

Rapport préparé pour

**L'Institut national de
santé publique du Québec**

MARILYNE SIMARD

Stagiaire

Réviseur : Mathieu Valcke, M.Env., M. Sc.,

Juin 2003

RÉSUMÉ DES RÉGLEMENTATIONS

BELOEIL	4
Utilisation et préparation des pesticides	4
Application	4
CHAMBLY	4
Avis et affichage.....	5
ÎLE-PERROT	5
LONGUEUIL	5
MONTRÉAL	5
MONT-SAINT-HILAIRE	6
Interdiction	6
Exceptions	6
Permis temporaire.....	6
Dispositions relatives à l'épandage de pesticides.....	6
Lutte antiparasitaire intégrée (LAI) – Applicateur commercial	7
Terrain de golf.....	7
NOTRE-DAME-DE-L'ÎLE-PERROT	7
Interdiction	7
Exceptions	8
Permis temporaire.....	8
Permis annuel.....	8
Dispositions relatives à l'épandage de pesticides.....	8
Terrain de golf.....	9
Production agricole et horticole.....	9
OTTERBURN PARK	9
Interdiction	9
Exceptions	9
Autorisation temporaire.....	10
Permis – Utilisateur (applicateur professionnel)	10
Dispositions relatives à l'épandage de pesticides (utilisateur et propriétaire).....	10
Milieu agricole	10
PINCOURT	10
Interdiction	11
Exceptions	11
Dispositions relatives à l'épandage de pesticides.....	11
QUÉBEC	11
ROUGEMONT	11
SAINT-BASILE-LE-GRAND	11
SAINT-LAZARE	12
Interdiction	12
Exceptions	12
Permis temporaire.....	12
Dispositions relatives à l'épandage de pesticides.....	12
SAINTE-JULIE	13

VAUDREUIL-DORION	13
Interdiction	13
Exceptions	13
Permis temporaire.....	13
Permis exceptionnel d'application.....	13
Permis annuel.....	13
Dispositions relatives à l'épandage de pesticides.....	14
Terrain de golf.....	14

ANNEXE 1

ANNEXE 2

ANNEXE 3

ANNEXE 4

Résumé des réglementations

Beloeil

Règlement NO 1119-1-91 - *Règlement concernant l'utilisation des pesticides*
Entrée en vigueur : Février 1991

Utilisation et préparation des pesticides

Toute personne qui utilise des pesticides doit prendre les moyens nécessaires pour réduire les risques associés à l'utilisation de ces produits. Seuls les produits enregistrés peuvent être utilisés (*Loi sur les produits antiparasitaires*). La quantité requise de pesticide doit être préparée de façon sécuritaire (annexe 2). S'il reçoit une rémunération, le préparateur doit porter les vêtements requis et conserver les surplus de produit pour un usage ultérieur.

Application

Aucune application ne peut avoir lieu lorsque la température dépasse 30°C, lorsqu'il pleut ou bruine et lorsqu'il n'y a pas eu de pluie pendant 7 jours consécutifs. De plus, aucune pulvérisation ne peut être effectuée lorsque la vitesse des vents est supérieure à 15 km/h. L'applicateur doit éviter l'arrosage de produits nocifs aux abeilles sur les arbres fruitiers lors de la floraison. Un avis de 24 h 00 doit être donné aux voisins si l'application a lieu sur des arbres situés sur une ligne de propriété mitoyenne. À moins d'être exécutée par la ville, l'application de pesticides sur la propriété d'autrui est interdite. L'applicateur doit s'assurer du bon état de l'équipement utilisé, d'enlever les objets amovibles (annexe 2), de protéger les objets non-amovibles (annexe 2) et de ne pas permettre la présence de personnes sans équipement de protection ou d'animaux domestiques. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées. Il est interdit de circuler sur une pelouse traitée pour une période de 24 h 00 ou 8 h 00 si la pelouse a été mouillée. L'équipement utilisé doit être nettoyé en utilisant la méthode du triple rinçage, les rinçures ne peuvent être déversées (annexe 2) et les pesticides doivent être entreposés dans des contenants sécuritaires (annexe 2).

Chambly

Règlement NO 88-489 - *Règlement concernant l'épandage des pesticides*
Entrée en vigueur : Octobre 1988

Avis et affichage

Avant l'épandage de pesticides, des affichettes doivent être installées sur le terrain traité. L'entrepreneur doit également aviser le propriétaire avant toute application.

Île-Perrot

Aucune réglementation au niveau municipal ne légifère l'épandage de pesticides dans cette ville. Ceci a pu être confirmé en communiquant avec les services municipaux en mai 2003.

Longueuil

Règlement NO CM-2003-94 - sur l'utilisation des pesticides des pesticides
Entré en vigueur : Mai 2003

La ville de Longueuil a fait adopter, durant le mois de mai 2003, l'un des règlements municipaux les plus restrictifs concernant l'utilisation des pesticides. Cette réglementation légifère concernant les zones sensibles (annexe 2), les applications autorisées, les permis d'application, les dispositions relatives à l'application de pesticides (conditions météorologiques, bandes de protection, etc.), ainsi que l'enregistrement des entrepreneurs. De plus, des dispositions sont prévues au sujet de l'application de pesticides sur les terrains de golf et de bowling ainsi que sur les exploitations agricoles.

Cependant, il est à noter que l'entrée en vigueur du premier alinéa de l'article 3, soit que *l'application de tout pesticide énuméré dans la liste jointe au présent règlement comme annexe 1 est strictement interdite en tout temps* (voir annexe 3), n'entrera en vigueur que le 1^{er} janvier 2004. Ceci implique qu'au moment de l'étude, soit entre mai et août 2003, aucune restriction n'était en vigueur concernant l'utilisation de pesticide dans la ville de Longueuil. Les participants résidant dans ce secteur peuvent donc être inclus dans les groupes 1 ou 2.

Montréal

Aucune réglementation au niveau municipal ne légifère l'épandage de pesticides dans cette ville. Ceci a pu être confirmé en communiquant avec les services municipaux en mai 2003.

Mont-Saint-Hilaire

Règlement NO 1024 - *Règlement relatif à l'utilisation extérieure des pesticides*

Entrée en vigueur : Juillet 2002

Interdiction

L'utilisation extérieure des pesticides en milieu résidentiel est interdite.

Exceptions

L'épandage extérieur de pesticides est permis dans les serres, piscines et bassins artificiels en vase clos, pour l'entretien préventif des arbres fruitiers, aux entreprises d'horticultures ornementales et dans le cas d'infestations, sous réserve de l'obtention d'un permis d'application temporaire. De plus, l'utilisation de pesticides à faible impact est permise (annexe 2).

Permis temporaire

- **Applicateur individuel**

L'applicateur individuel (propriétaire ou occupant) peut présenter une demande de permis temporaire en fournissant la description de l'organisme nuisible, une attestation d'un expert confirmant l'infestation, une attestation de l'évaluation préalable d'alternatives connues ainsi que le produit utilisé et la périodicité des applications. (coût du permis : 20 \$)

- **Applicateur commercial**

L'applicateur commercial doit démontrer qu'il possède un permis ou certificat gouvernemental (*L.R.Q., c. P-9.3*) ainsi qu'une assurance responsabilité. De plus, l'applicateur doit fournir des preuves de sa qualification pour la *lutte antiparasitaire intégrée*. (coût du permis : 200 \$)

Dispositions relatives à l'épandage de pesticides

Aucun épandage ne peut être effectué lorsqu'il pleut, lorsque la vitesse des vents excède 10km/h ou lorsque la température atteint 25°C. De plus, aucun épandage n'est permis sur les terrains utilisés par le public ou les terrains adjacents. 24 h 00 avant l'application, un avis doit être envoyé aux voisins adjacents ou locataires. L'épandage doit être effectué entre 7 h 00 et 11 h 00 et entre 13 h 30 et 16 h 00. Aucun épandage n'est permis les jours fériés. L'applicateur doit éviter la contamination des équipements non-amovibles (annexe 2), déplacer les objets amovibles (annexe 2) et cesser l'épandage s'il y a présence de gens ou d'animaux domestiques. De plus, l'applicateur doit respecter les bandes de protections (2 m d'un fossé de drainage; 5 m d'un terrain public; 15 m d'un cours d'eau ou d'un lac; 30 m d'une prise d'eau souterraine ou de surface et 300 m d'un point d'alimentation d'un réseau d'aqueduc). Les produits ne doivent pas dériver sur les propriétés voisines et ne doivent pas atteindre tout objet situé sur une ligne de terrain

mitoyenne sans l'autorisation du voisin. Les engrais doivent être séparés des pesticides. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées et les pesticides doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2).

- Dispositions relatives spécifiquement à l'applicateur individuel
L'applicateur individuel (occupant ou propriétaire) doit s'informer au sujet des méthodes culturales et tenir un registre de son terrain indiquant les produits utilisés. L'instrumentation utilisée doit être nettoyée efficacement et les rinçures ne peuvent être déversées dans l'environnement (annexe 2).

- Dispositions relatives spécifiquement à l'applicateur commercial
En plus de se conformer aux exigences citées par la *Lutte antiparasitaire intégrée (LAI)*, l'applicateur commercial doit multiplier la largeur des bandes de protection par deux si l'épandage s'effectue sur une hauteur de plus de 1 mètre du sol.

Lutte antiparasitaire intégrée (LAI) - Applicateur commercial

Le personnel doit connaître les problèmes phytosanitaires, les insectes nuisibles, être apte à identifier les dégâts et informer le client au sujet des méthodes culturales. Un registre des terrains traités et des clients doit être disponible à la municipalité. De plus, le véhicule utilisé doit être identifié au nom de l'entreprise.

Terrain de golf

L'utilisation de pesticides sur les terrains de golf est permise lors d'infestation et lorsque la vitesse des vents n'excède pas 15 km/h. L'épandage doit être effectué par une personne qualifiée et en respectant les bandes de protection (2m d'un fossé de drainage; 5 m de la ligne de propriété; 15 m d'un cours d'eau ou d'un lac; 30 m d'une prise d'eau souterraine ou de surface et 300 m d'un point d'alimentation d'un réseau d'aqueduc). De plus, des affiches doivent être apposées sur les zones traitées. Les produits doivent être entreposés de façon sécuritaire et ne peuvent être déversés dans l'environnement (annexe 2). Un compte rendu de l'utilisation de pesticides doit être remis à la ville annuellement.

Notre-Dame-de-l'Île-Perrot

Règlement NO 401 - *Règlement visant à interdire l'utilisation extérieure des pesticides*

Entrée en vigueur : Février 2002

Interdiction

Il est interdit d'appliquer et d'utiliser des pesticides sur l'ensemble du territoire de la municipalité.

Exceptions

L'épandage de pesticides est permis sur les terrains de golf et les entreprises horticoles, agricoles ainsi que dans les serres. L'utilisation de *pesticides à faible impact* est permise (annexe 2). L'épandage extérieur de pesticides est permis dans les piscines et les bassins en vase clos. L'utilisation de pesticides est également permise lors d'infestations qui menacent la santé des végétaux et des humains, sous réserve de l'obtention d'un permis temporaire d'application.

Permis temporaire

L'occupant désirant obtenir un permis temporaire doit fournir la description de l'organisme nuisible, la confirmation de l'infestation par l'autorité compétente (annexe 2) et démontrer l'inefficacité des alternatives connues. L'application doit être effectuée par un entrepreneur possédant un permis annuel. (coût du permis : 40 \$).

Permis annuel

L'entrepreneur doit fournir ses coordonnées, présenter des preuves de la détention d'un permis provincial (*L.R.Q., c. P-9.3*) et d'une assurance responsabilité. De plus, l'entrepreneur doit fournir la liste des pesticides utilisés ainsi que des clients visités; le véhicule utilisé doit être clairement identifié. Un registre des noms et des quantités de pesticides utilisées doit être remis à la municipalité annuellement. Préalablement à une application, l'entrepreneur doit s'assurer que le client détient un permis temporaire. (coût du permis : 200 \$).

Dispositions relatives à l'épandage de pesticides

Tout épandage doit être effectué par un entrepreneur. Aucun épandage n'est permis lorsque la température excède 25°C; lorsque la vitesse des vents est supérieure à 10 km/h et lorsqu'il n'a pas plu durant les 4 dernières heures ou que des précipitations sont prévues dans les 4 heures qui suivent. Quarante-huit heures avant l'application, un avis doit être envoyé aux voisins adjacents (ou locataires de l'immeuble). La quantité de pesticides requise pour l'application doit être préparée en respectant les critères de sécurité (annexe 2). L'épandage doit être effectué du lundi au vendredi, entre 9 h 00 et 1 h 30 et entre 13 h 30 et 16 h 00. Aucun épandage n'est permis les jours fériés. L'entrepreneur doit s'assurer du bon état de l'équipement utilisé, éviter la contamination des équipements non-amovibles (annexe 2), retirer les objets amovibles (annexe 2), éviter la contamination de personnes ou d'animaux domestiques, éviter de boire, manger ou fumer et respecter les bandes de protection (2 m des lignes de propriétés adjacentes; 2 m d'un fossé de drainage; 5 m de terrains publics; 15 m d'un cours d'eau ou d'un lac; 30 m d'une prise d'eau souterraine ou de surface et 300 m d'un point d'alimentation d'un réseau d'aqueduc). Aucun épandage ne peut se faire sur les terrains fréquentés par le public ou sur un terrain adjacent. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées et les pesticides doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2).

L'équipement utilisé doit être nettoyé selon la méthode du triple rinçage et les rinçures ne peuvent être déversées dans l'environnement (annexe 2).

Terrain de golf

L'utilisation de pesticides sur les terrains de golf est permise du lundi au vendredi, lorsque les vents n'excèdent pas 10 km/h. L'applicateur doit se conformer aux feuilles de données du produit, respecter des bandes de protections (5 m des lignes de propriété; 15 m d'un cours d'eau ou d'un lac et 300 m d'un point d'alimentation d'un réseau d'aqueduc). De plus, un rapport des pesticides utilisés durant la journée doit être affiché à la vue des joueurs. Les produits doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2). Un compte rendu de l'utilisation des pesticides doit être remis à la municipalité annuellement.

Production agricole et horticole

L'épandage de pesticides est permis sur des propriétés exploitées à des fins agricoles, horticoles ou dans une serre du lundi au vendredi conformément aux feuilles de données disponibles, lorsque les vents n'excèdent pas 10 km/h et en respectant les bandes de sécurité (5 m de clubs de golf; 15 m d'un cours d'eau ou d'un lac; 30 m d'une prise d'eau souterraine ou de surface et 300 m d'un point d'alimentation d'un réseau d'aqueduc). Les produits doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2) et un registre des pesticides et des quantités utilisées doit être remis annuellement à la municipalité.

Otterburn Park

Règlement NO 414 - *Règlement sur l'usage de pesticides et abrogeant les règlements 351 et 351-2*

Entrée en vigueur : Octobre 2002

Interdiction

La réglementation 414 consiste à interdire l'utilisation de pesticides sur les pelouses seulement.

Exceptions

L'utilisation de pesticides est permise sur une pelouse où une infestation est constatée par l'autorité compétente (annexe 2) sous réserve de l'obtention d'une autorisation temporaire. L'infestation peut être causée par un animal ou une plante qui constitue un danger pour l'humain ou une infestation d'insectes dans une propriété.

Autorisation temporaire

L'autorisation temporaire peut être obtenue par le propriétaire (ou l'occupant), lui permettant l'épandage de pesticides conformément aux exigences prévues par la réglementation ou par un applicateur commercial (utilisateur).

Permis - Utilisateur (aplicateur professionnel)

Le permis annuel doit être obtenu avant la signature de tout contrat sur le territoire. L'utilisateur doit présenter des preuves de la détention d'un permis provincial et d'une assurance responsabilité. De plus, l'utilisateur doit fournir la liste des pesticides utilisés sur le territoire, les coordonnées de ses employés et une copie de leurs certificats (*L.R.Q., c. P-9.3*), ainsi que la liste des procédures d'épandage et des mesures d'urgence. Préalablement à une application, l'utilisateur doit s'assurer que le client détient une autorisation temporaire.

Dispositions relatives à l'épandage de pesticides (utilisateur et propriétaire)

Aucune application n'est permise lorsque la vitesse des vents excède 12 km/h ou lorsque la température est supérieure à 25°C. L'utilisateur doit aviser son client la veille de l'application. Les objets amovibles (annexe 2) doivent être retirés, les objets non-amovibles (annexe 2) doivent être protégés et les écoulements ne doivent pas atteindre le terrain d'autrui. L'applicateur doit porter l'équipement de protection nécessaire et empêcher toute personne ou animal domestique d'être sur les lieux de l'application. L'épandage doit s'effectuer du lundi au vendredi entre 8 h 00 et 18 h 00. L'application est interdite les jours fériés. Aucun épandage ne peut avoir lieu à moins de 15 mètres d'un cours d'eau et dans un endroit public. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées et les contenants doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2).

Milieu agricole

Il est permis d'utiliser des pesticides sur une propriété agricole située en zone blanche (annexe 2), et ce, du lundi au vendredi et tous les jours lors d'infestations. L'exploitant doit enregistrer à la municipalité les produits entreposés, le lieu d'entreposage, les données disponibles sur la sécurité des produits ainsi que les mesures d'urgence. Les pesticides doivent être entreposés dans un lieu sécuritaire (annexe 2). L'exploitant doit posséder et se conformer à la feuille de sécurité des produits, aviser par écrit tout propriétaire adjacent la veille d'une application et remettre un rapport annuel à la municipalité concernant les pesticides utilisés.

Pincourt

Règlement NO 667 - *Règlement sur les pesticides*

Entré en vigueur : Avril 1996

Interdiction

Aucun épandage n'est permis entre le 24 juin et le 24 août.

Exceptions

L'utilisation de pesticides est permise lors d'application restreinte (annexe 2) et pour l'entretien d'arbres fruitiers. L'épandage est également permis lors d'infestations mettant en péril la santé des végétaux. L'autorité compétente (annexe 2) doit être consultée pour déterminer le niveau d'intervention.

Dispositions relatives à l'épandage de pesticides

Un avis doit être envoyé aux voisins adjacents ou locataires d'immeuble 24 h 00 à l'avance. L'applicateur doit respecter les conditions météorologiques spécifiées et les bandes de protections. Aucun épandage ne peut être effectué sur une haie située sur une ligne mitoyenne de propriété sans le consentement du voisin ainsi que sur les terrains publics ou adjacents durant les heures d'achalandage. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées. De plus, l'utilisateur doit respecter les dispositions de la loi sur les produits antiparasitaires (*S.R.C. 1970, c.P-10*) et la loi sur les pesticides (*L.R.Q., c. P9-3*).

Québec

Aucune réglementation au niveau municipal ne légifère l'épandage de pesticides dans cette ville. Ceci a pu être confirmé en communiquant avec les services municipaux en mai 2003.

Rougemont

Aucune réglementation au niveau municipal ne légifère l'épandage de pesticides dans cette municipalité. Ceci a pu être confirmé en communiquant avec les services municipaux en mai 2003.

Saint-Basile-le-Grand

Aucune réglementation au niveau municipal ne légifère l'épandage de pesticides dans cette ville. Ceci a pu être confirmé en communiquant avec les services municipaux en mai 2003.

Saint-Lazare

Règlement NO 627 - Règlement visant à interdire l'utilisation extérieure de pesticides

Entrée en vigueur : Novembre 2000

Interdiction

L'utilisation de pesticides en milieu résidentiel est interdite.

Exceptions

L'épandage de pesticides est permis sur les arbres fruitiers, les végétaux en pot, dans les bassins d'eau artificiels, dans les piscines, sur les terres agricoles ainsi que lors d'infestations qui menacent la santé des végétaux et des humains, sous réserve de l'obtention d'un permis temporaire d'application.

Permis temporaire

Le propriétaire ou l'entrepreneur désirant obtenir un permis temporaire doit obtenir la confirmation de l'infestation par l'autorité compétente (annexe 2).

Dispositions relatives à l'épandage de pesticides

Aucune application ne peut être effectuée lorsque la température excède 25°C, lorsque la vitesse des vents est supérieure à 15 km ou lorsque de la pluie est prévue dans les 4 heures suivant l'épandage. L'application peut être effectuée par l'occupant ou un entrepreneur. 24 h 00 avant l'application, un avis doit être envoyé aux voisins adjacents (ou locataires de l'immeuble) et à la municipalité concernant l'épandage. La quantité de pesticides requise pour l'application doit être préparée en respectant les critères de sécurité (annexe 2). Lors de l'application, l'utilisateur doit éviter la contamination de personnes ou d'animaux domestiques et respecter des bandes de protections (30 m d'un puits; 5 m des terrains publics; 10 m des personnes et animaux domestiques; 1 m d'un fossé de drainage et des lignes de propriété et 1,5 m d'un fossé et des lignes de propriété lors d'application sur les arbres). Aucun épandage ne peut se faire sur les terrains fréquentés par le public ou sur un terrain adjacent. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées et les pesticides doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2). L'équipement utilisé doit être nettoyé selon la méthode du triple rinçage et les rinçures ne peuvent être déversées dans l'environnement (annexe 2).

Sainte-Julie

Aucune réglementation au niveau municipal ne légifère l'épandage de pesticides dans cette ville. Ceci a pu être confirmé en communiquant avec les services municipaux en mai 2003.

Vaudreuil-dorion

Règlement NO 1288 - *Règlement visant à interdire l'utilisation extérieure des pesticides*

Entré en vigueur : Mai 2002

Interdiction

L'utilisation et l'application extérieure de pesticides sont interdites sur l'ensemble du territoire de la municipalité.

Exceptions

L'utilisation de *pesticides à faible impact* est permise (annexe 2). L'épandage extérieur de pesticides est permis dans les piscines, les bassins artificiels en vase clos ainsi que sur les exploitations agricoles. De plus, il est permis d'utiliser des pesticides lors d'infestations qui menacent la santé des végétaux et des humains, sous réserve de l'obtention d'un permis temporaire d'application ou d'un permis exceptionnel d'application.

Permis temporaire

L'occupant désirant obtenir un permis temporaire doit fournir la description de l'organisme nuisible, la confirmation de l'infestation par l'autorité compétente (annexe 2) et démontrer que toutes les alternatives connues ont été épuisées. L'application doit être effectuée par un entrepreneur détenant un permis annuel.

Permis exceptionnel d'application

Le rôle de ce permis est d'autoriser l'application de pesticides lors de problèmes urgents d'infestation ou pour protéger la santé publique. L'obtention d'un permis exceptionnel d'application est soumise aux mêmes exigences que l'obtention d'un permis temporaire.

Permis annuel

L'entrepreneur doit fournir ses coordonnées et démontrer qu'il détient un permis provincial (*L.R.Q., c. P-9.3*) ainsi qu'une assurance responsabilité. Il doit également fournir la liste des pesticides utilisés lors d'application et identifier le véhicule utilisé au nom de l'entreprise. (coût du permis : 100 \$).

Dispositions relatives à l'épandage de pesticides

Tout épandage autorisé doit être effectué par un entrepreneur possédant les permis nécessaires. Aucun épandage n'est permis lorsque la vitesse des vents excède 10 km/h, lorsque la température est supérieure à 25°C et lorsque de la pluie est prévue 4 heures avant et 4 heures après l'application. 48 h 00 avant l'application, un avis doit être envoyé aux voisins adjacents (ou locataires de l'immeuble). Seulement la quantité de pesticide requise pour l'application doit être préparée et ce, en respectant les mesures de sécurité (annexe 2). L'épandage doit être effectué du lundi au vendredi entre 9 h 00 et 16 h 00. Aucun épandage n'est permis les jours fériés. L'entrepreneur doit s'assurer du bon état de l'équipement utilisé, déplacer les objets amovibles (annexe 2), protéger les objets non-amovibles (annexe 2) ainsi qu'éviter la présence de personnes ou d'animaux domestiques sur les lieux de l'application. L'applicateur doit éviter de fumer, boire ou manger et respecter les bandes de protections (2 m des lignes de propriétés; 2 m d'un fossé de drainage; 5 m des terrains publics; 15 m d'un cours d'eau ou d'un lac; 30 m d'une prise d'eau souterraine ou de surface et 300m d'un point d'alimentation d'un réseau d'aqueduc). Aucun épandage ne peut se faire sur les terrains fréquentés par le public ou sur les terrains adjacents. Suite à l'application, des affichettes doivent être installées et les rinçures ne peuvent être déversées dans l'environnement (annexe 2).

Terrain de golf

L'utilisation de pesticides sur les terrains de golf est permise du lundi au vendredi, lorsque les vents n'excèdent pas 10 km/h. Le terrain de golf doit posséder un permis valide et l'applicateur, un certificat personnalisé (*L.R.Q., c.P-9.3*). L'applicateur doit également se conformer aux feuilles de données du produit et respecter les bandes de protections (2 m des lignes de propriété; 10 m d'un cours d'eau). Les produits doivent être entreposés de façon sécuritaire (annexe 2). Un compte rendu de l'utilisation de pesticides doit être remis à la Ville annuellement.

ANNEXE 1

Tableau 1 : Résumé des réglementations municipales concernant l'utilisation des pesticides, classées en ordres décroissant de sévérité des restrictions

Ville	Réglementation	Résumé	Permission d'application					
			Gazon	Arbres fruitiers	Périodicité	Agriculture, serres, horticulture	Golf	Infestation
Longueuil	Oui	Interdiction d'utilisation (En vigueur en 2004)				Oui (avec permis)	Oui (avec permis)	Oui (avec permis)
Note-Dame-de-l'Île-Perrot	Oui	Interdiction d'utilisation				Oui	Oui	Oui (avec permis)
Vaudreuil-Dorion	Oui	Interdiction d'utilisation		Oui		Oui	Oui	Oui (avec permis)
Mont-St-Hilaire	Oui	Interdiction d'utilisation		Oui		Oui	Oui	Oui (avec permis)
Saint-Lazare	Oui	Interdiction d'utilisation		Oui		Oui	Oui	Oui (avec permis)
Otterburn Park	Oui	Interdiction sur pelouse seulement		Oui		Oui	Oui	Oui (autorisation temporaire)
Pincourt	Oui	Interdiction d'utilisation	Oui (application localisée)	Oui	24 juin-24août	Oui	Oui	Oui
Beloeil	Oui	Encadrement pour l'utilisation						
Chambly	Oui	Avis aux voisin et affichage						
Île-Perrot	Non							
Montréal	Non							
Québec	Non							
Rougemont	Non							
Saint-Basile-le-Grand	Non							
Sainte-Julie	Non							

- Municipalités où résident des participants du groupe témoin
- Municipalité à ajouter éventuellement au groupe témoin

Annexe 2

LEXIQUE

Application restreinte :

Application de pesticides strictement limitée aux quelques végétaux infestés ou considérés non désirables, peu importe leur localisation sur le terrain impliqué.

Autorité compétente :

Signifie généralement le personnel mandaté par la ville (ou municipalité) responsable de l'application de la réglementation.

Bande de protection :

Surface se trouvant autour d'une parcelle non-traitée, afin de s'assurer que celle-ci ne sera pas affectée par le traitement appliqué à une surface voisine. Les dimensions des bandes de protections sont généralement spécifiées dans les réglementations.

Contenant sécuritaire :

Contenants bien identifiés, en bon état, fermés hermétiquement, étanches et propres.

Entreposage sécuritaire :

Les pesticides doivent être entreposés sous clé, dans des contenants sécuritaires. Les terrains de golf et les producteurs agricoles (hormis Mont-St-Hilaire) doivent également prévoir un lieu d'entreposage à l'épreuve du feu, avec endiguement, ventilation, étagères en acier et une enseigne ignifugée.

Objets amovibles :

Objets qui peuvent facilement être déplacés, tels que les jouets, les bicyclettes, les patageoires, les récipients ou les aliments.

Objets non amovibles :

Objets qui ne peuvent pas être facilement déplacés tels que les piscines, les potagers, les carrés de sable ou tout équipement de jeux non mobile.

Pesticides à faible impact :

Pesticides qui ont un effet minimum sur l'environnement et la santé humaine. Ils auront plusieurs des caractéristiques suivantes (2, au minimum) :

- ils représentent les plus faibles risques, à court et long terme, pour la santé humaine;
- ils ont peu d'impact sur les organismes non-visés;

- ils sont très spécifiques à la cible visée;
- ils sont rapidement biodégradables;
- ils présentent les plus faibles risques pour l'environnement pendant leur manipulation et leur élimination.

Les pesticides à faible impact comprennent de façon non-limitative :

- les bio-pesticides qui contiennent des organismes s'attaquant spécifiquement à certains insectes tel que le BT (*Bacillus thuringiensis*);
- les acides gras et les savons insecticides à l'huile de dormance qui tuent par contact et qui ne laissent pas d'effets résiduels pouvant affecter les organismes non-visés;
- les insecticides botaniques tels que les pyréthrinés, qui sont modérément toxiques mais qui ont une très courte durée de vie;
- la terre diatomée.

Préparation sécuritaire de pesticides :

Afin de préparer les pesticides de façon sécuritaire, l'utilisateur doit :

- se placer dans un endroit bien aéré, bien éclairé et exempt de vent;
- se placer à 30 m de tout cours d'eau, lacs, puits ou source d'eau potable (exceptions : 15 m à Beloeil et 300 m à Notre-Dame-de-l'Île-Perrot);
- préparer seulement la quantité de pesticides nécessaire pour l'application projetée;
- avoir à sa portée l'équipement d'urgence (sauf pour un usage domestique à Beloeil et Saint-Lazare);
- garder à vue l'étiquette du produit sur laquelle sont indiquées les précautions recommandées et les premiers soins à donner en cas d'intoxication.

Rinçures :

Selon le code de *Gestion des déchets de pesticides au Québec* du ministère de l'Environnement du Québec, les déchets de pesticides sont constitués des pesticides eux-mêmes ainsi que des matériaux contaminés qui en découlent (rinçures contenants vides, restant de bouillies, produits périmés, etc.).

Les restants de bouillies doivent être conservés pour une application ultérieure et ne devraient pas être déversés sur les terrains vagues ni jetés dans les égouts sanitaires ou pluviaux.

Les rinçures doivent être déversées sur la superficie déjà traitée, lorsque possible ou pulvérisées dans une zone peu à risque, loin des cours d'eau, des lacs et des puits (50 m). Il est interdit de déverser les rinçures dans les égouts sanitaires ou pluviaux.

Certains pesticides sont classés comme matières dangereuses. Il s'agit des pesticides classés toxiques (classes D1A, D1B, D2A et D2B), des pesticides considérés inflammables ou des pesticides liquides renfermant un contaminant en concentration supérieure aux normes (voir annexe 4). Ces pesticides doivent être éliminés selon les dispositions du *Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r. 15.2)*, c'est-à-dire qu'ils doivent être recyclés ou éliminés par un détenteur de permis du ministère de l'Environnement. Il convient de brûler ces produits dans un incinérateur (ingrédients organiques) ou de les stabiliser (ingrédients inorganiques) afin de les éliminer.

Zone blanche :

L'urbanisme de la ville d'Otterburn Park définie comme zone blanche tout le périmètre urbain de la ville (secteurs résidentiels, industriels, commercial, etc.). Quelques vergers se trouvent dans ce périmètre urbain et l'utilisation de pesticides dans ces exploitations agricoles est donc régie par la loi municipale.

Zones sensibles :

Toute propriété utilisée par une garderie, une école, un hôpital, une clinique de santé, un lieu de culte, une résidence pour personnes âgées, une propriété publique, un camp de jour, un parc, un terrain récréatif, un terrain sportif et tout autre espace vert fréquenté par le public à l'exception des terrains de golf et de bowling.

Annexe 3

Liste des pesticides interdits en tout temps - Ville de Longueuil

Ingrédients actifs interdits	Numéro CAS
Insecticides	
Carbaryl	115-32-2
Dicofol	121-75-5
Malathion	
Fongicides	
Bénomyl	17804-35-2
Captane	133-06-2
Chlorothalonil	1897-45-6
Iprodione	36734-19-7
Quintozène	
Thiophanate-méthyl	
Herbicides	
2, 4-D esters	25168-26-7
2, 4-D formes acides	94-75-7
2, 4-D sels d'amine	2008-39-1
2, 4-D sels de sodium	2702-72-9
MCPA esters	26544-20-7
MCPA sels d'amine	2039-46-5
MCPA sels de potassium ou de sodium	3653-48-3
Mécoprop formes acides	93-65-2
Mécoprop sels d'amine	66423-09-4
Mécoprop sels de potassium ou de sodium	1929-86-8
Chlorthal diméthyl	

Référence : Règlement municipal de Longueuil NO CM-2003-94, Annexe 1

Annexe 4

Tableau 2 : Normes de concentration des contaminants au-delà desquelles les pesticides sont considérés comme matières dangereuses selon le *Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r. 15.2)*.

Contaminants	Normes (mg/L)
Arsenic	5,0
Baryum	100
Bore	500
Cadmium	0,5
Cyanure totaux	20
Chrome	5,0
Fluorures totaux	150
Mercure	0,1
Nitrates et nitrites	1000
Nitrites	100
Plomb	5,0
Sélénium	1,0
Uranium	2,0

Référence : http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/dechets/classe_dang.htm

Date de la visite: 2003-06-10

ANNEXE 2

DÉPLIANT DE RECRUTEMENT

EST-CE QU'IL Y A DES ARBRES FRUITIERS SUR VOTRE TERRAIN ?

OUI : _____ NON : _____

SI, OUI, EST-CE QUE VOUS PRÉVOYEZ APPLIQUER OU FAIRE APPLIQUER DES INSECTICIDES SUR VOS ARBRES FRUITIERS AU COURS DE L'ÉTÉ 2003?

OUI : _____ NON : _____

EST-CE QUE VOUS PRÉVOYEZ APPLIQUER OU FAIRE APPLIQUER DES HERBICIDES SUR VOTRE GAZON AU COURS DE L'ÉTÉ 2003?

OUI : _____ NON : _____

À VOTRE CONNAISSANCE, EST-CE QU'IL Y A UNE RÉGLEMENTATION DANS VOTRE MUNICIPALITÉ CONCERNANT L'UTILISATION DE PESTICIDES EN MILIEU RÉSIDENTIEL?

OUI : _____ NON : _____

**VEUILLEZ RETOURNER CE
COUPON-RÉPONSE
AU PLUS TARD LE 7 MAI 2003.
MERCII!**

BÉNÉFICES pour vous et votre enfant

- ◆ À la fin de l'étude, vous recevrez un rapport personnalisé sur les résultats d'analyses concernant votre enfant. On y expliquera les observations faites en cours d'étude, les impacts potentiels des niveaux d'exposition mesurés et les moyens pour **réduire facilement les niveaux d'exposition de votre enfant afin de protéger sa santé.**

et pour la communauté

- ◆ Les autorités de santé publique ont besoin de documenter l'exposition des enfants aux pesticides. En acceptant que votre enfant participe à l'étude, vous contribuez à améliorer les connaissances de la communauté scientifique. Ceci permettra de prendre des mesures plus efficaces pour protéger la santé des enfants québécois. Vous rendrez service à l'ensemble de la communauté, en plus d'agir dans l'intérêt de votre propre enfant.
- ◆ Lors de la diffusion publique du rapport, les données nominatives concernant les enfants resteront confidentielles.

Information :

MONTÉRÉGIE

Docteur Denis Belleville
450-928-6777 #4047

QUÉBEC

Monsieur Onil Samuel
418-650-5115 #4639

Projet de caractérisation de l'exposition des enfants aux pesticides utilisés en milieu résidentiel



Québec 
Institut National
de Santé Publique
du Québec

CONTEXTE

Selon les statistiques du ministère de l'Environnement, il y a eu une augmentation importante de la vente de pesticides de classe domestique au cours des 20 dernières années au Québec.

Cette utilisation croissante de pesticides en milieu résidentiel soulève des interrogations auprès des citoyens et des autorités de santé publique sur les risques possibles à la santé.

Nous savons que les enfants sont plus susceptibles que les adultes d'être affectés par les pesticides en raison de leurs comportements qui les amènent à être davantage exposés et parce que leur organisme n'a pas la même capacité de défense que les adultes. Pour évaluer les impacts possibles des pesticides sur la santé des enfants, il importe de connaître l'ampleur réelle de cette exposition.

Le Groupe scientifique sur les pesticides de l'Institut national de santé publique du Québec planifie une étude d'évaluation d'exposition aux pesticides pour laquelle la collaboration des parents et des enfants est requise.

COMMENT Y PARTICIPER?

- ◆ Accepter que votre enfant y participe en signant un formulaire de consentement bien établi afin d'assurer la confidentialité et le respect des considérations éthiques.
- ◆ Remplir quotidiennement un court questionnaire sur les activités de votre enfant et sur l'utilisation de pesticides durant 2 périodes de 10 jours.

Implication principale des enfants

- ◆ Fournir un maximum de 7 échantillons d'urine du matin au cours du printemps et de l'été 2003 à des moments précisés par les responsables de l'étude.

CRITÈRES DE SÉLECTION

- ◆ Enfants doivent être âgés de 3 à 7 ans.
- ◆ Enfants doivent demeurer dans des résidences situées sur des terrains où seront appliqués des pesticides occasionnellement.

et/ou

- ◆ Enfants qui vivent dans des municipalités où l'usage de pesticides est réglementé.

COUPON-RÉPONSE

OUI, J'ACCEPTÉ QUE
MON ENFANT PARTICIPE

Nom du parent : _____

Prénom du parent : _____

Adresse : _____

Numéro de téléphone : _____

Nombre d'enfants
âgés de 3 à 7 ans : _____

**S'IL VOUS PLAÎT, VEUILLEZ
COMPLÉTER LE VERSO →**

ANNEXE 3

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT UTILISÉ

PROJET DE CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS AUX PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL

Formulaire de consentement

Titre de l'étude : PROJET DE CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS AUX
PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL

Investigateurs : DENIS BELLEVILLE, M.D., M.SC., MATHIEU VALCKE, M.SC., MENV
CLAUDE TREMBLAY, M.SC., PH.D., ONIL SAMUEL, B.SC.

Organisme : MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX
INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

Introduction

L'engouement pour l'horticulture a amené une utilisation croissante des pesticides en milieu urbain. Or, cette situation soulève de plus en plus d'interrogations en rapport avec les risques à la santé qui pourraient résulter de niveaux d'exposition accrus pour la population et principalement pour les enfants. Malheureusement, il n'existe aucune donnée québécoise concernant les niveaux d'exposition aux pesticides en milieu urbain. L'étude proposée est une recherche qui vise à mesurer les niveaux d'exposition des enfants aux pesticides dans un contexte d'utilisation résidentielle.

Objectifs

L'objectif général est d'évaluer les niveaux d'exposition des enfants aux pesticides utilisés en milieu résidentiel pour des activités d'entretien paysager ou d'horticulture ornementale. Les objectifs secondaires sont de vérifier si ces activités ont un impact sur les niveaux d'exposition et aussi de vérifier si la présence d'une réglementation municipale en regard de ces usages contribue à diminuer l'exposition des enfants. La durée de participation requise des sujets est de deux mois, mais elle ne requiert en fait que quelques implications ponctuelles des sujets durant cette période.

Recrutement

Les sujets recrutés sont des enfants âgés de 3 à 7 ans. Les enfants du groupe témoin sont choisis car ils demeurent dans une municipalité où l'usage de pesticides

est réglementé. Les enfants des deux autres groupes demeurent sur des terrains où on utilise occasionnellement des pesticides. Le recrutement a été fait sur une base volontaire avec l'accord des parents. Le contact avec les parents s'est fait par l'entremise des centres de petite enfance ayant distribué aux parents un dépliant les invitant à faire participer leur enfant à l'étude. Les personnes intéressées retournaient le dépliant aux responsables du projet qui ont par la suite pris contact avec eux.

Procédure

Les participants (environ 110 au total) devront fournir un échantillon de leur première urine du matin suite à une application des pesticides ciblés. De plus, selon les scénarios retenus, ils devront fournir des échantillons à des dates prédéterminées (en relation ou non avec l'événement) au cours des jours qui suivront le traitement de leur terrain ou dans la période ciblée en raison d'une utilisation potentielle des pesticides. Un maximum de six échantillons pourra ainsi être fourni par les enfants des groupes étudiés durant la période d'étude.

Seuls les pesticides chlorophénoxy et organophosphorés seront mesurés.

Les parents des participants devront compléter un questionnaire qui vise à obtenir des informations sur les paramètres personnels des participants et sur les pesticides utilisés sur le terrain de la résidence. Cela requerra quelques minutes par jours, pendant un total interrompu d'environ 2 semaines.

Considérations éthiques

La participation des enfants se fait entièrement sur la base d'un accord des parents qui sont informés en détail des modalités de l'étude et de la contribution attendue. Un formulaire de consentement éclairé est remis pour signature. Une copie de ce formulaire sera retournée aux parents et une copie sera conservée de façon confidentielle par les responsables de l'étude. Toute l'information nominative (noms, âge, sexe, coordonnées, etc) recueillie aux fins de l'étude sera traitée et conservée de façon confidentielle selon les normes en vigueur à la Régie Régionale de la Santé et des Services Sociaux de la Montérégie pour une période de sept (7) ans avant leur destruction. Tous rapports et/ou publications scientifique rapportant les résultats de cette étude seront présentés de façon dépersonnalisée et aucun participant ne sera en aucun temps identifié. Pour chaque sujet, un rapport sur leurs résultats propres, avec mise en contexte, sera remis aux parents. La présente étude a été soumise et approuvée par le Comité d'éthique de l'Hôpital Charles-Lemoyne.

Avantages

À la fin du projet, les parents qui auront accepté la participation de leur(s) enfant(s) à l'étude auront droit à un rapport individualisé de leur(s) niveau(x) d'exposition avec explication des résultats. Ceci constituera un moyen d'être informé sur le niveau d'exposition de leurs enfants et, le cas échéant, leur permettra de savoir s'il est pertinent de prendre des mesures particulières pour réduire leur exposition dans le but d'améliorer la protection de leur santé.

Risque potentiel

Comme il s'agit de prélèvements urinaires, aucun risque n'est à prévoir, si ce n'est les éventuelles interrogations ou le stress qui pourraient être suscités par la participation à l'étude et l'attente des résultats.

Information complémentaire

Si vous avez des questions à poser concernant vos droits en tant que sujet de recherche, vous pouvez vous adresser à Mathieu Valcke, M.Env., M.Sc., responsable de projet, au numéro de téléphone suivant **(450) 928-6777**, poste **4054**, ou à Denis Belleville, M.D., M. Sc., poste **4047**. Adresse : 1255 , rue Beauregard, Longueuil, J4K 2M3. Dans la région de Québec, vous pouvez vous adresser à Onil Samuel, co-responsable du projet, au **418-650-5115**, poste **4639**. Adresse : Direction de toxicologie humaine, 945 Avenue Wolfe Sainte-Foy (Québec), G1V 5B3.

Déclaration et signature du participant

J'ai lu le présent formulaire et je comprends le but de l'étude de même que les avantages et les risques qui peuvent découler de la participation de mon enfant. J'ai eu l'occasion de poser des questions et j'ai reçu une réponse satisfaisante à chacune de mes questions.

Par la présente, je donne mon consentement libre et éclairé à la participation de mon enfant à l'étude. Je comprends aussi que je peux le retirer de l'étude en tout temps sans avoir à donner de justifications.

J'autorise les responsables de la présente recherche à conserver mes coordonnées afin de prendre contact avec moi dans le cas d'éventuelles études ultérieures pouvant découler de la présente : oui _____ non _____

Nom : _____ Adresse : _____

Tél. : _____

Signature : _____ Date : _____
(Parent)

Nom de l'enfant : _____

L'enfant est d'accord pour participer à l'étude (cocher) :

Je soussigné(e), _____, ai communiqué tous les détails de l'étude au parent susmentionné.

Nom : _____ Adresse : _____

Tél. : _____

Signature : _____ Date : _____
(Investigateur)

ANNEXE 4

PROTOCOLE SPÉCIFIQUE POUR LE PRÉLÈVEMENT D'URINE

Protocole spécifique pour le prélèvement d'urine

- Aux dates prévues pour les prélèvements d'urine, récolter la **première miction du matin** dans une bouteille fournie dans votre trousse de prélèvement.
- Il est important de vous laver les mains avant de faire le prélèvement.
- Il ne faut pas remplir la bouteille au complet pour éviter tout débordement lors de la congélation (**remplir environ aux trois quarts**).
- Fermer la bouteille hermétiquement.
- Indiquer le nom du participant et la date sur une étiquette autocollante prévue à cet effet et placer celle-ci sur la bouteille.
- Mettre la bouteille dans un sac de plastique fourni dans votre trousse de prélèvement.
- Mettre les bouteilles au congélateur jusqu'à ce qu'on puisse les récupérer.
- Remplir le questionnaire ainsi que le formulaire de consentement au meilleur de vos connaissances.
- Prévenir les responsables du projet afin que les prélèvements puissent être récupérés.



ANNEXE 5

TROIS TYPES DE QUESTIONNAIRES UTILISÉS

**PROJET DE CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS
AUX PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL**

QUESTIONNAIRE

*Sujets vivant sur des terrains où l'on utilise occasionnellement
des pesticides sans traiter le gazon ou des arbres fruitiers*

Avril 2003

INSTRUCTIONS POUR REMPLIR LE QUESTIONNAIRE

- Ce questionnaire comporte 11 pages, incluant la page de présentation.
- Ne commencer à remplir ce questionnaire qu'après avoir rencontré les responsables de l'étude, et ce à partir de la veille de l'échantillonnage contrôle d'urine de votre enfant.
- Le questionnaire doit être rempli par un adulte qui connaît bien les activités de l'enfant et qui habite de préférence la même résidence (père, mère, gardienne).
- Ce questionnaire se divise en trois sections. La première section devrait être remplie la veille de l'échantillonnage d'urine contrôle. La seconde devrait être remplie la veille du premier échantillonnage d'exposition. La troisième section devrait être remplie au jour le jour, préférablement à la fin de la journée, tout au long de la période d'étude.
- Lisez attentivement les instructions ci-dessous, sur la façon de remplir chaque section, et répondez aux questions au mieux de votre connaissance.

Si vous avez des interrogations par rapport aux questions posées dans ce questionnaire, n'hésitez pas à communiquer avec le docteur Denis Belleville, co-responsable de l'étude, au 450-928-6777, poste 4047, ou encore avec Mathieu Valcke, co-responsable de l'étude, au 450-928-6777, poste 4054 (les frais d'interurbain sont acceptés). Vous pouvez aussi vous adresser à Onil Samuel, co-responsable de l'étude, au 418-650-5115, poste 4639.

Instructions pour la Section 1

Cette section rapporte les informations concernant l'identité de l'enfant et les généralités se rapportant au terrain où il réside. Répondez le plus complètement possible aux questions, en inscrivant l'information demandée ou en plaçant un « x » à l'endroit approprié, selon le cas. De plus, la date et le numéro de la prise de l'échantillon d'urine qui sera utilisé comme contrôle doit y être indiqué.

Instructions pour la Section 2

Cette section rapporte les informations concernant l'utilisation de pesticides **la veille du premier échantillonnage d'exposition et les deux jours précédents**. Elle rapporte également les informations concernant le comportement des enfants **le jour de l'échantillonnage d'exposition uniquement**. Pour les questions 1 et 2, répondez en inscrivant un chiffre. Pour les questions 3 et suivantes, répondez en plaçant un « x » à l'endroit approprié, « non » ou « oui ». Si vous cochez « oui », vous devez préciser et donner le nom du pesticide appliqué. Si vous ne savez pas, indiquez « NSP » à l'endroit réservé au nom du pesticide. Si une question ne s'applique pas à votre situation, cochez « non » à la question.

Instructions pour remplir la Section 3

Cette section prend la forme d'un tableau qu'il faut remplir un jour à la fois, **tout au long des 12 jours que constituent la période d'échantillonnage**. Chaque colonne du tableau correspond à une journée. La journée est indiquée au haut du tableau, et il faut indiquer la date appropriée. **Pour chaque journée pour laquelle un prélèvement d'urine devra être fait, il est extrêmement important d'indiquer le numéro d'échantillon correspondant au numéro inscrit sur la bouteille.** Les journées où l'enfant doit fournir un échantillon d'urine du matin sont identifiées. Les échantillons d'urine sont prélevés tel que décrit dans le document joint intitulé « *Protocole spécifique pour le prélèvement d'urine* ». Pour chaque journée (colonne) vous devez répondre aux questions inscrites dans la colonne de gauche, à raison d'une question par rangée. Pour les deux premières questions, vous devez inscrire un chiffre correspondant au nombre d'heures passées par votre enfant à l'extérieur, chez vous et ailleurs, respectivement. Pour les questions 3 et suivantes, vous devez cocher « oui » ou « non » selon que vous ayez utilisé des pesticides sur les cibles indiquées. Si vous répondez « oui » à l'une des questions, vous devez préciser et indiquer le nom du pesticide utilisé. Si vous ne savez pas, indiquez « NSP » à l'endroit réservé au nom du pesticide. Si une question ne s'applique pas à votre situation, vous répondez « non » à la question. Si vous n'êtes pas sûr du sens d'une question indiquée dans la colonne de gauche, référez-vous à la question portant le même numéro, dans la Section 2. En effet, les questions posées dans les sections 2 et 3 identifiées par le même chiffre demandent les mêmes choses. Seules les périodes de temps qu'elles concernent diffèrent. Pour le jour 12 (dernière colonne), il ne faut pas répondre aux questions, seule la date est importante à indiquer, au haut de la colonne.

SECTION 1

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Ce questionnaire concerne

Enfant

Prénom : _____ Nom : _____

Sexe : m : ___ f : ___

Adresse : no. et rue : _____

Ville : _____

Code postal : _____ - _____

Date de naissance : ____/____/____ Poids : _____
 jour / mois/ année

Sur le terrain de la résidence :

Est-ce qu'il y a un potager ou un jardin de fleurs?

Non : ___ Oui : ___

Avez-vous un animal de compagnie (chien ou chat)?

Non : ___ Oui : ___

Combien y a-t-il d'arbres fruitiers? : ___

Les terrains immédiatement adjacents à votre propriété sont des :

- ___ terrains résidentiels
- ___ terrains publics (parc, école, municipalité)
- ___ terrains de golf
- ___ terrains agricoles

Y a-t-il quelqu'un à la maison qui manipule des pesticides à son travail?

Non : ___ Oui : ___

Jour (C) : Jour de l'échantillonnage contrôle

Date : _____ Numéro de l'échantillon : _____
 jour / mois

SECTION 2

INFORMATIONS SUR LA VEILLE DE L'ÉCHANTILLONNAGE D'EXPOSITION ET LES DEUX JOURS PRÉCÉDENTS

Jour (0) : Veille du premier échantillonnage d'exposition à date prédéterminée

Date : ____ / ____
 jour / mois

1. Selon vous, combien d'heures votre enfant a-t-il passé à l'extérieur sur le terrain de votre résidence aujourd'hui?

Nombre d'heures : _____

2. Selon vous, combien d'heures votre enfant a-t-il passé sur des terrains autres que votre résidence aujourd'hui (chez des voisins, parcs, aires de jeu, école, garderie, etc)?

Nombre d'heures : _____

3. Est-ce que des pesticides ont été appliqués à l'intérieur de la résidence pour détruire des insectes nuisibles (fourmis, araignées, moustiques, etc.) aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

4. Est-ce que des pesticides ont été appliqués à l'extérieur de la résidence :

4a. Sur le gazon ?

aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

4b. Sur les arbustes, sur les plantes ou fleurs ornementales?

aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

4c. Dans le potager?

aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

4d. Sur le chat ou le chien (ex. : shampoing pour puces ou autres maladies)?

Aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

5. Y a-t-il eu d'autres utilisations de pesticides sur votre terrain ou dans la maison et n'ayant pas été indiquées par les autres questions?

Aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

6. À votre connaissance, des pesticides ont-ils été utilisés sur les terrains immédiatement adjacents à votre propriété aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____

7. À votre connaissance, est-ce que votre enfant aurait été exposé à d'autres sources de pesticides aujourd'hui?

Non : _____

Oui : _____ Si oui, décrivez : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui

Non : _____

Oui : _____ Si oui, décrivez : _____

SECTION 3

CALENDRIER DE COMPORTEMENT ET D'UTILISATION DES PESTICIDES DURANT LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE D'EXPOSITION

Période d'échantillonnages ponctuels d'exposition à date fixe (entre la mi-juillet et la mi-août)											
1. 1 ^{er} échantillonnage d'exposition	2.	3. Second échantillonnage d'exposition	4.	5.	6. Troisième échantillonnage d'exposition	7.	8.	9. Quatrième échantillonnage d'exposition	10.	11.	12. Dernier échantillonnage d'exposition
Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :
Numéro de l'échantillon: _____		Numéro de l'échantillon: _____			Numéro de l'échantillon: _____			Numéro de l'échantillon: _____			Numéro de l'échantillon: _____
Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___		Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___
Nombre d'heures											
1. À l'extérieur, chez vous?											X
2. À l'extérieur, ailleurs?											X

**PROJET DE CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS
AUX PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL**

QUESTIONNAIRE

*Sujets demeurant dans des municipalité
où l'usage de pesticides est réglementé (témoins)*

Avril 2003

INSTRUCTIONS POUR REMPLIR LE QUESTIONNAIRE

- Ce questionnaire comporte 11 pages, incluant la page de présentation.
- Ne commencer à remplir ce questionnaire qu'après avoir rencontré les responsables de l'étude, et ce à partir de la veille de l'échantillonnage contrôle d'urine de votre enfant.
- Le questionnaire doit être rempli par un adulte qui connaît bien les activités de l'enfant et qui habite de préférence la même résidence (père, mère, gardienne).
- Ce questionnaire se divise en trois sections. La première section devrait être remplie la veille de l'échantillonnage d'urine contrôle. La seconde devrait être remplie la veille du premier échantillonnage d'exposition (après l'échantillonnage contrôle). La troisième section devrait être remplie au jour le jour, préférentiellement à la fin de la journée, tout au long de la période d'étude.
- Lisez attentivement les instructions ci-dessous, sur la façon de remplir chaque section, et répondez aux questions au mieux de votre connaissance.

Si vous avez des interrogations par rapport aux questions posées dans ce questionnaire, n'hésitez pas à communiquer avec le docteur Denis Belleville, co-responsable de l'étude, au 450-928-6777, poste 4047, ou encore avec Mathieu Valcke, co-responsable de l'étude, au 450-928-6777, poste 4054 (les frais d'interurbain sont acceptés). Vous pouvez aussi vous adresser à Onil Samuel, co-responsable de l'étude, au 418-650-5115, poste 4639.

Instructions pour la Section 1

Cette section rapporte les informations concernant l'identité de l'enfant et les généralités se rapportant au terrain où il réside. Répondez le plus complètement possible aux questions, en inscrivant l'information demandée ou en plaçant un « x » à l'endroit approprié, selon le cas. De plus, la date et le numéro de la prise de l'échantillon d'urine qui sera utilisé comme contrôle doit y être indiqué.

Instructions pour la Section 2

Cette section rapporte les informations concernant l'utilisation de pesticides **le jour avant le premier échantillonnage d'exposition et les deux jours précédents**. Elle rapporte également les informations concernant le comportement des enfants **le jour avant le premier échantillonnage d'exposition uniquement**. Pour les questions 1 et 2, répondez en inscrivant un chiffre. Pour les questions 3 et suivantes, répondez en plaçant un « x » à l'endroit approprié, « non » ou « oui ». Si vous cochez « oui », vous devez préciser et donner le nom du pesticide appliqué. Si vous ne savez pas, indiquez « NSP » à l'endroit réservé au nom du pesticide. Si une question ne s'applique pas à votre situation, cochez « non » à la question.

Instructions pour remplir la Section 3

Cette section prend la forme d'un tableau qu'il faut remplir un jour à la fois, **tout au long des 12 jours que constituent la période d'échantillonnage**. Chaque colonne du tableau correspond à une journée. La journée est indiquée au haut du tableau, et il faut indiquer la date appropriée. **Pour chaque journée pour laquelle un prélèvement d'urine devra être fait, il est extrêmement important d'indiquer le numéro d'échantillon correspondant au numéro inscrit sur la bouteille.** Les journées où l'enfant doit fournir un échantillon d'urine du matin sont identifiées. Les échantillons d'urine sont prélevés tel que décrit dans le document joint intitulé « *Protocole spécifique pour le prélèvement d'urine* ». Pour chaque journée (colonne) vous devez répondre aux questions inscrites dans la colonne de gauche, à raison d'une question par rangée. Pour les deux premières questions, vous devez inscrire un chiffre correspondant au nombre d'heures passées par votre enfant à l'extérieur, chez vous et ailleurs, respectivement. Pour les questions 3 et suivantes, vous devez cocher « oui » ou « non » selon que vous ayez utilisé des pesticides sur les cibles indiquées. Si vous répondez « oui » à l'une des questions, vous devez préciser et indiquer le nom du pesticide utilisé. Si vous ne savez pas, indiquez « NSP » à l'endroit réservé au nom du pesticide. Si une question ne s'applique pas à votre situation, vous répondez « non » à la question. Si vous n'êtes pas sûr du sens d'une question indiquée dans la colonne de gauche, référez-vous à la question portant le même numéro, dans la Section 2. En effet, les questions posées dans les sections 2 et 3 identifiées par le même chiffre demandent les mêmes choses. Seules les périodes de temps qu'elles concernent diffèrent. Pour le jour 12 (dernière colonne), il ne faut pas répondre aux questions, seule la date est importante à indiquer, au haut de la colonne.

SECTION 1

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Ce questionnaire concerne

Enfant

Prénom : _____ Nom : _____

Sexe : m : ___ f : ___

Adresse : no. et rue : _____

Ville : _____

Code postal : _____ - _____

Date de naissance : ____/____/____ Poids : _____
 jour / mois/ année

Sur le terrain de la résidence :

Est-ce qu'il y a un potager ou un jardin de fleurs?

Non : _____ Oui : _____

Avez-vous un animal de compagnie (chien ou chat)?

Non : _____ Oui : _____

Les terrains immédiatement adjacents à votre propriété sont des :

- ___ terrains résidentiels
- ___ terrains publics (parc, école, municipalité)
- ___ terrains de golf
- ___ terrains agricoles

Y a-t-il quelqu'un à la maison qui manipule des pesticides à son travail?

Non : ___ Oui : ___

Jour (C) : Jour de l'échantillonnage contrôle

Date : _____ / _____ Numéro de l'échantillon : _____
 jour / mois

SECTION 2

INFORMATIONS SUR LA VEILLE DE L'ÉCHANTILLONNAGE D'EXPOSITION ET LES DEUX JOURS PRÉCÉDENTS

Jour (0) : Veille du premier échantillonnage d'exposition à date
prédéterminée

Date : ____ / ____
 jour / mois

1. Selon vous, combien d'heures votre enfant a-t-il passé à l'extérieur sur le terrain de votre résidence aujourd'hui?

Nombre d'heures : _____

2. Selon vous, combien d'heures votre enfant a-t-il passé sur des terrains autres que votre résidence aujourd'hui (chez des voisins, parcs, aires de jeu, école, garderie, etc)?

Nombre d'heures : _____

3. Est-ce que des pesticides ont été appliqués à l'intérieur de la résidence pour détruire des insectes nuisibles (fourmis, araignées, moustiques, etc.) aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

4. Est-ce que des pesticides ont été appliqués à l'extérieur de la résidence :

4a. Sur le gazon ?

aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

4b. Sur les arbustes, sur les plantes ou fleurs ornementales?

aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

4c. Dans le potager?

aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

4d. Sur le chat ou le chien (ex. : shampoing pour puces ou autres maladies)?

Aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

5. Y a-t-il eu d'autres utilisations de pesticides sur votre terrain ou dans la maison et n'ayant pas été indiquées par les autres questions?

Aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

6. À votre connaissance, des pesticides ont-ils été utilisés sur les terrains immédiatement adjacents à votre propriété aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____

SECTION 3

CALENDRIER DE COMPORTEMENT ET D'UTILISATION DES PESTICIDES DURANT LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE D'EXPOSITION

Période d'échantillonnages ponctuels d'exposition à date fixe (entre la mi-juillet et la mi-août)											
1. 1 ^{er} échantillonnage d'exposition	2.	3. Second échantillonnage d'exposition	4.	5.	6. Troisième échantillonnage d'exposition	7.	8.	9. Quatrième échantillonnage d'exposition	10.	11.	12. Dernier échantillonnage d'exposition
Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :
Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____
Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___		Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___
Nombre d'heures											
1. À l'extérieur, chez vous?											X
2. À l'extérieur, ailleurs?											X

7. À votre connaissance, est-ce que votre enfant aurait été exposé à d'autres sources de pesticides aujourd'hui?

Non : _____

Oui : _____ Si oui, décrivez : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui

Non : _____

Oui : _____ Si oui, décrivez : _____

**PROJET DE CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION DES ENFANTS
AUX PESTICIDES UTILISÉS EN MILIEU RÉSIDENTIEL**

QUESTIONNAIRE

*Sujets vivant sur des terrains où l'on utilise
des herbicides pour traiter le gazon*

Avril 2003

INSTRUCTIONS POUR REMPLIR LE QUESTIONNAIRE

- Ce questionnaire comporte 11 pages, incluant la page de présentation.
- Ne commencer à remplir ce questionnaire qu'après avoir rencontré les responsables de l'étude, et ce à partir de la veille de l'échantillonnage contrôle d'urine (avant l'application) de votre enfant.
- Le questionnaire doit être rempli par un adulte qui connaît bien les activités de l'enfant et qui habite de préférence la même résidence (père, mère, gardienne).
- Ce questionnaire se divise en trois sections. La première section devrait être remplie la veille de l'échantillonnage d'urine contrôle. La seconde devrait être remplie la veille du premier échantillonnage d'exposition (avant l'application). La troisième section devrait être remplie au jour le jour, préférentiellement à la fin de la journée, tout au long de la période d'étude.
- Lisez attentivement les instructions ci-dessous, sur la façon de remplir chaque section, et répondez aux questions au mieux de votre connaissance.

Si vous avez des interrogations par rapport aux questions posées dans ce questionnaire, n'hésitez pas à communiquer avec le docteur Denis Belleville, co-responsable de l'étude, au 450-928-6777, poste 4047, ou encore avec Mathieu Valcke, co-responsable de l'étude, au 450-928-6777, poste 4054 (les frais d'interurbain sont acceptés). Vous pouvez aussi vous adresser à Onil Samuel, co-responsable de l'étude, au 418-650-5115, poste 4639.

Instructions pour la Section 1

Cette section rapporte les informations concernant l'identité de l'enfant et les généralités se rapportant au terrain où il réside. Répondez le plus complètement possible aux questions, en inscrivant l'information demandée ou en plaçant un « x » à l'endroit approprié, selon le cas. De plus, la date et le numéro de la prise de l'échantillon d'urine qui sera utilisé comme contrôle doit y être indiqué.

Instructions pour la Section 2

Cette section rapporte les informations concernant l'utilisation de pesticides **le jour de l'application (la veille du premier échantillonnage d'exposition) et les deux jours précédents**. Elle rapporte également les informations concernant le comportement des enfants **le jour de l'application uniquement**. Pour les questions 1 et 2, répondez en inscrivant un chiffre. Pour les questions 3 et suivantes, répondez en plaçant un « x » à l'endroit approprié, « non » ou « oui ». Si vous cochez « oui », vous devez préciser et donner le nom du pesticide appliqué. Si vous ne savez pas, indiquez « NSP » à l'endroit réservé au nom du pesticide. Si une question ne s'applique pas à votre situation, cochez « non » à la question.

Instructions pour remplir la Section 3

Cette section prend la forme d'un tableau qu'il faut remplir un jour à la fois, **tout au long des 12 jours que constituent la période d'échantillonnage**. Chaque colonne du tableau correspond à une journée. La journée est indiquée au haut du tableau, et il faut indiquer la date appropriée. **Pour chaque journée pour laquelle un prélèvement d'urine devra être fait, il est extrêmement important d'indiquer le numéro d'échantillon correspondant au numéro inscrit sur la bouteille.** Les journées où l'enfant doit fournir un échantillon d'urine du matin sont identifiées. Les échantillons d'urine sont prélevés tel que décrit dans le document joint intitulé « *Protocole spécifique pour le prélèvement d'urine* ». Pour chaque journée (colonne) vous devez répondre aux questions inscrites dans la colonne de gauche, à raison d'une question par rangée. Pour les deux premières questions, vous devez inscrire un chiffre correspondant au nombre d'heures passées par votre enfant à l'extérieur, chez vous et ailleurs, respectivement. Pour les questions 3 et suivantes, vous devez cocher « oui » ou « non » selon que vous ayez utilisé des pesticides sur les cibles indiquées. Si vous répondez « oui » à l'une des questions, vous devez préciser et indiquer le nom du pesticide utilisé. Si vous ne savez pas, indiquez « NSP » à l'endroit réservé au nom du pesticide. Si une question ne s'applique pas à votre situation, vous répondez « non » à la question. Si vous n'êtes pas sûr du sens d'une question indiquée dans la colonne de gauche, référez-vous à la question portant le même numéro, dans la Section 2. En effet, les questions posées dans les sections 2 et 3 identifiées par le même chiffre demandent les mêmes choses. Seules les périodes de temps qu'elles concernent diffèrent. Pour le jour 12 (dernière colonne), il ne faut pas répondre aux questions, seule la date est importante à indiquer, au haut de la colonne.

SECTION 1

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Ce questionnaire concerne

Enfant

Prénom : _____ Nom : _____

Sexe : m : ___ f : ___

Adresse : no. et rue : _____

Ville : _____

Code postal : ____ - ____

Date de naissance : ____/____/____ Poids : _____
 jour / mois/ année

Sur le terrain de la résidence :

Est-ce qu'il y a un potager ou un jardin de fleurs?

Non : ____ Oui : ____

Avez-vous un animal de compagnie (chien ou chat)?

Non : ____ Oui : ____

Les terrains immédiatement adjacents à votre propriété sont des :

- ___ terrains résidentiels
- ___ terrains publics (parc, école, municipalité)
- ___ terrains de golf
- ___ terrains agricoles

Y a-t-il quelqu'un à la maison qui manipule des pesticides à son travail?

Non : ____ Oui : ____

Jour (C) : Jour de l'échantillonnage contrôle (avant l'application)

Date : _____ / _____ **Numéro de l'échantillon :** _____
 jour / mois

SECTION 2

INFORMATIONS SUR LA JOURNÉE DE L'APPLICATION ET LES DEUX JOURS PRÉCÉDENTS

Jour (0) : Journée de l'application (veille du premier échantillonnage d'exposition)

Date : ____ / ____
 jour / mois

Quel produit a été appliqué sur votre gazon aujourd'hui?

Nom : _____

Vers quelle heure selon vous ce produit a-t-il été appliqué aujourd'hui?

Heure : _____

1. Selon vous, combien d'heures votre enfant a-t-il passé à l'extérieur sur le terrain de votre résidence aujourd'hui?

Nombre d'heures : _____

2. Selon vous, combien d'heures votre enfant a-t-il passé sur des terrains autres que votre résidence aujourd'hui (chez des voisins, parcs, aires de jeu, école, garderie, etc)?

Nombre d'heures : _____

3. Est-ce que des pesticides ont été appliqués à l'intérieur de la résidence pour détruire des insectes nuisibles (fourmis, araignées, moustiques, etc.) aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

4. Est-ce que des pesticides ont été appliqués à l'extérieur de la résidence :

4a. **Sur le gazon (autre que contre les pissenlits)?**

aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

4b. **Sur les arbustes, sur les plantes ou fleurs ornementales?**

aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

4c. **Dans le potager?**

aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ___

Oui : ___ Le(s) nom(s) : _____

4d. Sur le chat ou le chien (ex. : shampoing pour puces ou autres maladies)?

Aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

5. Y a-t-il eu d'autres utilisations de pesticides sur votre terrain ou dans la maison et n'ayant pas été indiquées par les autres questions?

Aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui :

Non : ____

Oui : ____ Le(s) nom(s) : _____

6. À votre connaissance, des pesticides ont-ils été utilisés sur les terrains immédiatement adjacents à votre propriété aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui?

Non : ____

Oui : ____

7. À votre connaissance, est-ce que votre enfant aurait été exposé à d'autres sources de pesticides aujourd'hui?

Non : _____

Oui : _____ Si oui, décrivez : _____

au cours des deux (2) jours avant aujourd'hui

Non : _____

Oui : _____ Si oui, décrivez : _____

SECTION 3

CALENDRIER DE COMPORTEMENT ET D'UTILISATION DES PESTICIDES DURANT LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE D'EXPOSITION

Période d'échantillonnages ponctuels d'exposition à date fixe (entre la mi-juillet et la mi-août)											
1. 1 ^{er} échantillonnage d'exposition	2.	3. Second échantillonnage d'exposition	4.	5.	6. Troisième échantillonnage d'exposition	7.	8.	9. Quatrième échantillonnage d'exposition	10.	11.	12. Dernier échantillonnage d'exposition
Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :	Date :
Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____	Numéro de l'échantillon: _____
Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___		Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___			Si l'enfant a mouillé son lit la nuit dernière, cochez ici : ___
Nombre d'heures											
1. À l'extérieur, chez vous?											X
2. À l'extérieur, ailleurs?											X

