



Importance de l'exposition à l'acrylamide
par l'alimentation chez une population
potentiellement vulnérable

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Québec 

Rapport de recherche

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation chez une population potentiellement vulnérable

Direction de la santé environnementale
et de la toxicologie

Décembre 2013

CHERCHEURS PRINCIPAUX

Louise Normandin, Ph. D., toxicologue
Institut national de santé publique du Québec

Michèle Bouchard, Ph. D., toxicologue, professeure agrégée
Université de Montréal

Pierre Ayotte, Ph. D., toxicologue, chercheur, professeur titulaire
Institut national de santé publique du Québec
Université Laval

COCHERCHEURS

Timothy Fennell, Ph.D., chimiste-chercheur sénior
RTI International, (États-Unis)

Adam Becalski, Ph. D., chercheur scientifique
Santé Canada

Carole Blanchet, M. Sc., épidémiologiste
Institut national de santé publique du Québec

Denise Phaneuf, M. Sc., pharmacienne
Institut national de santé publique du Québec

Éric Gaudreau, M. Sc., chimiste responsable, secteur environnement – développement analytique
Institut national de santé publique du Québec

Yvette Bonvalot, Ph. D., spécialiste en évaluation des risques toxicologiques
Santé Canada – Région du Québec

Caroline Lapointe, Ing., DESS, M. Sc., spécialiste en gestion des risques, Programme de santé
environnementale, Santé Canada, Région du Québec

AVEC LA COLLABORATION DE

Caroline Couture, M. Sc., coordonnatrice de l'étude sur le terrain
Université de Montréal

Michelle Gagné, M. Sc., toxicologue
Institut national de santé publique du Québec

Marilène Courteau, statisticienne
Institut national de santé publique du Québec

MISE EN PAGES

Sonia Beaugendre, agente administrative
Évelyne Chalandon, agente administrative
Katia Raby, agente administrative
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

FINANCEMENT

Cette étude a été réalisée grâce à la contribution financière de Santé Canada.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 3^e TRIMESTRE 2014
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-71392-0 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN : 978-2-550-71393-7 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2014)

AVANT-PROPOS

Ce rapport présente les principaux résultats de l'étude sur l'importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation chez une population potentiellement vulnérable menée en collaboration avec l'Université de Montréal et Santé Canada. Les résultats de cette étude ont fait l'objet de deux publications scientifiques, l'une publiée dans *Food and Chemical Toxicology*¹ et l'autre dans *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*². Le présent rapport répond aux objectifs de la demande de financement obtenue du Plan de gestion des produits chimiques (PGPC) de Santé Canada et a été initialement déposé auprès de Santé Canada en juin 2011.

Plusieurs personnes ont contribué à la réalisation et au succès de cette étude, ainsi nous aimerions remercier les participants, les agents recruteurs, les infirmières et les techniciens sur le terrain. Nous souhaiterions également remercier les personnes suivantes : Christiane Thibault, Denis Belleville, Daniel Bolduc et Philippe Gamache de l'Institut national de santé publique du Québec; Ross Thuot et Marjory Moreau de l'Université de Montréal de même que Chantal Roberge de Santé Canada – Région du Québec. Par ailleurs, nous aimerions exprimer toute notre gratitude envers le laboratoire de toxicologie de l'Institut.

Il est à noter que les recherches bibliographiques de ce rapport ont été réalisées en 2011.

¹ Normandin, L., Bouchard, M., Ayotte, P., Blanchet, C., Becalski, A., Bonvalot, Y., Phaneuf, D., Lapointe, C., Gagné, M. et Courteau, M. (2013). Dietary exposure to acrylamide in adolescents from a Canadian urban center. *Food and Chemical Toxicology*, 57, 75–83.

² Brisson, B., Ayotte P., Normandin, L., Gaudreau, É., Bienvenu, J. F., Fennell, T. R., Blanchet, C., Phaneuf, D., Lapointe, C., Bonvalot, Y., Gagné, M., Courteau, M., Snyder, R. W. et Bouchard M. (2013). Relation between dietary acrylamide exposure and biomarkers of internal dose in Canadian teenagers. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, doi:10.1038/jes.2013.34.

SOMMAIRE

L'acrylamide est une substance probablement cancérigène pour l'humain, qui a été classée hautement prioritaire par les ministres canadiens de la Santé et de l'Environnement. Il a été détecté dans les aliments pour la première fois en 2002. Depuis, quelques études de surveillance biologique de l'exposition ont été réalisées principalement à partir de mesures d'adduits à l'hémoglobine et, dans quelques cas, de mesures de biomarqueurs urinaires. Toutefois, aucune étude n'a été publiée à ce jour sur l'importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation dans la population canadienne. L'objectif général de ce projet était d'acquérir des données d'exposition à l'acrylamide auprès d'un groupe d'adolescents montréalais à partir de mesures de biomarqueurs, de vérifier le lien avec la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide et de réaliser une évaluation préliminaire du lien potentiel avec les effets génotoxiques précoces.

Deux cents adolescents non-fumeurs, âgés de 10 à 17 ans, ont été recrutés aléatoirement au sein de la population générale de l'île de Montréal. À partir de collectes urinaires nocturnes, des mesures des biomarqueurs urinaires suivants ont été réalisées : l'acrylamide (AA), le glycidamide (GA), le N-acétylcystéine-S-propionamide (NACP), le NACP sulfoxyde, la N-acétyl-S-(1-carbamoyl-2-hydroxyéthyl) cystéine (GAMA 2), la N-acétyl-S-(3-amino-2-hydroxy-3-oxopropyl) cystéine (GAMA 3) et la cystéine-S-propionamide. De même, les adduits de l'acrylamide et du glycidamide à l'hémoglobine ont été mesurés. En parallèle, la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide a été documentée au moyen d'un questionnaire rempli durant les deux jours précédant le prélèvement biologique et d'un autre questionnaire qui couvrait la fréquence de consommation des aliments au cours du mois précédant le prélèvement. Les concentrations d'acrylamide dans les aliments consommés et documentés par l'entremise de ces questionnaires ont également été mesurées. À partir de ces données, un apport alimentaire en acrylamide a été estimé. Les résultats montrent que l'estimation de l'apport alimentaire moyen en acrylamide chez les adolescents était de 0,59 µg/kg p.c./j avec une valeur de 97,5^e centile de 2,85 µg/kg p.c./j. Les frites cuites dans l'huile et les croustilles de pommes de terre étaient les deux catégories d'aliments contribuant le plus à l'apport alimentaire en acrylamide avec respectivement des teneurs moyennes de 1 053 ng/g et de 524 ng/g.

Au niveau de la surveillance biologique de l'exposition, les principaux métabolites urinaires mesurés étaient le NACP et le NACP sulfoxyde dont les concentrations médianes étaient respectivement de 77,0 µg/l et de 41,0 µg/l (ou de 20,6 et de 9,8 µmol/mol de créatinine), et l'étendue de valeurs était respectivement de 12,0 à 1 100,0 µg/l et de 11,0 à 690 µg/l (de 8,5 à 354,1 et de 4,8 à 207,9 µmol/mol créatinine). Les concentrations des autres métabolites suivaient l'ordre suivant : GAMA 3 > cystéine-S-propionamide ≈ acrylamide ≈ glycidamide ≈ GAMA 2. Une corrélation positive a été notée entre l'estimation d'apport alimentaire en acrylamide durant les deux jours précédant la collecte urinaire et les niveaux de biomarqueurs urinaires de NACP, de NACP sulfoxyde, de cystéine-S-propionamide et de GAMA 3 ($r_s = 0,172-0,364$; $p < 0,05$). Les adduits de l'acrylamide et du glycidamide à l'hémoglobine n'étaient pas corrélés significativement à l'apport alimentaire des deux jours précédant le prélèvement ($p \geq 0,05$). Une corrélation positive a été observée entre l'apport en acrylamide provenant de la consommation de frites cuites dans l'huile ou de croustilles de

pommes de terre durant les deux jours précédant le prélèvement et les concentrations des différents métabolites urinaires de l'acrylamide ($r_s = 0,142-0,514$; $p < 0,05$), alors que la corrélation n'était pas systématiquement significative pour les autres catégories d'aliments. Toutefois, une corrélation positive a été obtenue entre la fréquence de consommation de frites cuites dans l'huile ou de croustilles de pommes de terre durant le mois précédant le prélèvement et les concentrations d'adduits de l'acrylamide et du glycidamide à l'hémoglobine ($r_s = 0,183 - 0,308$; $p < 0,05$). Par ailleurs, tous les métabolites urinaires de l'acrylamide étaient positivement corrélés entre eux, en particulier le NACP et le NACP sulfoxyde ($r = 0,902$; $p < 0,05$). Enfin, une forte corrélation positive a aussi été constatée entre les niveaux d'adduits de l'acrylamide et du glycidamide ($r = 0,747$; $p < 0,05$).

Les analyses multivariées ont confirmé la contribution significative de la consommation de frites cuites dans l'huile à l'exposition à l'acrylamide, comme le montre la somme des adduits de l'acrylamide et du glycidamide à l'hémoglobine ($\beta = 0,024$, IC 95 % = $0,009-0,039$, $p < 0,05$). Une contribution significative du tabagisme passif, comme cela a été documenté par la concentration urinaire de cotinine ($\beta = 0,248$, IC 95 % = $0,076-0,421$, $p < 0,05$), a été notée.

Cette étude confirme que la consommation d'aliments pouvant contenir de l'acrylamide chez les adolescents participants augmentait significativement les niveaux de biomarqueurs d'exposition à l'acrylamide. La consommation de frites cuites dans l'huile semble contribuer principalement à cette augmentation. Toutefois, l'apport alimentaire en acrylamide chez les adolescents à l'étude se situait dans le même ordre de grandeur que celui indiqué dans d'autres études réalisées ailleurs dans le monde. Les concentrations d'adduits à l'hémoglobine chez les participants étaient également similaires à celles mesurées chez des Américains d'un groupe d'âge comparable. Finalement, aucune relation entre les biomarqueurs d'exposition à l'acrylamide et le dommage à l'ADN lymphocytaire des participants n'a été relevée.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES	XIII
1 INTRODUCTION	1
1.1 L'alimentation : une source majeure d'exposition de la population générale à l'acrylamide	1
1.2 Les adolescents : un sous-groupe vulnérable de la population	2
1.3 Effets sur la santé associés à une exposition chronique à l'acrylamide	3
1.4 Cinétique de l'acrylamide	4
1.5 Valeurs toxicologiques de référence	5
1.5.1 Effets non cancérogènes.....	5
1.5.2 Effets cancérogènes.....	5
1.6 Biomarqueurs d'exposition et d'effets.....	6
1.7 Contexte lié à la gestion des risques du plan de gestion des produits chimiques.....	6
2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	9
3 MÉTHODOLOGIE	11
3.1 Population et territoire à l'étude.....	11
3.2 Formation de l'équipe de recherche	11
3.3 Recrutement des participants.....	11
3.3.1 Description des méthodologies employées pour le recrutement des participants.....	11
3.3.2 Vérification de l'admissibilité.....	14
3.3.3 Critères d'exclusion	14
3.4 Prélèvements d'échantillons biologiques et questionnaires autoadministrés	14
3.5 Questionnaire autoadministré : journal alimentaire, alimentation habituelle et habitudes de vie	15
3.6 Modèles alimentaires de portions.....	17
3.7 Échantillonnage et préparation des aliments	17
3.7.1 Échantillonnage des aliments.....	17
3.7.2 Préparation des aliments.....	18
3.8 Évaluation de l'exposition alimentaire à l'acrylamide	19
3.9 Traitement des échantillons et analyses de laboratoire	21
3.9.1 Traitement des échantillons.....	21
3.9.2 Analyses en laboratoire	22
3.9.3 Comparaison interlaboratoires des concentrations urinaires de métabolites.....	25
3.9.4 Mesures des concentrations d'acrylamide dans les denrées alimentaires.....	27
3.10 Traitement des données et analyses statistiques	27

3.11	Éthique et confidentialité.....	28
4	RÉSULTATS.....	31
4.1	Bilan du recrutement des participants et critères d'exclusion	31
4.1.1	Recrutement téléphonique à partir de la liste de l'arrondissement d'Ahunatic-Cartierville fournie par Échantillonneur ASDE inc.	33
4.1.2	Recrutement par la firme Léger Marketing	33
4.1.3	Recrutement téléphonique à partir de la liste des participants à un projet de recherche sur les pyréthriinoïdes	33
4.2	Caractéristiques des adolescents et des représentants de l'autorité parentale	34
4.2.1	Caractéristiques des adolescents.....	34
4.2.2	Caractéristiques des représentants de l'autorité parentale.....	35
4.3	Teneurs en acrylamide dans les denrées alimentaires	36
4.4	Évaluation de l'exposition alimentaire à l'acrylamide.....	40
4.5	Concentrations urinaires de l'acrylamide et de ses métabolites	42
4.6	Adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide.....	44
4.7	Impact du tabagisme	45
4.8	Corrélation entre les biomarqueurs urinaires et sanguins et l'apport alimentaire.....	46
4.9	Corrélation entre les biomarqueurs sanguins et la consommation d'aliments	46
4.10	Corrélation entre les biomarqueurs d'exposition	47
4.11	Corrélation entre les métabolites urinaires de l'acrylamide et les catégories d'aliments	48
4.12	Modèles multivariés des biomarqueurs d'exposition à l'acrylamide.....	49
4.13	Dompage à l'ADN lymphocytaire mesuré par le test des comètes	50
5	DISCUSSION	53
6	CONCLUSION	61
	RÉFÉRENCES	63
ANNEXE 1	QUESTIONNAIRES D'ADMISSIBILITÉ.....	71
ANNEXE 2	QUESTIONNAIRE D'ADMISSIBILITÉ REMANIÉ PAR LA FIRME LÉGER MARKETING	89
ANNEXE 3	FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT AUX TITULAIRES DE L'AUTORITÉ PARENTALE	113
ANNEXE 4	FORMULAIRE D'ASSENTIMENT POUR LES ADOLESCENTS.....	123
ANNEXE 5	QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ : JOURNAL ALIMENTAIRE, ALIMENTATION HABITUELLE ET HABITUDES DE VIE	129
ANNEXE 6	PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DE L'URINE	149
ANNEXE 7	PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES ALIMENTS LES PLUS CONSOMMÉS PAR LES ADOLESCENTS	153
ANNEXE 8	DESCRIPTIONS ET CONCENTRATIONS EN ACRYLAMIDE DES ALIMENTS ÉCHANTILLONNÉS	157

ANNEXE 9	PROTOCOLE POUR LE TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS DE GLOBULES ROUGES	167
ANNEXE 10	LETTRÉ TRANSMISE AUX PARTICIPANTS PRÉSENTANT LES CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE	171
ANNEXE 11	CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES PARTICIPANTS ET DES REPRÉSENTANTS DE L'AUTORITÉ PARENTALE, DE LA POPULATION DE L'ARRONDISSEMENT D'AHUNTSIC-CARTIERVILLE, DE LA VILLE DE MONTRÉAL ET DE L'ÎLE DE MONTRÉAL.....	175

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Critères d'admissibilité, caractéristiques sociodémographiques et consommation d'aliments contenant de l'acrylamide documentée dans le questionnaire d'admissibilité	14
Tableau 2	Éléments de performance de la méthode UPLC-MS-MS	22
Tableau 3	Bilan des critères d'exclusion et du nombre d'adolescents exclus selon les différents critères et selon les différentes méthodes de recrutement	34
Tableau 4	Caractéristiques sociodémographiques des participants en considérant le recrutement total et selon les différentes méthodes de recrutement	34
Tableau 5	Caractéristiques sociodémographiques des représentants de l'autorité parentale en considérant le recrutement total et selon les différentes méthodes de recrutement	36
Tableau 6	Concentrations d'acrylamide dans différentes denrées alimentaires	38
Tableau 7	Concentrations moyennes d'acrylamide dans les frites cuites dans l'huile provenant de restaurants ou de la maison et paramètres pouvant influencer la formation d'acrylamide.....	40
Tableau 8	Exposition alimentaire à l'acrylamide chez les adolescents selon les différentes catégories d'aliments ($\mu\text{g}/\text{kg p.c./j}$) pour les deux jours	41
Tableau 9	Distribution des concentrations urinaires d'acrylamide et de ses métabolites ($\mu\text{g}/\text{l}$)	43
Tableau 10	Distribution des concentrations urinaires d'acrylamide et de ses métabolites ($\mu\text{mol}/\text{mol}$ de créatinine)	43
Tableau 11	Concentrations (pmol/g de globine) d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide	45
Tableau 12	Distribution des concentrations urinaires (ng/ml) de cotinine	46
Tableau 13	Corrélation de Spearman entre l'apport alimentaire d'acrylamide ($\mu\text{g}/\text{kg p.c./j}$) et les biomarqueurs urinaires et sanguins	46
Tableau 14	Corrélation de Spearman entre les biomarqueurs sanguins et la fréquence de consommation de certains aliments au cours du dernier mois.....	47
Tableau 15	Corrélations de Pearson entre les concentrations des métabolites urinaires de l'acrylamide	48
Tableau 16	Corrélations entre les apports découlant de la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide au cours des deux jours précédant le prélèvement urinaire et les concentrations des métabolites urinaires	49
Tableau 17	Modèle multivarié de la somme des d'adduits AAVal et GAVal à l'hémoglobine ($\log \text{pmol}/\text{g}$ de globine) d'adolescents montréalais.....	50
Tableau 18	Domage à l'ADN lymphocytaire mesuré par le test des comètes	51
Tableau 19	Niveaux urinaires ($\mu\text{g}/\text{l}$) des métabolites de l'acrylamide pour différentes populations de non-fumeurs	55

Tableau 20	Niveaux d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide pour différentes populations de non-fumeurs.....	56
Tableau 21	Estimation de l'exposition alimentaire à l'acrylamide pour la population générale	58

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Métabolisme de l'acrylamide chez l'humain	5
Figure 2	Procédure de traitement des valeurs de concentration d'acrylamide dans les aliments	20
Figure 3	Corrélations entre les concentrations de NACP sulfoxyde (A) et de NACP (B) mesurées par les deux laboratoires de toxicologie analytique dans 56 échantillons d'urine	26
Figure 4	Bilan du recrutement.....	32
Figure 5	Contribution (%) de chaque catégorie d'aliments à l'apport alimentaire total en acrylamide.....	42
Figure 6	Distribution de fréquences des métabolites urinaires (cystéine-S-propionamide (A), GAMA 3 (B), NACP (C) et NACP sulfoxyde (D)	44
Figure 7	Distribution de fréquences des adduits à l'hémoglobine (AAVal – A et GAVal – B)	45

LISTE DES SIGLES ET DES ACRONYMES

AA	Acrylamide
AAMA	N-acétyl-S-(3-amino-3-oxopropyl) cystéine
AAVal	N-(2-carbamoyléthyl)valine
ADN	Acide désoxyribonucléique
AFSSA	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
B/DL5	Limite inférieure de l'intervalle de confiance à 5 % de la dose repère (<i>benchmark dose</i>)
CAS	Chemical Abstracts Service
CERFM	Comité d'éthique de la recherche de la Faculté de médecine de l'Université de Montréal
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
HPLC	Chromatographie liquide à haute performance
CP	Cystéine-S-propionamide
CUP	Code universel des produits
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FDA	Food and Drug Administration
GA	Glycidamide
GAMA 2	N-acétyl-S-(1-carbamoyl-2-hydroxyéthyl) cystéine
GAMA 3	N-acétyl-S-(3-amino-2-hydroxy-3-oxopropyl) cystéine
GAVal	N-(2-carbamoyl-2-hydroxyéthyl)valine
Hb	Hémoglobine
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec

JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires
LC-MS	Chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse
LCPE	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
LQ	Limite de quantification
NACP	N-acétylcystéine-S-propionamide
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
OMS	Organisation mondiale de la Santé
p.c.	Poids corporel
PTH	Phénylthiohydantoin
RfC	Concentration de référence
RfD	Dose de référence
RU	Risque unitaire
SAS	Statistical Analysis Software
U.S. EPA	United States Environmental Protection Agency

1 INTRODUCTION

L'acrylamide (CAS : 79-06-1), également connu sous l'appellation *2-propénamide*, est une substance chimique utilisée en industrie dans la fabrication de polymères (les polyacrylamides), qui servent comme liant, épaississant ou floculant dans le coulis, le ciment, les emballages alimentaires et les produits de plastique employés en laboratoire de même que lors du traitement des eaux usées, de la préparation de pesticides et de la fabrication de cosmétiques et du sucre. Il est également utilisé dans la prévention de l'érosion du sol, comme coagulant et floculant pour la clarification de l'eau potable et comme ingrédient non médicinal dans les produits de santé naturels et pharmaceutiques (Gouvernement du Canada, 2009). L'acrylamide peut être relâché dans l'environnement lors du processus de fabrication des polymères ou lorsque des résidus d'AA sont présents dans ceux-ci. Comme la dégradation de cette substance dans l'environnement est plutôt rapide, la population est peu exposée à l'acrylamide provenant de produits de consommation ou encore des milieux environnementaux – comme l'eau potable ou l'air (Gouvernement du Canada, 2009).

Le tabagisme, quant à lui, représente une source plus importante d'exposition. En effet, l'AA est présent dans la fumée de cigarette, et les fumeurs y seraient exposés par voie respiratoire. Bien que sa contribution exacte soit peu connue, on suspecte que la fumée secondaire influence les niveaux d'acrylamide dans l'air intérieur (U.S. EPA, 2010). Toutefois, la population serait principalement exposée à l'acrylamide par l'intermédiaire de l'alimentation, puisque ce produit peut aussi se former dans certains types d'aliments cuits à haute température (Gouvernement du Canada, 2009). Ce phénomène est expliqué plus en détail à la section 1.1.

1.1 L'ALIMENTATION : UNE SOURCE MAJEURE D'EXPOSITION DE LA POPULATION GÉNÉRALE À L'ACRYLAMIDE

En 2002, l'acrylamide a été détecté dans plusieurs types d'aliments cuits, incluant les aliments de base (EFSA, 2008). Il peut se former dans les aliments d'origine végétale, en particulier les aliments riches en glucides et faibles en protéines, lors des processus de cuisson tels que la friture, la cuisson au four ou au gril et le rôtissage à des températures égales ou supérieures à 120 °C (EFSA, 2008).

La formation de l'acrylamide dans les aliments se ferait selon la réaction de Maillard. Cette dernière se produit entre l'asparagine, un acide aminé, et des sucres réducteurs tels que le glucose, le fructose ou le saccharose. La présence d'acides aminés (asparagine) et de sucres réducteurs dans les aliments d'origine végétale expliquerait l'augmentation de la quantité d'acrylamide dans ces produits après la cuisson (Zhang et Zhang, 2007).

En général, les croustilles de pommes de terre et les pommes de terre frites sont des aliments contenant de fortes teneurs en acrylamide, quoique les concentrations puissent varier considérablement d'un produit à l'autre. Becalski *et al.* (2003) ont observé que les concentrations d'acrylamide dans les croustilles de pommes de terre et les pommes de terre frites varient respectivement de 530 à 3 700 ng/g et de 200 à 1 900 ng/g. Les biscuits, les céréales, le pain ainsi que d'autres aliments chauffés à des températures élevées comme les

amandes grillées sont aussi des produits susceptibles de contenir des concentrations variées d'acrylamide (Santé Canada, 2008). L'acrylamide a également été détecté dans d'autres aliments tels que le café, les olives noires et les pruneaux (CX/FAC, 2006). Dans le café, le produit apparaît au début du processus de torréfaction, et la présence d'asparagine dans les grains serait un facteur déterminant dans la formation de l'AA (CX/FAC, 2006). Le fait de trouver de l'acrylamide dans les olives et les pruneaux est plus surprenant, et le mécanisme de formation de l'AA dans ces aliments n'est pas démontré (CX/FAC, 2006).

Depuis la détection d'acrylamide dans différents types d'aliments, le Comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA) a conclu que l'acrylamide constitue un risque pour la santé humaine, puisqu'il peut induire des cancers et des mutations héréditaires chez les animaux de laboratoire (JECFA, 2005). Au Canada, compte tenu de son potentiel cancérigène et génotoxique et du fait qu'il se retrouve dans les aliments de base, l'acrylamide est considéré comme une substance hautement prioritaire par les ministres canadiens de la Santé et de l'Environnement (Environnement Canada et Santé Canada, 2008). Des études ont été réalisées pour caractériser indirectement le niveau d'exposition à partir des concentrations mesurées dans les aliments. Les doses moyennes d'acrylamide dans la population générale ainsi estimées variaient de 0,3 à 0,8 µg/kg p.c./j (FAO/OMS, 2002). Dans le cadre d'une évaluation déterministe préliminaire de l'exposition, Santé Canada (2007) a indiqué que la dose moyenne d'acrylamide de source alimentaire chez les adultes canadiens variait de 0,3 à 0,4 µg/kg p.c./j, ce qui correspond aux expositions calculées dans d'autres pays.

1.2 LES ADOLESCENTS : UN SOUS-GROUPE VULNÉRABLE DE LA POPULATION

Selon Dybing *et al.* (2005), les enfants, les adolescents et les jeunes hommes ont un apport en acrylamide de source alimentaire significativement plus élevé que les adultes. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ont indiqué dans un rapport d'une consultation conjointe que l'apport en acrylamide des enfants, lorsqu'il est exprimé en fonction du poids corporel, est généralement le double, voire le triple de celui des adultes (FAO/OMS, 2002). Hartmann *et al.* (2008) ont démontré que l'apport en acrylamide chez les enfants était environ de 1,3 à 1,5 fois plus élevé que celui des adultes (estimation basée sur les niveaux d'AAVal et des métabolites urinaires AAMA et GAMA).

Ce niveau d'exposition chez les enfants et les adolescents peut s'expliquer par une ingestion moyenne d'aliments, qui est plus élevée par kilogramme de poids corporel que pour les adultes. De plus, Dybing *et al.* (2005) rapportent que les enfants et les adolescents consomment plus régulièrement certains types d'aliments comme les croustilles de pommes de terre et les pommes de terre frites, que le reste de la population. Une enquête canadienne portant sur le comportement en termes de santé des jeunes d'âge scolaire a montré que : i) 54 % des garçons de 9^e année consomment des croustilles au moins deux fois par semaine (40 % chez les filles) et ii) qu'environ 40 % des garçons et 31 % des filles consomment des pommes de terre frites au moins deux fois par semaine (Santé Canada, 2004). Il s'avère donc important de documenter l'exposition de ce groupe de la population potentiellement plus exposé à l'acrylamide.

L'exposition des adolescents est toutefois peu étudiée. Il semble que seuls Hartmann *et al.* (2008) ont mesuré les métabolites urinaires de l'acrylamide et les adduits à l'hémoglobine (Hb) de cette classe d'âge. Étant donné la taille limitée de leur échantillon (11 adolescents âgés de 11 à 18 ans), il demeure important de caractériser davantage l'exposition à l'acrylamide de ce groupe de la population.

1.3 EFFETS SUR LA SANTÉ ASSOCIÉS À UNE EXPOSITION CHRONIQUE À L'ACRYLAMIDE

Lors d'une exposition aiguë, les premiers signes de toxicité se constatent au niveau de la peau par l'apparition des symptômes suivants : irritation, desquamation et sudation. Ces symptômes précèdent généralement les signes d'atteintes neurologiques (INRS, 2007). En effet, des études effectuées dans le milieu de travail associent des expositions aiguës et chroniques à l'acrylamide (par voie d'inhalation ou par voie cutanée) à des effets neurologiques. Même si les données ne permettent pas d'établir une relation dose-réponse, les effets au niveau du système nerveux périphérique sont bien documentés (U.S. EPA, 2010) : faiblesse ou absence de réflexe tendineux, perte du sens postural, atrophie des muscles des extrémités (Stellman, 2002). Il subsiste une incertitude quant au produit entraînant de la neurotoxicité, mais les études actuelles suggèrent que l'acrylamide serait l'agent neurotoxique plutôt que le glycidamide. Il est peu probable que l'acrylamide de source alimentaire entraîne de la neurotoxicité en raison des faibles concentrations retrouvées dans les denrées alimentaires.

Bien que certains effets reprotoxiques aient été observés chez l'animal (atrophie testiculaire, morphologie anormale, faible numération des spermatozoïdes, effets sur la fonction reproductrice femelle), ils se produisent à des doses supérieures à celles rapportées pour les effets neurologiques et aucun de ces effets n'a été constaté ou identifié chez l'humain (U.S. EPA, 2010). Tout comme pour les effets neurotoxiques, il est improbable que des troubles reproductifs et développementaux chez l'humain soient associés à la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide (CX/FAC, 2006).

L'U.S. EPA caractérise l'AA comme étant « *likely to be carcinogenic to humans* » (U.S. EPA, 2010). De son côté, en 1994, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé l'acrylamide comme étant probablement cancérigène pour l'homme (groupe 2A). Selon cette évaluation, les preuves observées à partir d'études animales mettaient en évidence une association entre l'exposition à l'acrylamide et le cancer, mais les preuves de cancérigénicité chez l'humain étaient inadéquates et ne permettaient pas de conclure au sujet de cette association (CIRC, 1994). Le classement du CIRC dans la catégorie 2A tenait aussi compte du fait que :

- l'acrylamide et le glycidamide, son métabolite génotoxique, forment des adduits covalents avec l'ADN – chez la souris et le rat et avec l'hémoglobine chez l'humain et le rat;
- l'acrylamide induit des mutations génétiques et des aberrations chromosomiques au niveau de cellules souches et somatiques – de souris et de rats *in vivo* (CIRC, 1994).

Alors que les études animales chez le rat et la souris ont mis en évidence le potentiel cancérigène de l'acrylamide pour plusieurs sites – ex. : glandes mammaires, glande thyroïde, scrotum, etc. (Hogervorst *et al.*, 2010), les résultats des études épidémiologiques

chez l'humain sont mitigés (Santé Canada, 2009). Même si une augmentation de l'incidence sur certains types de cancers a été observée dans quelques études, une absence de relation a été notée dans d'autres études (Hogervorst *et al.*, 2010). L'absence apparente d'association ne peut toutefois pas être considérée comme une preuve confirmant la non-cancérogénicité de l'acrylamide pour l'humain (FAO/WHO, 2002), puisque les études épidémiologiques réalisées à ce jour n'avaient pas la puissance statistique suffisante pour détecter les risques de cancers imputables à l'exposition à de faibles doses d'AA par la voie alimentaire (CX/FAC, 2006; U.S. EPA, 2010). Par contre, la détection d'acrylamide dans les aliments a fait augmenter le nombre d'études évaluant sa possible association avec le cancer.

1.4 CINÉTIQUE DE L'ACRYLAMIDE

L'acrylamide est absorbé presque complètement (GFEA, 2008), que ce soit par inhalation, par contact cutané ou par ingestion dans le cas de l'acrylamide alimentaire. Selon l'U.S. EPA (2010), il n'existe pas de données humaines quant à la distribution de l'acrylamide. Toutefois, les résultats des études animales suggèrent que cette substance se distribue dans tous les tissus et fluides de l'organisme, incluant le lait, et ne s'accumule spécifiquement que dans les globules rouges (FAO/OMS, 2002; U.S. EPA, 2010).

Chez l'humain, l'AA est principalement métabolisé par conjugaison avec le glutathion. Les métabolites ainsi formés sont le N-acétylcystéine-S-propionamide (NACP) et le NACP sulfoxyde. Une seconde voie oxydative conduit à l'époxydation de l'acrylamide en glycidamide (figure 1). À la suite d'une exposition orale chez des sujets humains, le NACP et le NACP sulfoxyde représentent environ 86 % de l'ensemble des métabolites urinaires de l'acrylamide (Fennell *et al.*, 2005). Le GA, le 2,3-dihydroxypropionamide, le N-acétyl-S-(1-carbamoyl-2-hydroxyéthyl) cystéine (GAMA 2) et le N-acétyl-S-(3-amino-2-hydroxy-3-oxopropyl) cystéine (GAMA 3) peuvent aussi être détectés dans l'urine, mais à de plus faibles concentrations. Il s'agit là d'une différence entre le métabolisme de l'humain et du rat, puisque l'époxydation de l'AA en GA, est la voie métabolique prédominante chez le rongeur (Fennell *et al.*, 2005).

Après une exposition orale, une partie de l'acrylamide (10 %) est éliminée sous forme inchangée dans l'urine avec une demi-vie d'élimination d'environ 3,5 heures (Fennell *et al.*, 2006). En 24 heures, la récupération de l'AA et de ses métabolites dans l'urine, exprimée en pourcentage de la dose administrée, correspond à 40-50 % de la dose orale (Fennell *et al.*, 2006). Ces résultats concordent avec ceux d'une autre étude où environ 60 % de la dose administrée par voie orale avaient été récupérés dans l'urine en 72 heures (Fuhr *et al.*, 2006). La récupération suite à une exposition cutanée est beaucoup plus faible, soit d'environ 4 % après 24 h (Fennell *et al.*, 2006).

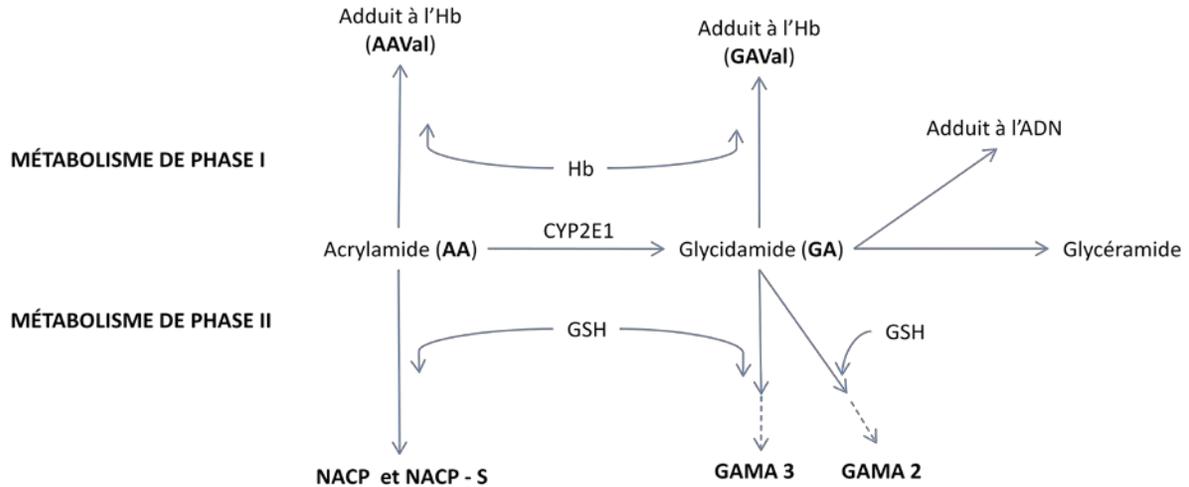


Figure 1 Métabolisme de l'acrylamide chez l'humain

Tiré de Fennell et Friedman, (2005); Fuhr *et al.* (2006) et U. S. EPA (2010)

Note : Les lignes pointillées représentent des processus en plusieurs étapes non décrits ici.

1.5 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

1.5.1 Effets non cancérogènes

Il existe peu de données sur les effets non cancérogènes de l'AA chez l'humain à la suite d'une exposition par la voie orale. Par contre, les quelques études portant sur les expositions professionnelles (voie cutanée ou par inhalation) documentent des effets sur le système nerveux lors d'expositions aiguës ou chroniques à l'AA (U.S. EPA, 2010). En revanche, les études animales sur la toxicité orale de l'AA sont robustes et l'effet neurotoxique de l'AA est à la base de la dose de référence (RfD) de l'U.S. EPA.

En effet, la dose de référence chronique (RfD : 0,002 mg/kg-jour) pour l'AA a été déterminée à partir d'une dose repère (« benchmark dose ») chez le rat (BMDL5 : 0,27 mg/kg-jour; Johnson *et al.*, 1986) transformée en dose équivalente chez l'humain (0,053 mg/kg-jour). À cette dose équivalente ont été appliqués des facteurs d'incertitude – x 3 pour l'extrapolation interspèce (toxicodynamique) et x 10 pour la variabilité intraespèce (U.S. EPA, 2010).

La concentration de référence (RfC : 0,006 mg/m³) a aussi été calculée à partir de la dose équivalente chez l'humain mentionnée ci-dessus, soit 0,053 mg/kg-jour, à laquelle ont été appliqués les mêmes facteurs d'incertitude (total de 30). Elle a été dérivée pour un poids moyen de 70 kg et un taux d'inhalation de 20 m³ par jour (U.S. EPA, 2010).

1.5.2 Effets cancérogènes

Le coefficient de cancérogénicité (ou *slope factor* en anglais : 0,5 (mg/kg-jour)⁻¹) et le risque unitaire par inhalation (RU : 1x10⁻⁴ (mg/m³)⁻¹) sont deux valeurs toxicologiques de référence développées par l'U.S. EPA (2010). Elles sont toutes deux basées sur les données de

l'étude de Johnson *et al.* (1986) et combine les risques de tumeur au niveau de la thyroïde et de mésothéliome malin testiculaire chez les rats.

1.6 BIOMARQUEURS D'EXPOSITION ET D'EFFETS

Afin d'évaluer l'exposition récente de la population générale à l'AA de source alimentaire, les biomarqueurs d'exposition les plus utilisés sont l'acrylamide et ses métabolites urinaires (Heudorf *et al.*, 2009). Parmi ceux-ci, le NACP serait un bon biomarqueur d'exposition (Hays et Aylward, 2008), car il est excrété plus lentement que l'acrylamide et il est le métabolite prédominant (Boettcher *et al.*, 2006 ; Fennell *et al.*, 2006).

L'évaluation de l'exposition humaine à l'acrylamide peut aussi être effectuée en mesurant les adduits que forment l'acrylamide et le glycidamide avec l'hémoglobine. Le N-(2-carbamoyléthyl)valine (AAVal) et le N-(2-carbamoyl-2-hydroxyéthyl)valine (GAVal) sont respectivement formés par la réaction de l'acrylamide et du glycidamide, avec la valine N-terminale de l'hémoglobine (FAO/OMS, 2002). Le dosage de ces adduits permet d'évaluer une exposition à l'AA de source alimentaire. Les adduits à l'hémoglobine sont généralement employés pour mesurer l'exposition humaine à des composés électrophiles et représentent l'exposition des quatre derniers mois, étant donné que la durée de vie moyenne des érythrocytes est de 120 jours (FAO/OMS, 2002). Ainsi, comparativement aux métabolites urinaires, les niveaux d'adduits intègrent l'exposition sur une plus longue période de temps. Lors d'une étude expérimentale réalisée par Fennell *et al.* (2005), la quantité d'adduits à l'hémoglobine (AAVal et GAVal) augmentait de façon linéaire avec la dose d'exposition à l'acrylamide par voie orale (pour des doses comprises entre 0,5 et 3,0 mg/kg).

Alors qu'un biomarqueur d'exposition permet de caractériser l'exposition, le biomarqueur d'effet est plutôt utilisé pour mettre en évidence les effets d'une substance toxique sur l'organisme. Parmi les effets appréhendés de l'exposition à l'acrylamide, les effets génotoxiques (en lien avec le potentiel cancérigène) sont les plus préoccupants et peuvent être évalués par le test des comètes. Ce test permet de mesurer différents types de dommages à l'ADN subis par les cellules individuelles des sujets à l'étude (par exemple les lymphocytes périphériques), notamment les cassures des brins d'ADN, le dommage oxydatif des nucléobases et les sites apuriniques (Collins, 2004). Le traitement des lymphocytes périphériques obtenus de volontaires en santé avec des concentrations d'AA variant de 0,5 à 50 µM a induit principalement des sites alcali-labiles, lesquels donnent lieu à des bris d'ADN mis en évidence par le test des comètes en conditions alcalines (Blasiak *et al.*, 2004). Des expériences additionnelles ont révélé que des radicaux libres ou encore des espèces réactives à l'oxygène pourraient être responsables de l'effet génotoxique de l'AA.

1.7 CONTEXTE LIÉ À LA GESTION DES RISQUES DU PLAN DE GESTION DES PRODUITS CHIMIQUES

Ce projet englobe les objectifs de surveillance ciblés de l'environnement pour soutenir les priorités de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE) et du *Plan de gestion des produits chimiques* (PGPC). En effet, les résultats de la présente recherche permettront l'évaluation biologique d'une substance mesurée dans les aliments, qui figure sur la liste des substances présentant un défi majeur actuellement en ce qui a trait à leurs

effets sur la santé humaine. Cette substance chimique émergente, laquelle est probablement cancérigène pour l'homme, sera mesurée afin d'améliorer la compréhension de l'évaluation biologique d'un groupe vulnérable de la population canadienne, soit les adolescents qui sont de grands consommateurs d'aliments contenant de l'acrylamide.

2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Cette étude avait pour objectifs généraux d'acquérir des données d'exposition à l'acrylamide auprès d'un groupe d'adolescents montréalais à partir de mesures de biomarqueurs, de vérifier le lien avec la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide et de réaliser une évaluation préliminaire du lien potentiel avec les effets génotoxiques précoces.

Ses objectifs spécifiques étaient les suivants :

- évaluer l'exposition à l'acrylamide d'un groupe potentiellement vulnérable de la population canadienne (les adolescents montréalais) à partir de mesures de biomarqueurs;
- évaluer les liens possibles entre l'apport en aliments contenant de l'acrylamide et les biomarqueurs d'exposition;
- colliger des données sur l'acrylamide dans les aliments pour la Direction des aliments de Santé Canada;
- réaliser une évaluation préliminaire des liens potentiels entre les concentrations des biomarqueurs d'exposition et certains biomarqueurs d'effets précoces (c'est-à-dire le dommage à l'ADN lymphocytaire).

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 POPULATION ET TERRITOIRE À L'ÉTUDE

Des adolescents des deux sexes, âgés de 10 à 17 ans, ont été recrutés au sein de la population générale de l'île de Montréal. Le territoire de l'île de Montréal a été sélectionné parce qu'il représente la plus grande région métropolitaine du Québec.

Initialement, la population à l'étude visait des adolescents des deux sexes, âgés de 12 à 17 ans, résidant dans l'arrondissement montréalais d'Ahunatic-Cartierville. Toutefois, à la suite de certaines difficultés rencontrées lors du recrutement, il a été décidé d'élargir la tranche d'âge et le territoire à toute l'île de Montréal. Quoique la tranche d'âge ait été élargie de 2 ans, il s'agit toujours d'adolescents puisque, selon l'Organisation mondiale de la santé, la période de l'adolescence s'étend de 10 à 19 ans (OMS, 1986).

3.2 FORMATION DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

La formation des huit agents recruteurs a eu lieu entre le 17 octobre 2009 et le début du mois de janvier 2010. Cette formation visait à expliquer l'étude en général, plus particulièrement le questionnaire d'admissibilité (annexe 1 et tableau 1). Ensuite, la formation du personnel sur le terrain, soit la coordonnatrice, les trois infirmières et les trois techniciens, s'est déroulée le 30 octobre 2009. Elle avait pour objectif d'expliquer l'étude en général, de parcourir les différents documents que les infirmières et les techniciens de l'étude sur le terrain auraient à utiliser (notamment le formulaire de consentement, le formulaire d'assentiment, le protocole pour le prélèvement urinaire et le questionnaire autoadministré) et de leur présenter les modèles alimentaires de portions.

3.3 RECRUTEMENT DES PARTICIPANTS

3.3.1 Description des méthodologies employées pour le recrutement des participants

Initialement, le recrutement devait être réalisé par téléphone à partir d'une liste de noms, d'adresses et de numéros de téléphone de résidents de l'arrondissement d'Ahunatic-Cartierville, et ce sont les agents recruteurs de l'équipe de recherche préalablement formés, qui devaient recruter les adolescents à partir de cette liste. Toutefois, étant donné le faible taux de réponse, le recrutement des adolescents a été effectué selon les trois façons suivantes :

- recrutement téléphonique à partir d'une liste de noms, d'adresses et de numéros de téléphone de résidents de l'arrondissement d'Ahunatic-Cartierville, fournie par Échantillonneur ASDE inc.;
- recrutement en ligne par la firme Léger Marketing;
- recrutement téléphonique à partir d'une liste de noms de personnes recrutées en 2006 dans le cadre d'un projet de recherche sur les pyréthrinoïdes de madame Michèle Bouchard de l'Université de Montréal.

3.3.1.1 Recrutement téléphonique à partir d'une liste de noms, d'adresses et de numéros de téléphone de résidents de l'arrondissement d'Ahuntsic-Cartierville, fournie par Échantillonneur ASDE inc.

Après leur formation, les agents recruteurs de l'équipe de recherche recrutait aléatoirement des adolescents de l'arrondissement montréalais d'Ahuntsic-Cartierville par sollicitation téléphonique à partir de la liste de noms, d'adresses et de numéros de téléphone fournie par Échantillonneur ASDE inc.

Les agents recruteurs s'adressaient d'abord à un représentant de l'autorité parentale afin d'expliquer le projet en détail. Ils spécifiaient que le but de l'appel était de recruter des adolescents pour l'étude en vérifiant leur admissibilité, en les questionnant sur leurs habitudes de vie et leur santé et les invitaient à y participer. Le représentant de l'autorité parentale pouvait accepter ou refuser que son adolescent participe à l'étude. Si le parent se montrait intéressé, le nombre d'adolescents, âgés de 10 à 17 ans, vivant au sein du ménage était demandé de même que leurs prénoms. Advenant le cas où il y avait plus d'un adolescent par ménage, l'agent recruteur demandait à parler à l'adolescent dont la date de naissance était la plus proche de celle du contact par téléphone.

L'agent recruteur demandait alors de s'adresser à l'adolescent, auquel il expliquait de nouveau le projet. L'adolescent pouvait à son tour accepter ou refuser de participer à l'étude. Si l'adolescent acceptait spontanément d'y participer, l'agent recruteur l'invitait à répondre à un questionnaire d'admissibilité au téléphone (annexe 1 et tableau 1). Ce questionnaire visait, d'une part, à déterminer l'admissibilité de l'adolescent à participer à l'étude et, d'autre part, à recueillir des données sociodémographiques et à documenter sa consommation en aliments pouvant contenir de l'acrylamide. Jusqu'à deux adolescents par ménage pouvaient être recrutés.

Après environ deux semaines de tentatives infructueuses, il est devenu évident pour les chercheurs principaux qu'il serait difficile, pour les agents recruteurs de l'équipe de recherche, de recruter 200 adolescents à partir de cette liste. Il a donc été décidé de confier parallèlement une partie du recrutement à une firme spécialisée dans les sondages.

Le recrutement téléphonique à partir d'une liste de noms, d'adresses et de numéros de téléphone de résidents de l'arrondissement d'Ahuntsic-Cartierville a débuté le 17 octobre 2009 et s'est achevé le 20 janvier 2010.

3.3.1.2 Recrutement en ligne par la firme Léger Marketing

Le 26 octobre 2009, la firme de sondages Léger Marketing a été contactée pour seconder les agents recruteurs de l'équipe de recherche dans le recrutement d'adolescents résidant dans l'arrondissement d'Ahuntsic-Cartierville.

Afin de réaliser le recrutement en ligne, la firme Léger Marketing a dû, entre autres, programmer le questionnaire d'admissibilité sur Internet et le remanier. Certaines questions ont été placées au début du questionnaire, dans le cas où la personne jointe n'était pas admissible ou ne souhaitait pas participer à l'étude (annexe 2).

À l'instar du questionnaire rempli par les agents recruteurs lors du recrutement par contact téléphonique, le questionnaire en ligne s'adressait d'abord à un représentant de l'autorité parentale. Le projet lui était expliqué, puis le parent était invité à répondre au questionnaire s'il était intéressé à ce que son adolescent participe à l'étude. Si l'adulte se montrait intéressé, la suite du questionnaire en ligne devait être remplie par l'adolescent lui-même. L'étude était de nouveau expliquée à l'adolescent et il était invité à y participer. Les adolescents joints par courriel devaient répondre au questionnaire d'admissibilité en ligne afin de vérifier s'ils satisfaisaient aux critères. Ils devaient y décrire qualitativement leur fréquence de consommation des aliments cuits ou frits contenant de l'acrylamide et y préciser certaines données sociodémographiques (annexe 2 et tableau 1).

Le recrutement des participants par la firme Léger Marketing a débuté le 30 octobre 2009. La firme estimait pouvoir recruter, en 48 heures, la population de l'arrondissement d'Achats-Cartierville par courrier électronique. Le recrutement en ligne a été effectué à partir d'une banque de noms, de coordonnées et de courriels d'individus de cet arrondissement ayant déjà pris part à des sondages téléphoniques effectués par cette firme et ayant déjà manifesté leur intérêt à participer à ce type d'étude. Ces personnes avaient *a priori* été aléatoirement recrutées par Léger Marketing. Toutefois, le recrutement en ligne effectué par la firme a été plus ardu que prévu. À la suite de quelques relances électroniques, il a été convenu, le 3 novembre 2009, d'agrandir la zone de recrutement à toute l'île de Montréal. En effet, il était impossible pour la firme de sondages d'atteindre le nombre requis d'adolescents dans l'arrondissement d'Achats-Cartierville.

Malgré l'élargissement de la zone de recrutement à toute l'île de Montréal, la firme de sondages Léger Marketing informait les chercheurs, le 8 décembre 2009, qu'elle avait atteint les limites de son panel sur l'île de Montréal pour le recrutement. Afin d'atteindre le nombre requis d'adolescents, elle proposait d'étendre la zone d'échantillonnage à Laval, à la Montérégie, aux Laurentides et à Lanaudière. Toutefois, après réflexion, il a été décidé de compléter le recrutement à partir d'une liste de noms de personnes recrutées en 2006 dans le cadre d'un projet de recherche de l'Université de Montréal sur les pyréthriinoïdes, réalisé sur l'île de Montréal (section 3.3.1.3).

À partir de la liste de noms des adolescents recrutés par la firme Léger Marketing, les membres de l'équipe de recherche ont contacté les ménages en question afin de recruter un frère ou une sœur. Jusqu'à deux adolescents par ménage pouvaient faire partie de l'étude.

En parallèle, le recrutement à partir de la liste transmise par Échantillonneur ASDE inc. a été poursuivi par notre équipe de recherche.

3.3.1.3 Recrutement téléphonique à partir d'une liste de noms de personnes recrutées en 2006 dans le cadre d'un projet de recherche sur les pyréthriinoïdes à Montréal

En janvier 2010, afin de compléter le recrutement, les agents recruteurs de l'équipe de recherche ont utilisé la liste de 118 noms d'enfants ayant participé, en 2006, à une étude similaire sur les pyréthriinoïdes (Fortin *et al.*, 2008). Les conditions de participation à cette étude étaient que les enfants devaient résider sur l'île de Montréal et être âgés entre 6 et 12 ans. L'échantillonnage aléatoire de ces enfants était effectué par la firme SOM à partir

d'une liste de 1 600 noms, adresses et numéros de téléphone transmise par Échantillonneur ASDE inc. Les parents de ces 118 enfants ont donc été contactés, et l'admissibilité des adolescents a été vérifiée. Jusqu'à deux adolescents par ménage pouvaient être recrutés.

3.3.2 Vérification de l'admissibilité

Les critères d'admissibilité étaient les mêmes pour les individus joints par téléphone ou par courriel (tableau 1). Toutefois, comme expliqué au point 3.3.1.2, le questionnaire électronique était quelque peu différent de celui administré par les agents recruteurs lors du contact téléphonique. Plus spécifiquement, l'ordre des questions a été légèrement modifié afin de s'assurer de l'admissibilité dès les premières questions (annexe 2).

Tableau 1 Critères d'admissibilité, caractéristiques sociodémographiques et consommation d'aliments contenant de l'acrylamide documentée dans le questionnaire d'admissibilité

Critères d'admissibilité évalués	Âge; tabagisme; pathologie (hépatique, rénale ou cancer)
Caractéristiques sociodémographiques évaluées	Sexe; origine ethnique; scolarité; école fréquentée (publique ou privée); langue parlée à la maison et celle parlée avec les amis
Consommation hebdomadaire d'aliments contenant de l'acrylamide	Croustilles de pommes de terre, pommes de terre frites, bretzels, pain grillé, amandes grillées, biscuits aux brisures de chocolat, céréales, maïs soufflé

3.3.3 Critères d'exclusion

Les fumeurs et les participants souffrant de certaines pathologies aiguës ou chroniques du rein ou du foie ainsi que du cancer devaient être exclus de l'étude. D'une part, l'acrylamide est une substance présente dans la fumée de tabac (Smith *et al.*, 2000). Les concentrations d'acrylamide dans la fumée principale du tabac se situent entre 1,1 et 2,34 µg par cigarette. Comparativement aux non-fumeurs, les fumeurs ont, d'une part, des teneurs significativement plus élevées de biomarqueurs d'exposition récente (AAMA, NACP et GAMA urinaire) et passée (adduits à la valine de l'hémoglobine) à l'acrylamide et, d'autre part, ces pathologies mentionnées peuvent altérer le métabolisme et l'élimination de xénobiotiques tels que l'acrylamide (Urban *et al.*, 2006).

3.4 PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES ET QUESTIONNAIRES AUTOADMINISTRÉS

Lors de la visite au domicile, l'infirmière devait obtenir le consentement écrit (annexe 3) d'un représentant de l'autorité parentale et l'assentiment du participant (annexe 4). À la signature de ces formulaires, l'infirmière remettait au participant le matériel nécessaire à l'étude : un questionnaire à remplir (annexe 5 et section 3.5) et le contenant pour les prélèvements urinaires. L'infirmière proposait aussi à l'adolescent de fournir un échantillon sanguin.

Les entrevues réalisées au domicile des participants ont commencé le 11 novembre 2009 et se sont terminées le 7 février 2010.

3.4.1.1 *Prélèvement d'échantillons urinaires*

L'adolescent devait prélever toutes ses urines durant environ 12 heures, soit un premier prélèvement recueilli après 18 h et un dernier le lendemain matin, en incluant la première miction du matin – comme cela a été établi lors de projets précédents de l'Université de Montréal (Fortin *et al.*, 2008; Couture *et al.*, 2009). Plus précisément, au jour 2 à 18 h, l'adolescent était invité à aller uriner dans la toilette sans recueillir ses urines. Après 18 h jusqu'au lendemain matin, l'adolescent était invité à uriner dans le contenant fourni à cet effet et à mettre le contenant d'urine au réfrigérateur dans un sac de plastique jusqu'à ce qu'il soit récupéré par le technicien de l'étude sur le terrain. Des contenants en polyéthylène Nalgene de 1 500 ml ont donc été remis à chaque adolescent pour recueillir les prélèvements urinaires. Les instructions relatives à ces prélèvements sont présentées à l'annexe 6. Enfin, les échantillons d'urine ont servi aux analyses urinaires suivantes :

- l'analyse de l'acrylamide et de ses métabolites urinaires;
- l'analyse de la cotinine urinaire.

3.4.1.2 *Prélèvement d'échantillons sanguins*

Les infirmières effectuaient un prélèvement sanguin lors de la première rencontre à domicile. Quatre (4) tubes à prélèvement (10 ml, lavande plastique EDTA) ont été utilisés, soit :

- un tube pour l'analyse des adduits à l'hémoglobine;
- deux tubes pour l'analyse du dommage à l'ADN lymphocytaire;
- un tube en réserve entreposé dans un laboratoire de l'Université de Montréal.

Une fois que les échantillons étaient prélevés, ils étaient conservés dans des glacières à une température de 4 °C et étaient acheminés la journée même au laboratoire de l'Université de Montréal. À cet endroit, ils étaient conservés à une température de 4 °C jusqu'au moment de leur traitement en laboratoire (points 3.9.1.1 et 3.9.1.2), qui était réalisé le lendemain par le personnel de laboratoire de l'Université.

3.5 QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ : JOURNAL ALIMENTAIRE, ALIMENTATION HABITUELLE ET HABITUDES DE VIE

Durant les deux jours précédant les collectes urinaires, les adolescents devaient remplir un questionnaire (annexe 5). Ce questionnaire était divisé en trois sections : le journal alimentaire, les questions sur l'alimentation habituelle et les questions sur les habitudes de vie. Il a été prétesté à l'automne 2009 par 6 adolescents âgés de 12 à 17 ans, puis certaines modifications ont été apportées au questionnaire pour améliorer la compréhension de certaines questions. Tous les questionnaires remplis par les adolescents ont été révisés avec le technicien devant collecter également les échantillons d'urine. Il s'assurait au moment de la rencontre avec l'adolescent que ce dernier avait bien rempli son questionnaire ou alors complétait les informations manquantes avec lui.

Le journal alimentaire ainsi que le questionnaire qui portait sur l'alimentation habituelle ou la fréquence de consommation des aliments ont été conçus à partir du questionnaire de l'*Enquête sociale et de santé auprès des enfants et des adolescents québécois – Volet nutrition* (Institut de la statistique du Québec, 2004). De plus, les aliments ciblés dans le journal alimentaire avaient été documentés lors d'études antérieures (Heudorf *et al.*, 2009).

Le journal alimentaire a donc permis de documenter de façon détaillée au cours de la période de deux jours précédant les prélèvements urinaires, la consommation d'aliments et de boissons contenant de l'acrylamide, soit les céréales, le pain rôti, les frites cuites dans l'huile, les frites cuites au four, les croustilles de pommes de terre, les autres types de croustilles tels que les croustilles au maïs et les bâtonnets de fromage, les bretzels, les craquelins, les olives noires, les biscuits aux brisures de chocolat, le maïs soufflé, les amandes grillées, le café et le jus de prune. Pour chacun de ces aliments ou boissons consommés, l'adolescent devait inscrire dans le journal alimentaire l'heure de la consommation, la quantité consommée, le nom et la marque de l'aliment ou de la boisson et l'endroit où l'aliment ou la boisson avait été consommé.

La seconde section du questionnaire documentait l'alimentation habituelle de l'adolescent. Ainsi, pour la période couvrant le mois précédant les prélèvements urinaires, l'adolescent devait indiquer la fréquence de consommation des mêmes aliments ou boissons qui apparaissaient dans le journal alimentaire. Voici les catégories de fréquence de consommation établies par les chercheurs :

- Jamais;
- 1 fois/mois;
- 2-3 fois/mois;
- 1-2 fois/semaine;
- 3-4 fois/semaine;
- 5-6 fois/semaine;
- 1 fois/jour;
- 2 fois ou plus/jour.

Une des limites du questionnaire portant sur l'alimentation évoquée serait la difficulté de se rappeler et de bien identifier la consommation habituelle ou la fréquence mensuelle d'aliments consommés (Willett, 1998; Gibson, 2005). Ainsi, il est possible que les données obtenues par ce questionnaire soient biaisées par la mémoire des sujets (oubli ou ajout non intentionnel concernant la consommation de certains aliments), ce qui pourrait entraîner une sous-estimation ou une surestimation de la consommation habituelle d'aliments contenant de l'acrylamide. Même s'il est difficile de prouver et de chiffrer un tel biais, il est possible de le minimiser. Selon Willett (1998), il est plus facile de décrire la fréquence de consommation de certains aliments lorsqu'ils sont consommés sur une base régulière ou habituelle par un nombre appréciable de sujets participant à une étude. De plus, lorsque la liste d'aliments figurant dans le questionnaire n'est pas trop longue, c'est-à-dire moins d'une centaine d'aliments, le répondant a plus de chances de se rappeler sa consommation d'aliments et ainsi de remplir le questionnaire de façon plus exacte (Willett, 1998). De plus, parmi les outils servant à minimiser les problèmes de mémoire, il faut noter que l'inclusion de photographies

d'aliments peut aider le sujet à se souvenir de sa consommation (Gibson, 2005). Or, le questionnaire contenait une photographie illustrant chaque catégorie d'aliments. Ces deux façons de faire ayant été appliquées à la présente étude, selon l'avis des auteurs de ce document, il y a peu de chances que les résultats obtenus avec le questionnaire de fréquence soient sérieusement biaisés.

La dernière section du questionnaire portait sur les habitudes de vie. Le participant devait préciser son poids corporel, son exposition au tabagisme passif, son utilisation de produits de soins personnels et sa consommation d'alcool sous un format similaire à celui utilisé dans d'autres études du groupe de chercheurs (Bouchard *et al.*, 2009; Normandin *et al.*, 2013).

3.6 MODÈLES ALIMENTAIRES DE PORTIONS

Huit trousseaux de modèles alimentaires représentant des portions standards ont été prêtés par l'Institut de la statistique du Québec. Chacune de ces trousseaux comptait entre autres, divers modèles de verres (4), de tasses (3) et de bols (4) de grandeurs différentes. Ces modèles alimentaires ont permis aux jeunes de visualiser et de décrire le plus précisément possible la taille des portions ou la quantité d'aliments ou des breuvages qu'ils avaient consommés.

Les modèles alimentaires ont été conçus dans les années 1990 par Santé Canada, Santé Québec (maintenant l'Institut de la statistique du Québec) et les autres provinces canadiennes pour les enquêtes provinciales sur la nutrition. Ces modèles étaient identiques à ceux utilisés lors de l'enquête *Nutrition Canada* menée en 1975 par Santé et Bien-être social Canada (maintenant Santé Canada). Depuis 1990, l'Institut de la statistique du Québec utilise ces modèles qui ont été validés dans le cadre d'enquêtes nutritionnelles réalisées auprès de la population québécoise. En effet, ces modèles ont été employés au cours de plusieurs autres enquêtes provinciales sur la nutrition : Lavallée (2004); Desrosiers *et al.* (2005); Santé Québec (1997, 1998); Dewayilly *et al.*, (1999); Blanchet et Rochette, (2008).

Dans la présente étude, ces modèles ont été présentés aux adolescents par les infirmières lors de la première rencontre, puis par les techniciens sur le terrain lors de la révision du journal alimentaire.

3.7 ÉCHANTILLONNAGE ET PRÉPARATION DES ALIMENTS

3.7.1 Échantillonnage des aliments

À partir des réponses inscrites dans le journal alimentaire, un plan d'échantillonnage des aliments et des boissons consommés a été établi pour chacune des catégories d'aliments, soit les céréales, le pain rôti, les frites cuites dans l'huile, les frites cuites au four, les croustilles de pommes de terre, les autres catégories de croustilles, les bretzels, les craquelins, les olives noires, les biscuits sucrés, les biscuits aux brisures de chocolat, le maïs soufflé, les amandes grillées et le café.

À la suite d'échanges entre les chercheurs principaux et certains cochercheurs, le choix des aliments à échantillonner a été fixé.

Le plan d'échantillonnage a porté sur les marques d'aliments les plus fréquemment consommées par les participants à l'étude, tout en comprenant au moins une marque de chaque catégorie d'aliments. Puisque les teneurs en acrylamide peuvent varier considérablement, et ce, tant dans le même produit que d'un produit à l'autre, le plan d'échantillonnage a été déterminé de manière à prendre en considération à la fois les catégories d'aliments consommés contenant de l'acrylamide, et la variabilité dans un même lot et entre les différents lots. Le plan d'échantillonnage est montré à l'annexe 7.

À titre d'exemple, pour la catégorie des croustilles de pommes de terre, 12 échantillons ont été achetés dans les supermarchés pour être analysés en laboratoire. Ces 12 échantillons étaient répartis de la façon suivante :

- trois marques parmi les plus fréquemment consommées par les adolescents (x 3);
- deux lots différents pour chaque marque (x 2);
- deux échantillons différents pour chaque lot (x 2).

3.7.2 Préparation des aliments

Les échantillons de frites cuites à la maison, soit dans l'huile soit au four, de pain rôti, de maïs soufflé et de café ont dû être préparés en prévision de leur analyse en laboratoire, puisqu'ils étaient analysés de la façon dont ils sont consommés.

Pour les frites cuites dans l'huile à la maison, des pommes de terre de table lavées devant être bouillies ont été achetées et coupées en tranches d'une largeur approximative de 8 mm. Les frites ont été cuites durant 10 min dans une friteuse qui contenait environ 2 l d'un mélange, préalablement chauffé, d'huile végétale de marque Unico et d'huile de canola de marque No Name dans une proportion de 1 : 2. La température de la friteuse était réglée à 375 °F (190 °C). Après la cuisson, les frites ont été immédiatement égouttées, placées dans une assiette pour refroidir à la température de la pièce, puis transférées dans des sacs de plastique de marque Ziploc pour être congelées jusqu'à leur analyse au laboratoire de Santé Canada.

Les frites cuites au four ont été préparées selon les directives du fabricant. Brièvement, les frites congelées ont été cuites dès qu'elles ont été sorties du congélateur, sur une plaque à cuisson antiadhésive durant 20 min à une température de 450 °F (232 °C). À la mi-cuisson, les frites ont été retournées. Après la cuisson, elles ont été placées dans une assiette pour refroidir à la température de la pièce, puis ont été mises dans des sacs de plastique de marque Ziploc pour être congelées jusqu'à leur analyse en laboratoire.

Les tranches de pain ont été rôties dans un grille-pain réglé à la 5^e position sur 9 positions de grillage possibles (grille-pain utilisé comptait 9 positions en tout) afin d'obtenir des tranches de pain moyennement grillées. Après le grillage, les tranches de pain rôties ont été placées dans une assiette pour refroidir à la température de la pièce, puis ont été mises dans des sacs de plastique de marque Ziploc afin d'être congelées jusqu'à leur envoi en laboratoire.

Le maïs à éclater au four à micro-ondes a été préparé selon les directives du fabricant. Les sacs de maïs à éclater ont été placés dans le four à micro-ondes réglé à la puissance élevée durant 2 min 30 s. Après la cuisson, le maïs a été refroidi à la température de la pièce, versé dans des sacs de plastique de marque Ziploc et congelé jusqu'au moment de son analyse en laboratoire.

Un total de 146 échantillons d'aliments ont été expédiés et analysés au laboratoire de la Direction générale des produits de santé et des aliments de Santé Canada. La description de ces échantillons d'aliments ainsi que la marque, le code universel des produits (CUP) et le numéro de code des produits sont présentés à l'annexe 8.

3.8 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION ALIMENTAIRE À L'ACRYLAMIDE

Une rencontre a eu lieu entre les chercheurs principaux (Normandin, Bouchard et Ayotte) et certains cochercheurs (Blanchet et Phaneuf) pour établir le mode d'évaluation de l'exposition alimentaire. Deux chercheurs de Santé Canada ont également participé à cette rencontre (Bonvalot et Lapointe). Une conférence téléphonique a ensuite eu lieu entre les chercheurs principaux (Ayotte, Bouchard et Normandin) pour établir plus en détail la méthode. Le mode d'estimation des apports alimentaires en acrylamide à partir des réponses aux questionnaires et des concentrations d'acrylamide mesurées par Santé Canada dans les aliments a alors été convenu de la façon décrite dans les paragraphes suivants.

À partir des réponses inscrites dans le journal alimentaire sur les données de consommation, l'apport alimentaire total en acrylamide a été calculé pour chaque aliment consommé. Dans un premier temps, le poids en grammes de chaque aliment consommé a été calculé. Lorsque le participant remplissait le journal alimentaire, il avait la possibilité d'inscrire les quantités consommées sous forme de poids, de volumes ou de modèles de portions alimentaires. Les mesures de volumes et les modèles de portions ont été convertis en poids (grammes). Étant donné qu'un nombre important de marques d'aliments ont été répertoriées et que, pour un même type d'aliment (par exemple le pain ou les croustilles), le poids en grammes varie selon la marque de l'aliment, la conversion en grammes a pu être effectuée lors de la recherche des informations relatives à chaque marque sur les sites Internet des compagnies alimentaires des marques mentionnées. Ces renseignements, qui ont permis de mieux préciser les quantités consommées, étaient généralement disponibles sur ces sites étant donné qu'au Canada l'étiquetage des produits alimentaires est réglementé. En effet, chaque compagnie alimentaire doit indiquer le poids de l'aliment avec l'étiquetage nutritionnel.

Pour l'estimation de l'exposition à l'acrylamide alimentaire, les quantités consommées en grammes ci-dessus mentionnées ont été couplées avec les données disponibles sur les teneurs en acrylamide des divers aliments. Ces teneurs provenaient de trois sources : les mesures faites dans le cadre du présent projet (annexe 8), les mesures obtenues de Santé Canada (Becalski, communication personnelle, n.d.) ou les mesures américaines (FDA, 2006a; 2006b). Pour chacun des aliments répertoriés dans les journaux alimentaires des participants, des concentrations d'acrylamide ont été attribuées selon un arbre décisionnel (figure 2).

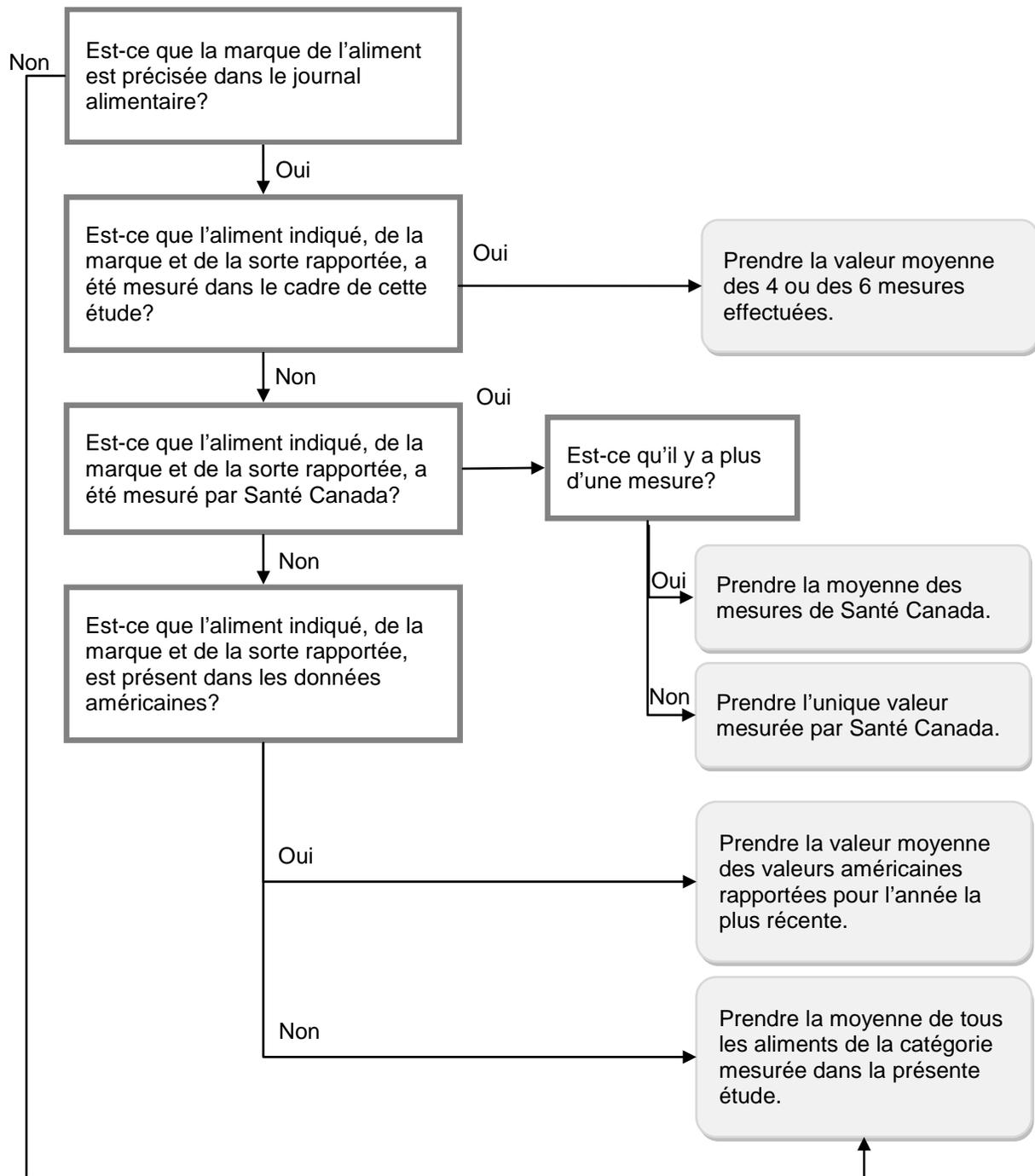


Figure 2 Procédure de traitement des valeurs de concentration d'acrylamide dans les aliments

3.9 TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS ET ANALYSES DE LABORATOIRE

3.9.1 Traitement des échantillons

Tous les échantillons sanguins et urinaires obtenus des participants étaient acheminés directement au laboratoire de l'Université de Montréal en vue d'être analysés.

3.9.1.1 Traitement des échantillons sanguins

Dès le lendemain du prélèvement, les échantillons sanguins ont été traités afin d'isoler les lymphocytes de deux des quatre tubes de sang et d'isoler les globules rouges dans les deux autres tubes.

Les lymphocytes ont été isolés à l'aide de tubes Leucosep® (227 290, Greiner Bio-One, NC, USA). Le contenu de deux tubes de 10 ml de sang prélevé dans des tubes Vacutainer® K₂-EDTA a été transféré dans un tube Leucosep qui a été préalablement centrifugé avec 15 ml de Ficoll_Paque Plus® (Amersham Biosciences) pendant 30 s à 1 000 x g, à la température de la pièce. Après une centrifugation de 10 min (1 000 x g à la température de la pièce), les lymphocytes se retrouvent à la jonction du Ficoll et du plasma. À l'aide d'une pipette de transfert, les lymphocytes ont été récoltés et transférés dans un tube de 50 ml. Après trois lavages dans du PBS (137 mM NaCl, 0,27 mM KCl, 10 mM Na₂HPO₄, KH₂PO₄) les cellules ont été resuspendues dans une solution de congélation (6 % DMSO, 20 % FBS dans du milieu RPMI) et congelées selon le protocole standard de 1 °C/min avant d'être entreposées dans de l'azote liquide. Deux tubes de cellules ont été congelés pour chaque participant de l'étude.

Par ailleurs, les globules rouges ont été conservés à -20 °C pendant toute la période d'échantillonnage pour être ensuite acheminés au laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ puis au laboratoire du docteur Fennell pour l'analyse des adduits de l'acrylamide et du glycidamide. L'annexe 9 détaille le protocole de traitement des échantillons de globules rouges.

3.9.1.2 Traitement des échantillons urinaires

Les échantillons urinaires étaient mesurés puis aliquotés au laboratoire de l'Université de Montréal dont :

- une aliquote de 11 ml pour les analyses de cotinine,
- une aliquote de 11 ml pour les analyses de l'acrylamide et de ses métabolites,
- deux aliquotes de 90 ml en réserve.

Ces aliquotes urinaires étaient par la suite envoyées dans des laboratoires pour analyse : l'aliquote pour les analyses de cotinine a été envoyée à l'Institut de santé au travail de Lausanne, et une aliquote a également été envoyée à l'INSPQ pour l'analyse de l'acrylamide et de ses métabolites urinaires. Quant aux deux autres aliquotes, elles ont été conservées à l'Université de Montréal pour permettre des réanalyses en cas de problème.

3.9.2 Analyses en laboratoire

3.9.2.1 Analyse de l'acrylamide et de ses métabolites urinaires

L'acrylamide et ses principaux métabolites urinaires, c'est-à-dire le glycidamide (GA), la N-acétylcystéine-S-propionamide (NACP), le NACP sulfoxyde, la N-acétyl-S-(1-carbamoyl-2-hydroxyéthyl) cystéine (GAMA 2), la N-acétyl-S-(3-amino-2-hydroxy-3-oxopropyl) cystéine (GAMA 3) et la cystéine-S-propionamide ont été quantifiés dans chacun des échantillons d'urine au laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ par chromatographie en phase liquide à ultra performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem (UPLC-MS/MS), selon une adaptation des méthodes de Fennell *et al.* (2005, 2006).

Les éléments de performance de la méthode sont montrés dans le tableau 2.

Tableau 2 Éléments de performance de la méthode UPLC-MS-MS

Analyte(s)	Limite de détection (µg/L)	Limite de quantification (µg/L)	Linéarité (µg/L)	Récupération (%)	Effet matrice (%)	Répétabilité	
						(%)	Concentration (µg/L)
Acrylamide (AM)	1,0	3,4	LQ à 10 000	104	112	4,0	7,0
Cystéine-S-propionamide (CP)	0,32	1,1	LQ à 10 000	98	89	5,1	2,3
Glycidamide (GA)	4,8	16	LQ à 10 000	99	100	5,7	28
N-acétyl-S-(1-carbamoyl-2-hydroxyéthyl) cystéine (GAMA 2)	2,3	7,6	LQ à 10 000	101	116	5,6	14
N-acétyl-S-(3-amino-2-hydroxy-3-oxopropyl) cystéine (GAMA 3)	0,56	1,9	LQ à 10 000	98	106	3,6	6,8
N-acétylcystéine-S-propionamide (NACP)	0,097	0,32	LQ à 1 100	89	98	5,8	0,54
NACP sulfoxyde	0,35	1,2	LQ à 10 000	102	109	2,2	6,4

Des échantillons urinaires (n = 56; entreposés à -70 °C) ont également été analysés au laboratoire du Docteur Fennell à des fins de comparaison avec les résultats du laboratoire de l'INSPQ (voir section 3.9.3).

Les échantillons ont été dégelés sur de la glace, et 80 µl ont été prélevés pour l'analyse. Puis, 10 µl de chacun des standards (¹³C³-Aa et d₄-NACP; à 2 µg/ml) ont été ajoutés à chaque échantillon urinaire. Enfin, 20 µl d'eau a été ajouté.

Chaque échantillon a été agité au vortex et a été centrifugé (14 000 rpm) pendant 2 min. Ensuite, 10 µl de l'échantillon ont été mélangés avec 90 µl d'eau, puis de nouveau agités au vortex et centrifugés. L'échantillon a été transféré dans un insert de faible volume en vue de l'analyse par LC-MS.

Les analyses ont été réalisées avec un HPLC (Agilent 1100) couplé à un LC-MS (PE Sciex API 4000 LC-MS) équipé d'une source Turbo-ionspray. La chromatographie a été effectuée avec une colonne Waters Atlantis dC18 (250 mm x 4,6 mm x 5 µm), et les produits ont été élués à l'aide d'un mélange à 0,1 % d'acide acétique, d'eau et d'acétonitrile à un débit de 1 000 µl/min. Durant les 20 premières minutes, la concentration d'acétonitrile a été augmentée jusqu'à 95 % et a été maintenue à ce niveau pendant 5 min. Les conditions ont ensuite été ramenées aux conditions de départ. La première période (16 min) a servi à quantifier l'AA, le GAMA 2, le GAMA 3 et le NACP sulfoxyde. Après 16 min, la polarité a été changée (l'ionisation passe de positive à négative), et le NACP a été quantifié.

La quantification de l'AA et du NACP a été réalisée avec une courbe de calibration et en utilisant le ratio de l'analyte dans le standard interne, alors que pour le GAMA 2, le GAMA 3 et le NACP sulfoxyde, la quantification a été réalisée à l'aide d'une courbe de quantification limitée.

3.9.2.2 Analyse de la cotinine

La cotinine urinaire, un métabolite de la nicotine, a été mesurée à l'Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST) par chromatographie liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem (HPLC-MS-MS) afin de confirmer que les participants étaient des non-fumeurs et étaient seulement exposés à la fumée passive.

3.9.2.3 Analyse des adduits à l'hémoglobine

Les échantillons sanguins ont été transmis au laboratoire du docteur Fennell pour le dosage des adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et de son métabolite génotoxique, le glycidamide.

Lors de la préparation des échantillons, la globine a été isolée à partir d'érythrocytes lavés comme décrit par Mowrer *et al.*, (1986). Brièvement, les hématies lysées ont été mélangées avec 50 mM HCl dans du 2-propanol afin de précipiter l'hème. Ensuite, le surnageant a été mélangé à de l'acétate d'éthyle pour précipiter la globine. La solution a par la suite été lavée avec du n-pentane. Enfin, la globine a été séchée sous la hotte, aliquotée et entreposée à 20 °C.

Les échantillons de globine ont été analysés selon la méthode de Fennell *et al.* (2005). Les échantillons ont été dérivatisés avec du phénylthiocyanate dans du formamide pour former des dérivés d'adduits phénylthiohydantoin (PTH).

Des standards internes (AAValPTH-¹³C₅ et GAValPTH-¹³C₅) ont été ajoutés, et les échantillons ont été extraits avec une cartouche d'extraction (Water Oasis HLB 3 cc (60 mg), Milford, MA). Ces extraits ont été dilués avec du méthanol, séchés et reconstitués dans 100 µl de solution (50 : 50 eau-méthanol avec 0,1 % d'acide formique).

Les analyses ont été réalisées avec un HPLC (Agilent 1200) couplé à un LC-MS (PE Sciex API 5000 LC-MS) équipé d'une source Turbo-ionspray. La chromatographie a été effectuée avec une colonne Phenomenex Luna Phenyl-Hexyl (50 mm x 2 mm x 3 µm), et les produits ont été élués à l'aide d'un mélange d'acide acétique à 0,1 %, d'eau et de méthanol à un débit de 400 µl/min avec un gradient passant de 40 à 70 % de méthanol en 3 min. Le méthanol a ensuite été maintenu à 70 % pendant 2 min. Les conditions ont ensuite été ramenées aux conditions de départ.

La quantification de l'AAVal et du GAVal a été réalisée avec une courbe de calibration (AAVal-leu-anilide et GAVal-leu-anilide) et en utilisant le ratio de l'analyte/standard interne.

3.9.2.4 Test des comètes

Le test des comètes a été effectué au laboratoire de toxicologie de l'INSPQ pour évaluer les lésions à l'ADN lymphocytaire. De la décongélation jusqu'au séchage des lames, toutes les étapes s'accomplissaient à la noirceur.

Les cellules ont été décongelées et transférées dans un tube contenant du PBS froid (137 mM NaCl, 0,27 mM KCl, 10 mM Na₂HPO₄, KH₂PO₄). À la suite d'une centrifugation à 4 °C (200 x g/10 min), un décompte cellulaire a été effectué. Les cellules ont ensuite été diluées à une concentration de 1 x 10⁵ cellules/ml dans du PBS.

Cette suspension cellulaire a été mélangée avec de l'agarose à faible point de fusion à 37 °C dans une proportion de 1 : 10 (v/v). Les lames Trevigen (Gaithersburg, MD), spécialement conçues pour le test des comètes, comportent deux surfaces circulaires, chacune recevant 50 µl de la suspension cellulaire dans l'agarose. Les lames ont été transférées à 4 °C pour une période de 10 min afin de permettre la solidification de l'agarose. Par la suite, les lames ont été plongées dans une solution de lyse froide (kit Trevigen 4250-050-K + DMSO, 10 : 1 (v/v)) pendant un minimum de 30 min à 4 °C.

Après un rinçage rapide dans l'eau distillée, les lames traitées avec la formamidopyrimidine [fapy]-DNA glycosylase (FPG, New England Biolabs, Pickering, Ontario) ont été placées dans le milieu réactionnel (40 mM Hepes, 0,5 mM Na₂EDTA, 0,1 M KCl, pH 7,6 avec KOH) contenant 8 U/ml de FPG et 2 mg/ml de BSA. Les lames ont été placées dans cette solution à 37 °C pendant 30 min.

Les lames ont été par la suite plongées dans la solution d'électrophorèse (200 mM NaOH, 1 mM EDTA, pH > 13) à 4 °C contenue dans la chambre électrophorétique pendant 20 min pour permettre le déroulement de l'ADN. Le volume de la chambre a été ajusté pour obtenir une migration à environ 1 V/cm, sous un courant constant de 300 mA. L'électrophorèse a été effectuée dans une chambre froide pendant 20 min. Suite à la migration, les lames ont été lavées 2 fois pendant 5 min dans de l'eau distillée, déshydratées 30 min dans EtOH 70 %, pour finalement être séchées dans une étuve à 44 °C pendant 15 min.

Le jour où ont été examinées les lames en microscopie à fluorescence (Olympus BX-51 muni d'un filtre Narrow Blue [U-M514, BP 470-490nm DM 500nm, BA 515nm], Olympus, Center Valley, PA, É.-U.), ces dernières ont été au préalable colorées pendant 10 min à la

température ambiante dans une solution 1/10 000 SYBR Gold® (Invitrogen, Burlington, ON) dans de l'eau distillée, puis rincées brièvement avec de l'eau distillée. La détermination du dommage de 100 cellules par surface (200 cellules par participant) a été effectuée sous grossissement total de 200 X à l'aide du logiciel Comet Assay IV (Perceptive Instruments, Suffolk, UK). La moyenne arithmétique du pourcentage d'ADN dans la queue des 200 comètes a été calculée pour chaque participant.

Les analyses ont été faites durant 19 jours. Chaque série analytique comprenait des cellules témoins provenant de la lignée lymphoblastique humaine GM00131 (lignée « sauvage » de Corriell). Des aliquotes de ces cellules ont été congelées dans les mêmes conditions que les cellules des participants, et elles ont été soumises aux mêmes manipulations lors de la journée de l'expérience. La moyenne du dommage (% d'ADN dans la queue) obtenue pour ces cellules témoins était de 1,0 %, et le coefficient de variation interjour était de 40 % (n = 19).

3.9.3 Comparaison interlaboratoires des concentrations urinaires de métabolites

La mesure des concentrations urinaires d'acrylamide et de ses métabolites a fait l'objet d'une comparaison interlaboratoires, étant donné l'absence de matériaux de référence permettant d'évaluer la performance du laboratoire. Pour ce faire, 56 échantillons d'urine ont été analysés au laboratoire de toxicologie de l'INSPQ ainsi qu'au laboratoire du Dr Fennell (RTI, NC, É.-U.).

La figure 3 illustre les données comparatives obtenues dans les deux laboratoires pour le NACP sulfoxyde et le NACP. Quand bien même les résultats obtenus par le laboratoire de toxicologie sont plus élevés que ceux du laboratoire américain, des corrélations très élevées ont été notées entre les concentrations mesurées par les deux laboratoires. Ainsi, bien qu'il y ait de l'incertitude quant aux concentrations précises des métabolites d'acrylamide présentes dans l'urine des participants, ces résultats comparatifs indiquent qu'il est possible d'ordonner correctement les participants en fonction de leurs concentrations de métabolites, et donc de leur exposition interne à l'acrylamide.

Figure A

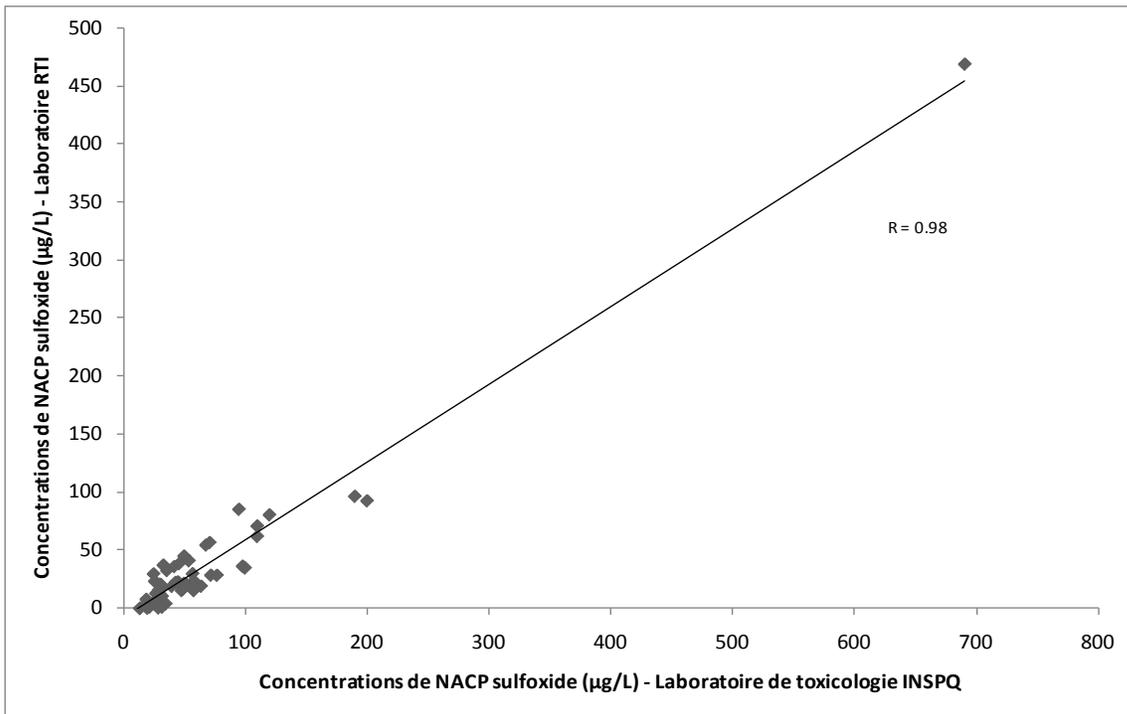


Figure B

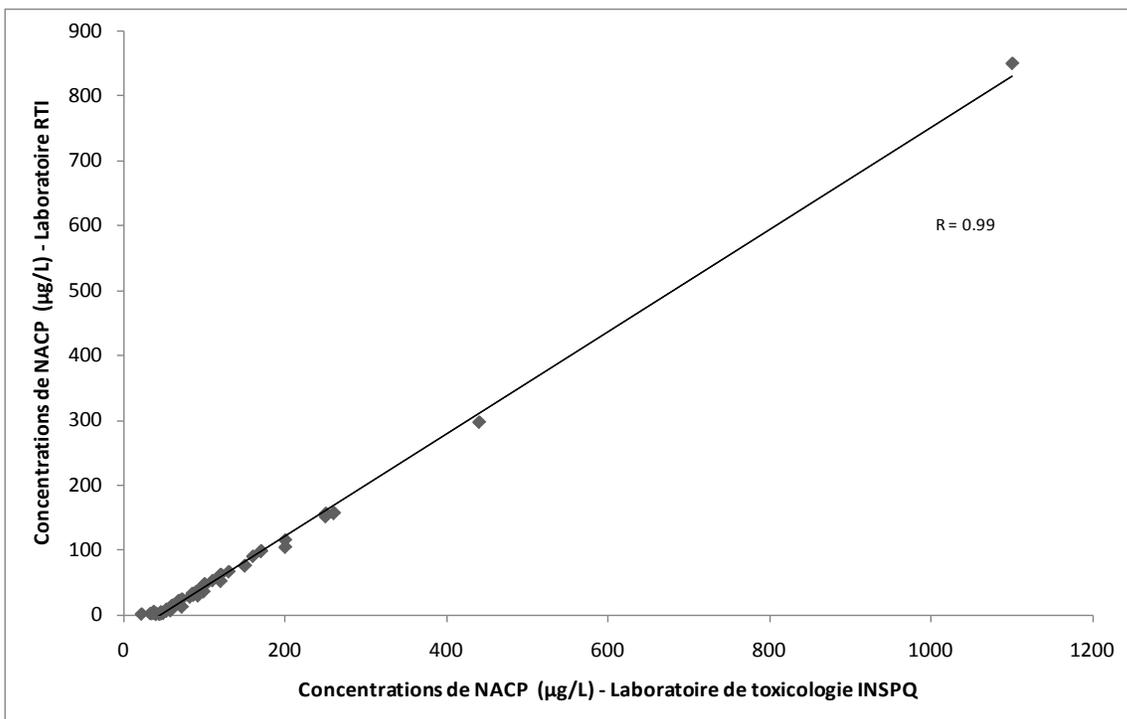


Figure 3 Corrélations entre les concentrations de NACP sulfoxyde (A) et de NACP (B) mesurées par les deux laboratoires de toxicologie analytique dans 56 échantillons d'urine

3.9.4 Mesures des concentrations d'acrylamide dans les denrées alimentaires

Les échantillons d'aliments ont été analysés, et leur concentration d'acrylamide a été déterminée par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) par la Direction générale des produits de santé et des aliments de Santé Canada selon la méthode de Becalski *et al.* (2003). Comme mentionné auparavant, tous les échantillons d'aliments ont été analysés de la façon dont ils sont consommés.

3.10 TRAITEMENT DES DONNÉES ET ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.2. Des analyses descriptives ont été effectuées pour établir la distribution des concentrations de biomarqueurs urinaires et d'adduits à l'hémoglobine chez les participants (moyenne \pm ET, min, max et centiles). Ces analyses ont été faites sur les concentrations non ajustées ($\mu\text{g/l}$) et ajustées pour le contenu en créatinine ($\mu\text{g/g}$ créatinine) mais non transformées. Lorsque les concentrations urinaires de biomarqueurs étaient inférieures au seuil de détection analytique, la moitié de la valeur du seuil était alors attribuée. Cette valeur était ensuite corrigée pour la concentration en créatinine.

Des corrélations de Spearman ont été établies pour tester la relation entre les apports alimentaires en acrylamide ($\mu\text{g/kg}$ p.c./j) durant les deux jours précédant le prélèvement (jour 1, 2 et moyenne des jours 1 et 2) et les concentrations de biomarqueurs urinaires. Des tests de corrélation de Spearman ont aussi été effectués pour établir la relation entre la fréquence de consommation des aliments contenant de l'acrylamide durant le mois précédant le prélèvement et les niveaux d'adduits à la globine. Enfin, des corrélations de Spearman ont également été établies pour vérifier la relation entre la fréquence de consommation de certaines catégories d'aliments contenant de l'acrylamide (frites cuites dans l'huile et cuites au four, croustilles de pommes de terre et céréales) durant les deux jours précédant le prélèvement (jour 1, 2 et moyenne des jours 1 et 2) et les niveaux de biomarqueurs urinaires.

La corrélation entre les différents biomarqueurs urinaires a également été testée par des corrélations de Pearson (sur les valeurs log-transformées).

Par ailleurs, des tests de khi carré ont été effectués sur les variables socioéconomiques documentées chez les adolescents et leurs parents en vue de vérifier la représentativité de l'échantillon étudié par rapport à la population de la ville de Montréal, de l'île de Montréal et de l'arrondissement d'Ahunstic-Cartierville.

Des analyses multivariées ont également été réalisées afin de mieux caractériser la relation entre les biomarqueurs d'exposition à l'acrylamide et les apports provenant de l'alimentation. Pour l'analyse portant sur les biomarqueurs urinaires, la variable dépendante était la somme des concentrations des deux principaux métabolites de l'acrylamide, soit le NACP et le NACP sulfoxyde ($\mu\text{mol/mol}$ de créatinine); la variable indépendante était l'apport moyen en acrylamide ($\mu\text{g/kg}$ p.c./j) au cours des deux jours précédant la collecte urinaire. Dans le cas des biomarqueurs sanguins, la variable dépendante était la somme des teneurs d'adduits AAVal et GAVal (pmol/g de globine), tandis que les variables indépendantes étaient les

fréquences de consommation des aliments contenant de l'acrylamide durant le dernier mois. Les variables potentiellement confondantes considérées dans les deux modèles étaient l'âge (variable continue en années), le sexe, le tabagisme passif (catégories de concentrations urinaires de cotinine : < 6 ng/ml – adolescent non-fumeur non exposé à la fumée, ≥ 6 ng/ml et < 30 ng/ml – adolescent non-fumeur faiblement exposé à la fumée et ≥ 30 ng/ml – adolescent non-fumeur fortement exposé à la fumée), la consommation d'alcool (oui/non au cours du dernier mois), la scolarité des parents (primaire et secondaire, collégial ou universitaire), l'origine canadienne (oui/non) et le type d'école fréquenté (école publique/privée). Pour le modèle relatif aux biomarqueurs sanguins, le poids corporel a également été considéré (variable continue en kg).

Des analyses bivariées ont d'abord été réalisées afin d'évaluer les associations entre les facteurs potentiellement confondants et les biomarqueurs d'exposition. Les facteurs associés avec une valeur $p < 0,20$ ont été retenus dans un premier temps. Par la suite, le facteur dont la valeur p était la plus faible a été intégré dans le modèle et a été conservé s'il engendrait une variation du bêta de la relation entre l'exposition et le biomarqueur de plus de 10 %. Le facteur suivant était ensuite considéré selon l'ordre des valeurs p , jusqu'à ce que tous les facteurs ayant passé la première étape aient été testés de cette façon. Les modèles finaux ont été vérifiés pour les problèmes de multicolinéarité et la normalité des résidus.

3.11 ÉTHIQUE ET CONFIDENTIALITÉ

Le projet de recherche ainsi que tous les documents exigés pour la présente étude ont été soumis et approuvés par le comité d'éthique de la recherche de la Faculté de médecine (CERFM) de l'Université de Montréal et celui de Santé Canada.

Toute personne invitée à participer à cette étude était entièrement libre de refuser ou de se retirer à tout moment de l'étude, sans préjudice. Toute personne qui a accepté de participer a été informée des modalités du projet et de sa contribution attendue. De plus, pour qu'un adolescent puisse participer à l'étude, un représentant de l'autorité parentale devait signer le formulaire de consentement (annexe 3), et chaque adolescent devait signer le formulaire d'assentiment (annexe 4).

Tous les renseignements recueillis au cours de cette étude ainsi que les résultats des prélèvements biologiques des participants ont été traités de façon confidentielle. Un code numérique a été attribué aux questionnaires et aux échantillons biologiques afin de les identifier. Aucun nom n'apparaît sur la documentation ni sur les prélèvements biologiques – excepté sur la liste des participants, qui permet de relier les résultats d'analyse des échantillons au nom des participants. Seuls les chercheurs principaux et les membres de l'équipe de recherche ont pu avoir accès à cette liste. Tous les questionnaires et les résultats des tests ont été conservés dans des classeurs fermés à clé à l'Institut national de santé publique du Québec pour toute la durée de l'étude. Les résultats d'analyses des prélèvements biologiques ont été transmis au moyen d'une lettre adressée personnellement à chaque adolescent participant (annexe 10). Les lettres ont été cosignées par les chercheurs principaux et les logos apparaissant sur la lettre étaient ceux de l'Institut national de santé publique du Québec et de l'Université de Montréal. Dans la même lettre, les résultats de la consommation d'aliments pouvant contenir de l'acrylamide sur les niveaux de

biomarqueurs d'exposition à l'échelle de groupe ont également été transmis aux participants. Il y a été bien expliqué que la mesure de biomarqueurs dans des collectes ponctuelles permet de donner seulement une indication transversale de l'exposition et ne permet pas de statuer sur le risque pour la santé. Toujours dans le but d'assurer la confidentialité des informations recueillies lors de cette étude, les questionnaires et les résultats des tests seront détruits 7 ans après la fin de l'étude (prévu pour 2016), et aucun nom n'apparaîtra dans ce rapport ou toute autre publication à venir. De plus, une évaluation des facteurs relatifs à la vie privée a été réalisée par Santé Canada.

4 RÉSULTATS

4.1 BILAN DU RECRUTEMENT DES PARTICIPANTS ET CRITÈRES D'EXCLUSION

Le bilan total du recrutement est détaillé à la figure 4. Cette figure présente les résultats obtenus au moyen des différentes méthodologies employées lors du recrutement des participants, soit les résultats du recrutement effectué à l'aide de la liste de l'arrondissement d'Ahunatic-Cartierville fournie par Échantillonneur ASDE inc., de celui réalisé par la firme Léger Marketing et de celui effectué à l'aide de la liste de noms de personnes recrutées en 2006 dans le cadre d'un projet de recherche sur les pyréthrinoïdes à Montréal. Au total, 8 155 ménages ont dû être contactés pour atteindre le nombre de participants visé, ce qui correspond à un taux de participation de seulement 2,5 %. Sur les 8 155 ménages contactés, 3 318 ménages n'ont pu être joints à la suite de trois appels téléphoniques faits par les agents recruteurs à différents moments, soit durant la journée, la soirée, ou la fin de semaine ou de quelques relances électroniques effectuées par la firme Léger Marketing.

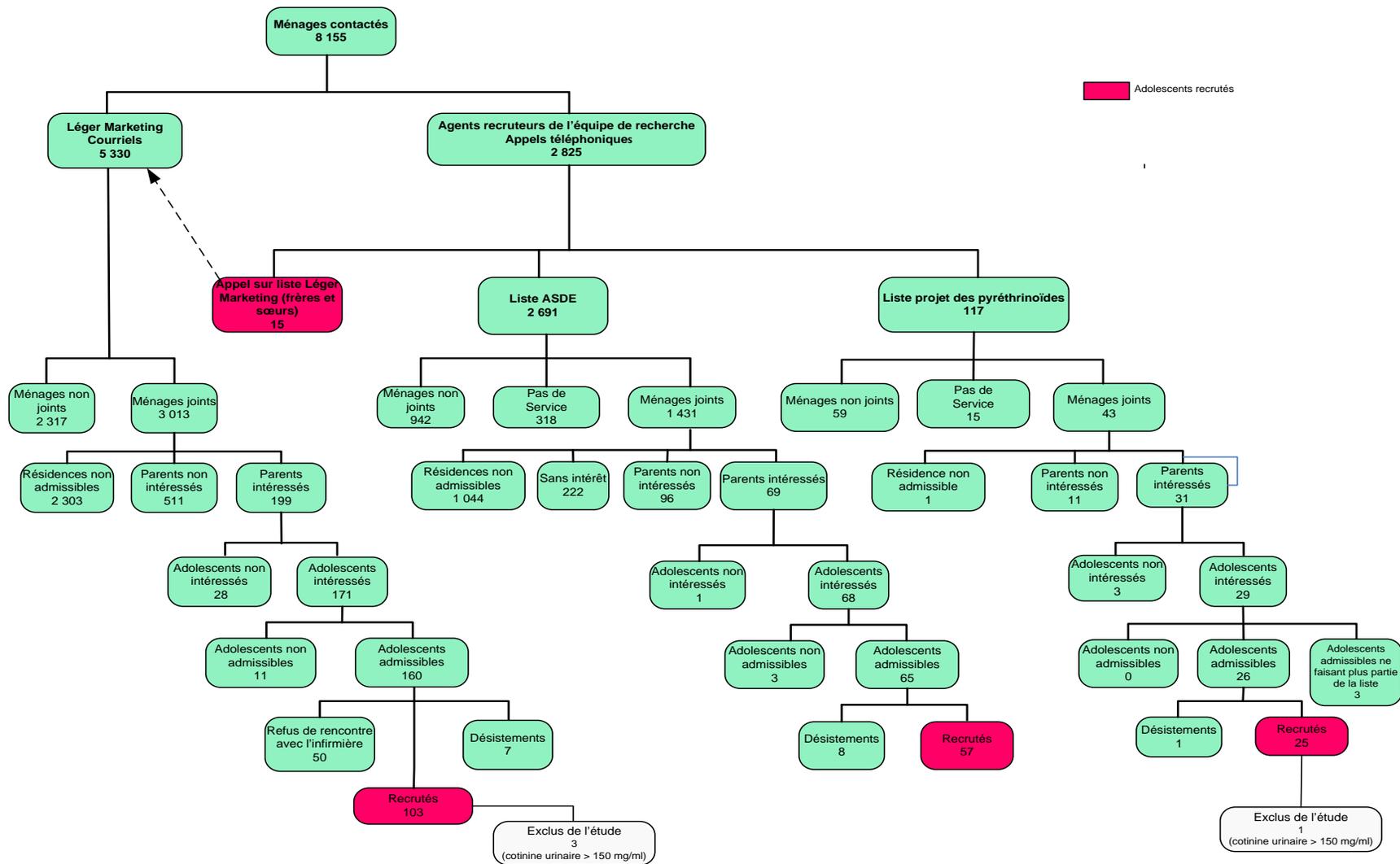


Figure 4 Bilan du recrutement

4.1.1 Recrutement téléphonique à partir de la liste de l'arrondissement d'Ahunstic-Cartierville fournie par Échantillonneur ASDE inc.

Le bilan du recrutement des agents recruteurs à partir de la liste téléphonique de résidents de l'arrondissement d'Ahunstic-Cartierville est détaillé à la figure 4. Dans cet arrondissement, 57 adolescents ont été recrutés sur un total de 2 691 contacts téléphoniques, ce qui correspond à un taux de recrutement de seulement 2 %. Sur 1 431 ménages joints, 68 adolescents étaient spontanément intéressés à participer à l'étude. Parmi ceux-ci, 3 étaient non admissibles étant donné qu'ils étaient fumeurs ou avaient été traités pour un cancer (tableau 3). Dans 14 résidences, 2 adolescents par ménage ont été recrutés.

Par ailleurs, 15 frères ou sœurs d'adolescents recrutés par la firme Léger Marketing ont été recrutés par les agents recruteurs de l'équipe de recherche à partir de la liste de Léger Marketing (voir la sous-section 4.1.2).

4.1.2 Recrutement par la firme Léger Marketing

Le recrutement fait par la firme de sondages Léger Marketing est détaillé à la figure 4. La firme a contacté par courriel 5 330 résidences et a finalement recruté 103 adolescents, ce qui correspond à un taux de recrutement inférieur à 2 %. Parmi les 5 330 résidences contactées, 199 représentants de l'autorité parentale ont montré un intérêt à ce que leur adolescent participe à l'étude, et 160 adolescents étaient admissibles à y participer. Parmi ces adolescents, 50 ont rempli le questionnaire mais n'ont pas transmis leurs coordonnées, 7 se sont désistés lorsque la coordonnatrice de l'étude sur le terrain les a contactés pour prendre un rendez-vous avec l'infirmière et 11 adolescents n'étaient pas admissibles, car ils étaient soit fumeurs soit atteints d'une des pathologies rénales et hépatiques identifiées (tableau 3). Enfin, dans 15 résidences, 2 adolescents par ménage ont été recrutés.

4.1.3 Recrutement téléphonique à partir de la liste des participants à un projet de recherche sur les pyréthriinoïdes

Le bilan du recrutement réalisé à partir de la liste de noms d'enfants recrutés en 2006 sur l'île de Montréal dans le cadre du projet de recherche sur les pyréthriinoïdes est présenté à la figure 4. En tout, 117 ménages ont été contactés à partir de cette liste, et 29 adolescents ont manifesté leur intérêt à participer à l'étude. Sur ces 29 adolescents, 26 ont été recrutés, un adolescent s'est désisté, deux adolescents avaient déjà été contactés par les agents recruteurs à partir de la liste fournie par Échantillonneur ASDE inc., et un adolescent n'aurait pas été contacté ou se serait désisté, puisqu'on ne le retrouve pas dans la liste des participants. Enfin, dans 7 de ces 117 ménages, 2 adolescents par ménage ont été recrutés.

Tableau 3 Bilan des critères d'exclusion et du nombre d'adolescents exclus selon les différents critères et selon les différentes méthodes de recrutement

Critères d'exclusion	Nombre d'adolescents exclus de l'étude		
	ASDE	Léger Marketing	Pyréthroïdes
Âge	0	0	0
Tabagisme	2	9	0
Maladies rénales	0	1	0
Maladies hépatiques	0	1	0
Traitement pour un cancer	1	0	0

4.2 CARACTÉRISTIQUES DES ADOLESCENTS ET DES REPRÉSENTANTS DE L'AUTORITÉ PARENTALE

4.2.1 Caractéristiques des adolescents

Le tableau 4 présente les caractéristiques sociodémographiques des participants. À la lecture de ce tableau, on peut constater que 70 % des adolescents étudient au secondaire. La majorité d'entre eux fréquente une école publique, parle le français à la maison et avec les amis et est d'origine canadienne.

Tableau 4 Caractéristiques sociodémographiques des participants en considérant le recrutement total et selon les différentes méthodes de recrutement

	Fréquence (%)			
	Population totale (n = 196)	ASDE (n = 57)	Léger (n = 115)	Pyréthroïdes (n = 24)
Âge				
10 ans	17 (8,7)	3 (5,3)	13 (11,3)	1 (4,2)
11 ans	26 (13,3)	9 (15,8)	15 (13,0)	2 (8,3)
12 ans	28 (14,3)	9 (15,8)	16 (13,9)	3 (12,5)
13 ans	24 (12,2)	9 (15,8)	13 (11,3)	2 (8,3)
14 ans	37 (18,9)	11 (19,3)	21 (18,3)	5 (20,8)
15 ans	29 (14,8)	5 (8,8)	17 (14,8)	7 (29,2)
16 ans	22 (11,2)	6 (10,5)	13 (11,3)	3 (12,5)
17 ans	13 (6,6)	5 (8,8)	7 (6,1)	1 (4,2)
Niveau de scolarité				
6 ^e année du primaire	28 (14,3)	11 (19,3)	16 (13,9)	1 (4,2)
1 ^{re} année du secondaire	33 (16,8)	7 (12,3)	21 (18,3)	5 (20,8)
2 ^e année du secondaire	30 (15,3)	11 (19,3)	14 (12,2)	5 (20,8)
3 ^e année du secondaire	39 (19,9)	9 (15,8)	24 (20,9)	6 (25,0)
4 ^e année du secondaire	22 (11,2)	6 (10,5)	13 (11,3)	3 (12,5)
5 ^e année du secondaire	13 (6,6)	4 (7,0)	8 (7,0)	1 (4,2)
Cégep	10 (5,1)	5 (8,8)	4 (3,5)	1 (4,2)
Cheminement particulier de formation	1 (0,5)	0 (0)	1 (0,9)	0 (0)
Autre (4 ^e et 5 ^e année du primaire)	20 (10,2)	4 (7,0)	14 (12,2)	2 (8,3)

Tableau 4 Caractéristiques sociodémographiques des participants en considérant le recrutement total et selon les différentes méthodes de recrutement (suite)

	Fréquence (%)			
	Population totale (n = 196)	ASDE (n = 57)	Léger (n = 115)	Pyréthrinoides (n = 24)
École				
Publique	144 (73,5)	35 (61,4)	94 (81,8)	15 (62,5)
Privée	52 (26,5)	22 (38,6)	21 (18,3)	9 (37,5)
Origine				
Canadienne	142 (72,4)	27 (47,4)	93 (80,9)	22 (91,7)
Canadienne et autre	1 (0,5)	1 (1,8)	0 (0)	0 (0)
Française	7 (3,6)	0 (0)	7 (6,1)	0 (0)
Italienne	1 (0,5)	0 (0)	0 (0)	1 (4,2)
Libanaise	6 (3,1)	6 (10,5)	0 (0)	0 (0)
Libanaise et autre	1 (0,5)	1 (1,8)	0 (0)	0 (0)
Haïtienne	8 (4,1)	2 (3,5)	6 (5,2)	0 (0)
Grecque	1 (0,5)	1 (1,8)	0 (0)	0 (0)
Autre	29 (14,8)	19 (33,3)	9 (7,8)	1 (4,2)
Langue parlée à la maison				
Français	172 (87,8)	40 (70,2)	112 (97,4)	20 (83,3)
Français et anglais	3 (1,5)	0 (0)	1 (0,9)	2 (8,3)
Français et autres	7 (3,6)	7 (12,3)	0 (0)	0 (0)
Anglais	3 (1,5)	1 (1,8)	1 (0,9)	1 (4,2)
Anglais et autres	1 (0,5)	1 (1,8)	0 (0)	0 (0)
Autres	10 (5,1)	8 (14,0)	1 (0,9)	1 (4,2)
Langue parlée avec les amis				
Français	180 (91,8)	51 (89,5)	108 (93,9)	21 (87,5)
Français et anglais	5 (2,6)	1 (1,8)	1 (0,9)	3 (12,5)
Français et autres	1 (0,5)	1 (1,8)	0 (0)	0 (0)
Anglais	7 (3,6)	2 (3,5)	5 (4,4)	0 (0)
Autres	3 (1,5)	2 (3,5)	1 (0,9)	0 (0)
Sexe				
Fille	95 (48,5)	27 (47,4)	55 (47,8)	13 (54,2)
Garçon	101 (51,5)	30 (52,6)	60 (52,2)	11 (45,8)
Tabagisme passif (selon la concentration urinaire de cotinine)				
Absente (< 6 ng/ml)	125 (64,1)	41 (71,9)	69 (60,5)	15 (62,5)
Faible (6 à < 30 ng/ml)	56 (28,7)	14 (25,0)	35 (30,7)	7 (29,2)
Forte (≥ 30 ng/ml)	14 (7,2)	2 (3,5)	10 (8,8)	2 (8,3)
Consommation d'alcool (dernier mois)				
Non	141 (71,9)	41 (71,9)	86 (74,8)	14 (58,3)
Oui	55 (28,1)	16 (28,1)	29 (25,2)	10 (41,7)

4.2.2 Caractéristiques des représentants de l'autorité parentale

Le tableau 5 présente les caractéristiques sociodémographiques des représentants de l'autorité parentale de l'étude, soit le revenu du ménage, le niveau de scolarité et le type d'emploi.

Tableau 5 Caractéristiques sociodémographiques des représentants de l'autorité parentale en considérant le recrutement total et selon les différentes méthodes de recrutement

	Recrutement total	ASDE	Léger	Pyréthroïdes
Revenu du ménage	(n = 179)	(n = 50)	(n = 108)	(n = 21)
Moins de 19 999 \$	16 (8,9)	6 (12,0)	10 (9,3)	0 (0)
Entre 20 000 \$ et 39 999 \$	30 (16,8)	6 (12,0)	22 (20,4)	2 (9,5)
Entre 40 000 \$ et 59 999 \$	34 (19,0)	9 (18,0)	20 (18,5)	5 (23,8)
Entre 60 000 \$ et 79 999 \$	39 (21,8)	10 (20,0)	25 (23,2)	4 (19,1)
Entre 80 000 \$ et 99 999 \$	20 (11,2)	4 (8,0)	16 (14,8)	0 (0)
100 000 \$ et plus	40 (22,4)	15 (30,0)	15 (13,9)	10 (47,6)
Dernier niveau de scolarité dans le ménage	(n = 191)	(n = 55)	(n = 115)	(n = 21)
Primaire	4 (2,1)	2 (3,6)	2 (1,7)	0 (0)
Secondaire	34 (17,8)	7 (12,7)	27 (23,5)	0 (0)
DEC (formation préuniversitaire et technique), certificats	39 (20,4)	4 (7,3)	31 (27,0)	4 (19,1)
Certificat universitaire	14 (7,3)	2 (3,6)	7 (6,1)	5 (23,8)
Baccalauréat	49 (25,7)	13 (23,6)	33 (28,7)	3 (14,3)
Maîtrise	42 (22,0)	21 (38,1)	13 (11,3)	8 (38,1)
Doctorat	9 (4,7)	6 (10,9)	2 (1,7)	1 (4,8)
Catégorie d'emploi d'un représentant de l'autorité parentale	(n = 194)	(n = 55)	(n = 115)	(n = 24)
Emploi de bureau	26 (13,4)	6 (10,9)	17 (14,8)	3 (12,5)
Personnel spécialisé dans la vente	9 (4,6)	5 (9,1)	4 (3,5)	0 (0)
Personnel spécialisé dans les services	21 (10,8)	2 (3,6)	15 (13,0)	4 (16,7)
Travailleur manuel	4 (2,1)	1 (1,8)	1 (0,9)	2 (8,3)
Ouvrier spécialisé/semi-spécialisé	2 (1,0)	2 (3,6)	0 (0)	0 (0)
Travailleur des sciences et technologies	16 (8,3)	5 (9,1)	8 (7,0)	3 (12,5)
Professionnel	45 (23,2)	18 (32,7)	22 (19,1)	5 (20,8)
Gestionnaire/administrateur/propriétaire	20 (10,3)	5 (9,1)	12 (10,4)	3 (12,5)
Au foyer	15 (7,7)	1 (1,8)	13 (11,3)	1 (4,2)
Étudiant	4 (2,1)	0 (0)	4 (3,5)	0 (0)
Retraité	2 (1,0)	1 (1,8)	1 (0,9)	0 (0)
Sans emploi	11 (5,7)	5 (9,1)	6 (5,2)	0 (0)
Autre	16 (8,3)	4 (7,3)	12 (10,4)	0 (0)
Préfère ne pas répondre	3 (1,6)	0 (0)	0 (0)	3 (12,5)

4.3 TENEURS EN ACRYLAMIDE DANS LES DENRÉES ALIMENTAIRES

Le tableau 6 montre les concentrations d'acrylamide mesurées dans différentes catégories de denrées alimentaires les plus consommées par les adolescents de notre étude. Les frites cuites dans l'huile apparaissent comme la catégorie d'aliments contenant le plus d'acrylamide avec une valeur moyenne de 1 053 ng/g. Cependant, les frites cuites au four

montrent une teneur en acrylamide plus faible, soit une valeur moyenne de 358 ng/g. Les croustilles de pommes de terre présentent des concentrations moyennes d'acrylamide moins élevées que les frites cuites dans l'huile, mais plus élevées que les frites cuites au four. Les concentrations moyennes des frites cuites au four sont similaires à celles des croustilles de maïs. Le pain grillé montre en moyenne des concentrations d'acrylamide inférieures à 50 ng/g. Parmi les catégories d'aliments analysés, les olives et le café infusé présentent les plus faibles teneurs en acrylamide; ces teneurs étant inférieures à la limite de détection. Pour toutes les catégories d'aliments, les niveaux d'acrylamide varient considérablement à l'intérieur d'une même catégorie et à l'intérieur de lots d'un même produit.

Tableau 6 Concentrations d'acrylamide dans différentes denrées alimentaires

Catégorie d'aliments	Aliments (n)	Moyenne (ng/g)	Écart-type	Minimum	Maximum
Frites cuites dans l'huile	McDonald's (n = 6)	471	127	291	641
	Rôtisserie St-Hubert (n = 6)	792	137	643	970
	Frites maison cuites dans l'huile (n = 6)	1 895	303	1 590	2 390
	Ensemble des frites cuites dans l'huile (n = 18)	1 053	657	471	2 390
Frites cuites au four	McCain (n = 4)	245	77	142	325
	Cavendish (n = 4)	471	294	219	818
	Ensemble des frites cuites au four (n = 8)	358	233	142	818
Croustilles de pommes de terre	Lay's – Classique (n = 4)	186	18	168	211
	Old Dutch – Original (n = 4)	645	187	472	820
	Croustille nature – Sans nom (n = 4)	741	100	649	880
	Ensemble des croustilles de pommes de terre (n = 12)	524	276	168	880
Grignotines – Croustilles de maïs	Tostitos - Petites bouchées rondes (n = 4)	296	30	265	317
	Doritos - Nachos à saveur de fromage (n = 4)	354	26	322	384
	Ensemble des croustilles de maïs (n = 8)	325	41	265	384
Grignotines – Maïs soufflé	Orville Redenbacher's gourmet maïs à éclater - Goût de beurre (n = 4)	329	123	213	457
Grignotines – Bretzels	Magid (n = 4)	71	11	62	86
Grignotines – Noix	Planters - Amandes salées grillées à sec deux fois (n = 4)	46	5	38	50
Craquelins	Premium plus - Saupoudrés de sel (n = 4)	23	9	15	31
	Goldfish - P'tits poissons - Mini craquelins cuits au four – Original (n = 4)	100	67	39	160
	Minces aux légumes – Originaux (n = 4)	924	129	768	1040
	Ensemble des craquelins (n = 12)	349	432	15	1040
Biscuits sucrés	Oreo Mince alors! - 100 calories (n = 4)	351	37	317	391
	Fudgee O - L'Original (n = 4)	78	6	72	86

**Tableau 6 Concentrations d'acrylamide dans différentes denrées alimentaires
(suite)**

Catégorie d'aliments	Aliments (n)	Moyenne (ng/g)	Écart-type	Minimum	Maximum
Biscuits sucrés	Whippet - Original - Enrobés de vrai chocolat (n = 4)	34	2	31	35
	Oréo - Biscuits - Sandwichs au chocolat (n = 4)	16	3	12	20
	Ensemble des biscuits sucrés (n = 16)	120	141	12	391
Biscuits aux pépites de chocolat	Biscuit Décadent aux gros morceaux de chocolat (n = 4)	125	11	109	133
	Chips Ahoy! Pépites de chocolat de M. Christie (n = 4)	110	3	107	114
	Ensemble des biscuits aux pépites de chocolat (n = 8)	118	11	107	133
Céréales	Rice Krispies - Céréales de grains de riz grillées au four (n = 4)	38	5	33	44
	Froot Loops Doubles (n = 4)	13	1	12	14
	Cheerios - Grains entiers (n = 4)	110	12	97	121
	Corn Pops (n = 4)	246	42	202	288
	Ensemble des céréales (n = 16)	102	96	12	288
Pain	Gadoua - Multi-go - Blanc avec 14 grains entiers (n = 4)	10	4	< 10	15
	Pom Smart - Blanc avec grains entiers (n = 4)	21	5	16	27
	Gadoua - Moelleux - Sandwich club (n = 4)	17	5	12	24
	L'autentico D'Italiano - Style italien - Pain tranché épais – Original (n = 4)	52	32	22	91
	Gadoua - Géant - Pain blanc enrichi tranché (n = 4)	12	6	<10	18
	Première Moisson - Miche campagnarde (n = 4)	28	20	12	57
	Country Harvest - Céréales entières - Grains anciens (n = 4)	83	18	64	107
	Ensemble des pains (n = 28)	32	29	< 10	107
Olives	Olives - Kalamata dénoyautées (n = 4)	< 10	--	< 10	< 10
Café infusé	Maxell House - Torréfaction originale (Café infusé) (n = 4)	< 10	--	< 10	< 10

Le tableau 7 montre les concentrations moyennes d'acrylamide des frites cuites dans l'huile provenant de restaurants ou cuites à la maison et les paramètres pouvant influencer la formation de cette substance. Sous des conditions similaires, l'étendue des concentrations dans les frites montre une grande variabilité de la concentration d'acrylamide. En effet, les frites cuites dans l'huile provenant des restaurants McDonald's présentent des teneurs d'acrylamide inférieures à celles provenant des Rôtisseries St-Hubert; la concentration maximale des frites provenant des restaurants McDonald's étant égale à la concentration minimale des frites provenant des Rôtisseries St-Hubert. Comparativement aux frites de restaurants, les frites cuites à la maison présentent des concentrations moyennes d'acrylamide plus de deux fois plus élevées. Les temps de cuisson plus longs et les températures plus élevées des frites préparées à la maison pourraient expliquer les concentrations plus élevées d'acrylamide de ce type de frites par rapport à celles vendues dans les restaurants.

Tableau 7 Concentrations moyennes d'acrylamide dans les frites cuites dans l'huile provenant de restaurants ou de la maison et paramètres pouvant influencer la formation d'acrylamide

	Frites de restaurants		Frites cuites à la maison	
	McDonald's	Rôtisserie St-Hubert		
Concentrations moyennes d'acrylamide en ng/g (min – max)	471 (291-641)	792 (643-970)	1 798 (1 590-2 090)	2 090 (1 790–2 390)
Marque de pommes de terre (n)	--	--	Éthier (4)	Isabelle (2)
Marque de frites (n)	McCain (6)	McCain (6)	--	--
Tailles (mm)	8	8	8	8
Température de cuisson (°F)	338	350	375	375
Temps de cuisson (min)	3	2,5	10	10
Type d'huile	Huile végétale	Huile de canola	Mélange d'huile végétale et d'huile de canola	Mélange d'huile végétale et d'huile de canola

4.4 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION ALIMENTAIRE À L'ACRYLAMIDE

L'apport alimentaire moyen (pour les deux jours) en acrylamide des adolescents de l'étude est de 0,59 µg/kg p.c./j, et chez les grands consommateurs d'aliments pouvant contenir de l'acrylamide (centile 97,5), cet apport est de 2,85 µg/kg p.c./j (tableau 8). Pour les filles, l'apport alimentaire moyen se situe à 0,56 µg/kg p.c./j, tandis qu'il est de 0,60 µg/kg p.c./j pour les garçons. Toutefois, aucune différence statistiquement significative n'est notée entre les deux sexes (données disponibles mais non publiées).

Tableau 8 Exposition alimentaire à l'acrylamide chez les adolescents selon les différentes catégories d'aliments ($\mu\text{g}/\text{kg p.c./j}$) pour les deux jours

	Min - Max	Centiles				
		50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e	97,5 ^e
Frites cuites dans l'huile	0,00 - 5,34	0,00	0,00	1,01	1,98	2,33
Frites cuites au four	0,00 - 0,88	0,00	0,00	0,18	0,39	0,52
Croustilles de pommes de terre	0,00 - 1,37	0,00	0,04	0,14	0,41	0,63
Autres croustilles	0,00 - 0,67	0,00	0,00	0,08	0,18	0,26
Bretzels	0,00 - 0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Maïs soufflé	0,00 - 0,48	0,00	0,00	0,08	0,17	0,29
Amandes grillées	0,00 - 0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Craquelins	0,00 - 1,32	0,00	0,00	0,07	0,13	0,21
Biscuits sucrés	0,00 - 0,45	0,00	0,03	0,07	0,09	0,16
Biscuits aux pépites de chocolat	0,00 - 0,32	0,00	0,00	0,07	0,11	0,12
Céréales	0,00 - 0,43	0,00	0,06	0,13	0,20	0,30
Pain grillé	0,00 - 0,24	0,02	0,03	0,06	0,08	0,12
Olives	0,00 - 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Café infusé	0,00 - 0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Apport alimentaire total	0,00 - 5,78	0,29	0,69	1,40	2,19	2,85

La figure 5 illustre la contribution des principales catégories d'aliments à l'exposition à l'acrylamide chez les adolescents. Les frites cuites dans l'huile contribuent le plus à l'exposition alimentaire, représentant plus de 50 % de l'exposition totale. Les croustilles de pommes de terre, avec un pourcentage d'environ 10 %, sont la deuxième catégorie d'aliments qui contribue le plus à l'exposition à l'acrylamide. Comparativement aux frites cuites dans l'huile, les frites cuites au four ne représentent que 8 % de l'exposition. Malgré la forte consommation de pain grillé et de céréales au déjeuner, ces deux catégories d'aliments ne représentent respectivement que 4 % et 8 % de l'exposition totale à l'acrylamide provenant des aliments. Pour terminer, la contribution des amandes, des olives et du café infusé est négligeable.

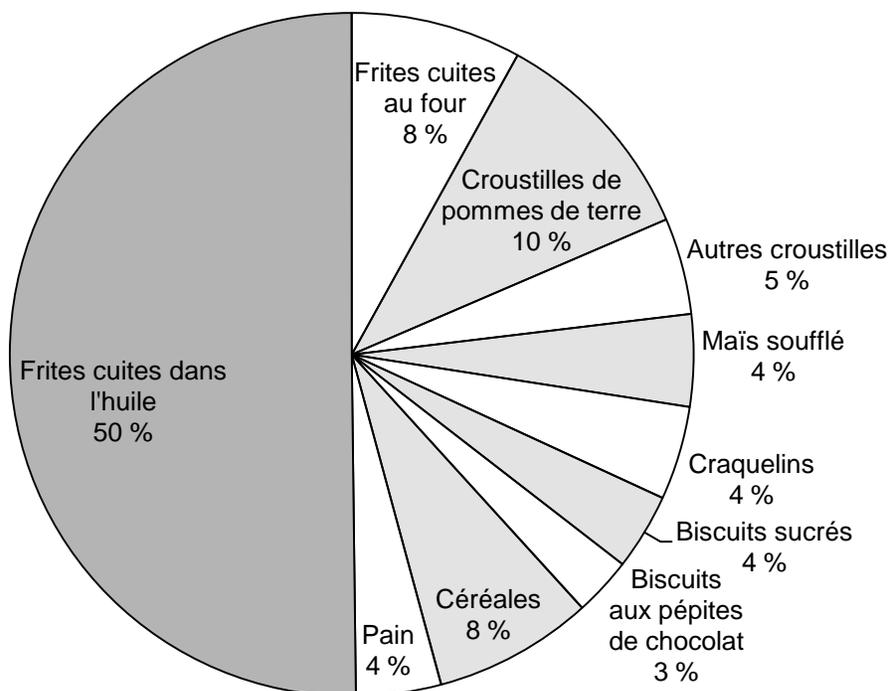


Figure 5 Contribution (%) de chaque catégorie d'aliments à l'apport alimentaire total en acrylamide

4.5 CONCENTRATIONS URINAIRES DE L'ACRYLAMIDE ET DE SES MÉTABOLITES

Les tableaux 9 et 10 présentent la distribution des concentrations d'acrylamide et de ses métabolites dans l'urine des participants. La méthode analytique employée, soit la chromatographie en phase liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem, était suffisamment sensible pour permettre la détection des métabolites cystéine-S-propionamide, NACP, NACP sulfoxyde et GAMA 3 dans presque tous les échantillons d'urine. L'acrylamide est détecté dans moins de 20 % des échantillons d'urine, alors que le glycidamide est détecté dans seulement 2,6 % des échantillons, soit dans 5 échantillons. Le GAMA 2 n'a été détecté dans aucun des échantillons d'urine analysés.

Tableau 9 Distribution des concentrations urinaires d'acrylamide et de ses métabolites (µg/l)

	% de détection	Moyenne géo. (IC 95 %)	Min-Max	Centiles					
				10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e
Acrylamide	15,9	--	< 1-13,0	< 1	< 1	< 1	< 1	2,0	4,6
Glycidamide	2,6	--	< 4,8-10,0	< 4,8	< 4,8	< 4,8	< 4,8	< 4,8	< 4,8
Cystéine-S-propionamide	96,9	1,1 (1,0-1,2)	< 0,4-13,0	0,6	0,8	1,1	1,6	2,4	2,8
NACP	100	81,7 (73,6-90,7)	12,0-1100,0	36,0	49,0	77,0	130,0	200,0	290,0
NACP sulfoxyde	100	39,7 (29,2-33,9)	11,0-690,0	17,0	25,0	41,0	64,0	95,0	110,0
GAMA 3	100	11,0 (8,2-9,3)	3,1-62,0	5,3	7,0	10,0	17,0	28,0	35,0

Dans le tableau 10, les résultats ont été corrigés en fonction de la créatinine urinaire. Les résultats pour l'acrylamide, le glycidamide et le GAMA 2 urinaires ne sont pas présentés, car le pourcentage de détection de ces résultats est nul ou faible.

Tableau 10 Distribution des concentrations urinaires d'acrylamide et de ses métabolites (µmol/mol de créatinine)

	% de détection	Moyenne géo. (IC 95 %)	Min-Max	Centiles					
				10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e
Cystéine-S-propionamide	96,9	0,5 (0,4-0,6)	0,1-7,0	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	1,4
NACP	100	31,2 (28,6-34,0)	8,5-354,1	16,1	20,6	29,0	41,7	63,0	99,6
NACP sulfoxyde	100	14,2 (13,2-15,3)	4,8-207,9	7,9	9,8	13,8	19,9	27,3	33,1
GAMA 3	100	3,9 (3,7-4,2)	1,7-18,7	2,3	3,0	3,6	5,1	7,3	8,8

Les métabolites majoritairement détectés étaient le NACP et le NACP sulfoxyde dont les concentrations médianes étaient respectivement de 77,0 et de 41,0 µg/l (ou de 20,6 et de 9,8 µmol/mol de créatinine), et l'étendue des valeurs se situait respectivement de 12,0 à 1 100,0 µg/l et de 11,0 à 690 µg/l (8,5-354,1 et 4,8-207,9 µmol/mol créatinine). Les concentrations des autres métabolites suivaient l'ordre : GAMA 3 > cystéine-S-propionamide ≈ acrylamide ≈ glycidamide.

La figure 6 présente la distribution de fréquences (log-normale) des concentrations de métabolites urinaires (cystéine-S-propionamide, GAMA 3, NACP et NACP sulfoxyde – en µg/l). Pour tous les métabolites, on note une distribution de type log-normale.

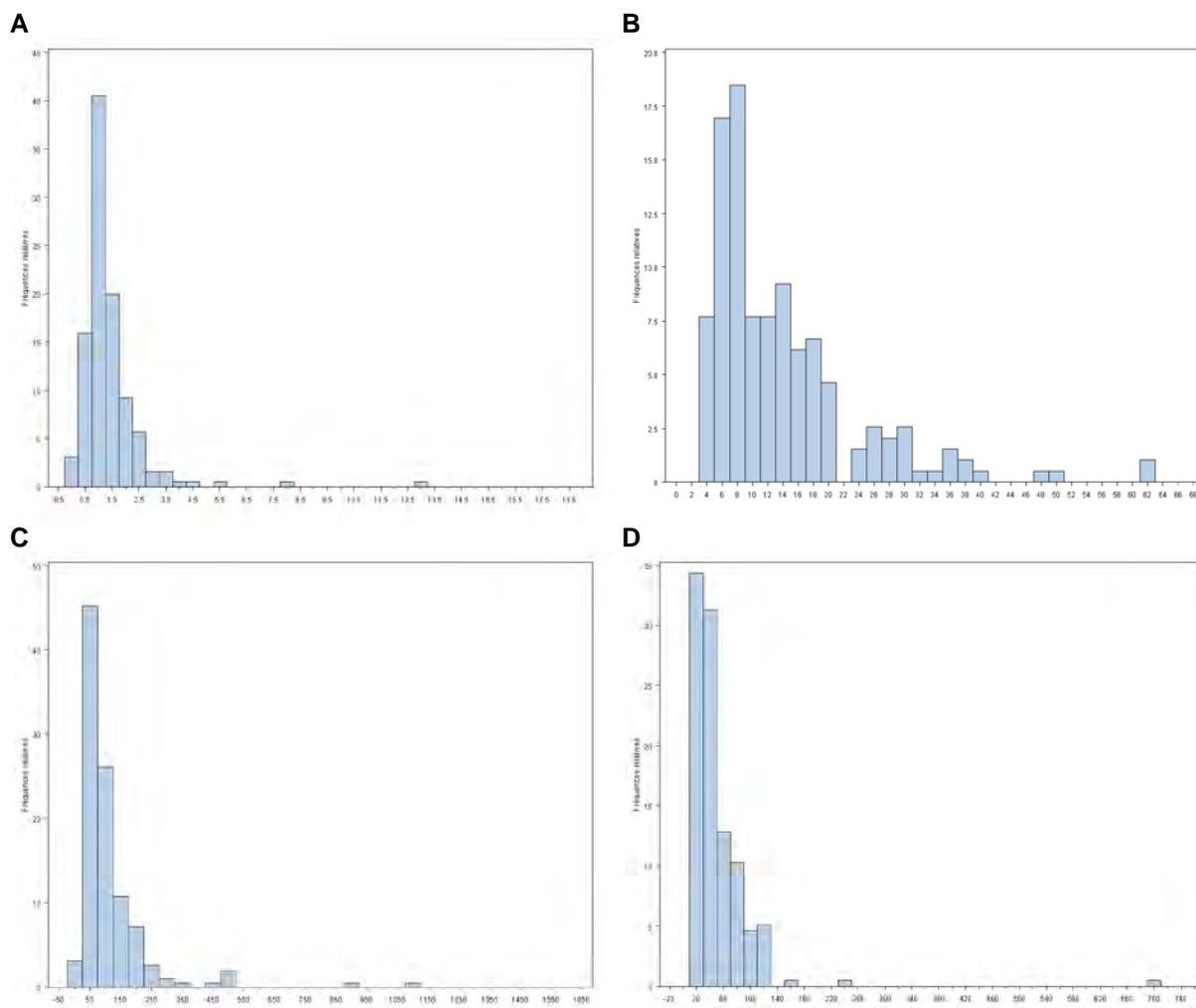


Figure 6 Distribution de fréquences des métabolites urinaires (cystéine-S-propionamide (A), GAMA 3 (B), NACP (C) et NACP sulfoxyde (D))

4.6 ADDUITS À L'HÉMOGLOBINE DE L'ACRYLAMIDE ET DU GLYCIDAMIDE

Les résultats des adduits de l'acrylamide (AAVal) et du glycidamide (GAVal) au niveau de la valine N-terminale de l'hémoglobine sont montrés dans le tableau 11. Ces adduits à l'hémoglobine sont détectés et quantifiés dans tous les échantillons sanguins de la population à l'étude. Les valeurs des concentrations de ces deux adduits étaient semblables.

Tableau 11 Concentrations (pmol/g de globine) d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide

	Moyenne géo. (IC 95 %)	Min - Max	Centiles					
			10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e
AAVal	45,4 (43,2-47,8)	20,7-113,5	30,7	36,3	44,5	56,3	67,2	74,9
GAVal	45,6 (43,1-48,2)	12,4-132,7	30,8	36,1	44,8	58,0	66,9	75,4
Ratio GaVal : AAVal	1,0 (0,9-1,1)	0,4-2,1	0,74	0,9	1,01	1,2	1,4	1,5

Les histogrammes de la figure 7 présentent la distribution de fréquences des concentrations d'adduits à l'hémoglobine AAVal et GAVal (en pmol/g de globine). Dans les deux cas, les distributions sont log-normales, quoique celle des données de l'AAVal soit presque normale.

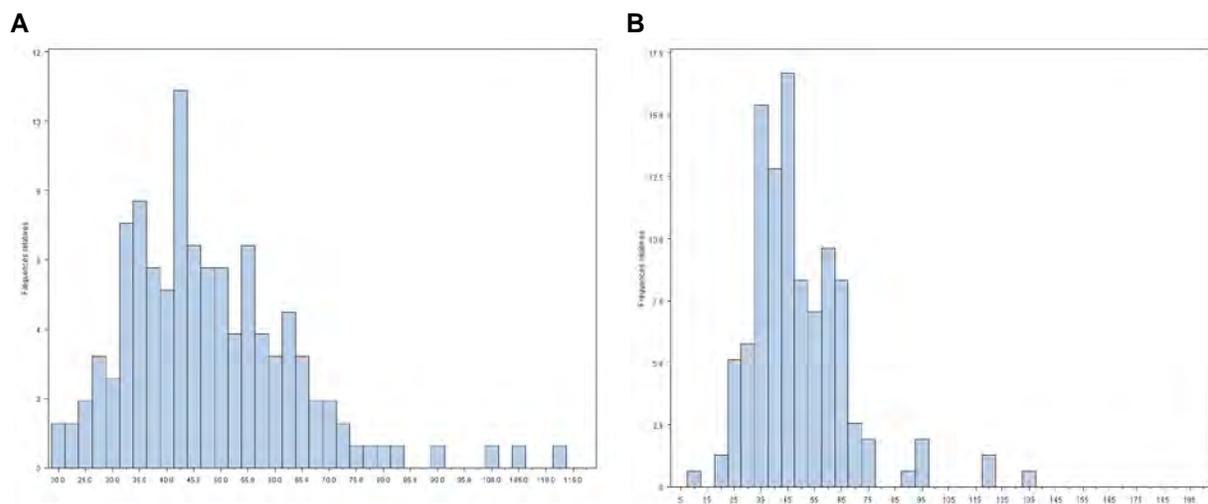


Figure 7 Distribution de fréquences des adduits à l'hémoglobine (AAVal – A et GAVal – B)

4.7 IMPACT DU TABAGISME

La distribution des concentrations de cotinine dans l'urine des participants est présentée au tableau 12. La cotinine est détectée dans 67 % des échantillons. Sur 200 participants, 4 participants ont été exclus de l'étude, puisqu'ils présentaient des valeurs de cotinine urinaire supérieures à 150 µg/l (254,7; 386,2; 763,5 et 1 041,5 ng/ml). Cette valeur de 150 µg/l est le seuil qui a été choisi pour départager les fumeurs des non-fumeurs (Galanti, 2008). Un seul participant n'a pas fourni d'échantillon d'urine.

Tableau 12 Distribution des concentrations urinaires (ng/ml) de cotinine

	% de détection	Moyenne géo. (IC 95 %)	Min - Max	Centiles					
				10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e
Cotinine	67 %	2,8 (2,3 – 3,5)	< 1-127,5	< 1	< 1	1,5	10,8	21,5	45,2

L'impact d'une exposition au tabagisme passif n'a pas été constaté dans la présente étude. Les 38 adolescents (dont la cotininurie était supérieure à la limite de détection ou à la limite de quantification) exposés à la fumée secondaire au cours des deux jours précédant le prélèvement urinaire n'ont pas montré de concentrations d'acrylamide ni de ses métabolites urinaires plus élevées que les 118 adolescents (dont la cotininurie était inférieure à la limite de détection ou à la limite de quantification) non exposés à la fumée secondaire de tabac (données non montrées).

4.8 CORRÉLATION ENTRE LES BIOMARQUEURS URINAIRES ET SANGUINS ET L'APPORT ALIMENTAIRE

Le tableau 13 montre les corrélations de Spearman entre l'apport alimentaire en acrylamide des deux jours précédant les collectes urinaires et les biomarqueurs d'exposition récente (urinaire) et passée (adduits à la globine) de l'acrylamide. Une corrélation positive significative a été notée entre l'estimation de l'apport alimentaire en acrylamide durant les deux jours précédant la collecte urinaire et les niveaux de biomarqueurs urinaires NACP, NACP sulfoxyde, cystéine-S-propionamide et GAMA 3. Les adduits à l'hémoglobine n'étaient pas corrélés significativement à l'apport alimentaire des deux jours précédant le prélèvement.

Tableau 13 Corrélation de Spearman entre l'apport alimentaire d'acrylamide ($\mu\text{g}/\text{kg p.c./j}$) et les biomarqueurs urinaires et sanguins

Apport alimentaire	Cystéine-S-propionamide	Exposition récente			Exposition passée	
		NACP	NACP sulfoxyde	GAMA 3	AAVal	GAVal
Jour 1	0,107	0,362 ^A	0,405 ^A	0,371 ^A	0,097	0,129
Jour 2	0,156 ^A	0,307 ^A	0,296 ^A	0,211 ^A	0,060	-0,022
Moyenne des 2 jours	0,170 ^A	0,471 ^A	0,493 ^A	0,415 ^A	0,069	0,071

^A $p < 0,05$.

4.9 CORRÉLATION ENTRE LES BIOMARQUEURS SANGUINS ET LA CONSOMMATION D'ALIMENTS

Le tableau 14 présente les corrélations de Spearman entre les biomarqueurs sanguins et la consommation de certains aliments au cours du mois précédant le prélèvement urinaire. Les niveaux d'adduits AAVal et GAVal étaient corrélés significativement à la consommation de croustilles de pommes de terre durant le mois précédant le prélèvement. Une corrélation positive significative a également été notée entre la fréquence de consommation de frites

cuites dans l'huile et les concentrations de AAVal et de GAVal. Une autre corrélation positive a été constatée entre la fréquence de consommation de maïs soufflé et les adduits AAVal et GAVal, mais l'association n'était significative que pour les adduits GAVal. Les niveaux de métabolites urinaires et d'adduits n'étaient pas corrélés à la fréquence de consommation des autres aliments évalués.

Tableau 14 Corrélation de Spearman entre les biomarqueurs sanguins et la fréquence de consommation de certains aliments au cours du dernier mois

	AAVal	GAVal
Frites cuites dans l'huile	0,308 ^A	0,275 ^A
Frites cuites au four	0,072	0,011
Croustilles de pommes de terre	0,236 ^A	0,183 ^A
Autres croustilles	- 0,044	- 0,101
Bretzels	0,008	- 0,078
Maïs soufflé	0,148	0,216 ^A
Amandes grillées	0,044	- 0,024
Craquelins	0,132	0,078
Biscuits sucrés	0,026	0,042
Biscuits aux pépites de chocolat	0,067	0,006
Céréales	- 0,054	- 0,092
Pain grillé	- 0,063	- 0,028
Olives	0,036	- 0,036
Café infusé	- 0,053	- 0,085

^A p < 0,05.

4.10 CORRÉLATION ENTRE LES BIOMARQUEURS D'EXPOSITION

Le tableau 15 montre les corrélations des métabolites urinaires de l'acrylamide. Tous les métabolites urinaires de l'acrylamide sont positivement corrélés entre eux. La plus forte corrélation positive significative a été notée entre le NACP et le NACP sulfoxyde (r : 0,902; p < 0,05).

Tableau 15 Corrélations de Pearson entre les concentrations des métabolites urinaires de l'acrylamide

	Cystéine-S-propionamide	NACP	NACP sulfoxyde	GAMA 3
Cysteine-S-propionamide	1	0,648 ^A	0,585 ^A	0,522 ^A
NACP	0,648 ^A	1	0,902 ^A	0,848 ^A
NACP sulfoxyde	0,585 ^A	0,902 ^A	1	0,838 ^A
GAMA 3	0,522 ^A	0,848 ^A	0,838 ^A	1

^A p < 0,05.

Note : Analyse réalisée avec les données log-transformées.

En ce qui concerne les adduits à l'hémoglobine, une forte corrélation positive a été observée entre les niveaux d'adduits AAVal et GAVal (r : 0,747; p < 0,05).

4.11 CORRÉLATION ENTRE LES MÉTABOLITES URINAIRES DE L'ACRYLAMIDE ET LES CATÉGORIES D'ALIMENTS

Le tableau 16 présente les corrélations entre les concentrations des métabolites urinaires de l'acrylamide et l'apport en acrylamide des différentes catégories d'aliments consommés au cours des deux jours précédant le prélèvement d'urine. Parmi toutes les catégories d'aliments, seuls les apports des frites cuites dans l'huile et des croustilles de pommes de terre sont corrélés positivement et significativement aux concentrations des 4 métabolites urinaires de l'acrylamide. En ce qui concerne le pain grillé, les croustilles de maïs, les craquelins, le maïs soufflé, les biscuits sucrés et les biscuits aux brisures de chocolat, aucune corrélation n'a été constatée entre l'apport en acrylamide de ces denrées alimentaires et les concentrations des métabolites urinaires de l'acrylamide.

Tableau 16 Corrélations entre les apports découlant de la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide au cours des deux jours précédant le prélèvement urinaire et les concentrations des métabolites urinaires

	Corrélation de Spearman	
	Coefficient	p
Cystéine-S-propionamide		
Frites cuites dans l'huile	0,313 ^A	< 0,0001
Frites cuites au four	0,058	0,4242
Croustilles de pommes de terre	0,311 ^A	< 0,0001
Céréales	0,162 ^A	0,0241
NACP		
Frites cuites dans l'huile	0,211 ^A	0,0031
Frites cuites au four	0,141 ^A	0,049
Croustilles de pommes de terre	0,402 ^A	< 0,0001
Céréales	- 0,001	0,9869
NACP sulfoxyde		
Frites cuites dans l'huile	0,142 ^A	0,0477
Frites cuites au four	0,054	0,4571
Croustilles de pommes de terre	0,514 ^A	< 0,0001
Céréales	- 0,004	0,9602
GAMA 3		
Frites cuites dans l'huile	0,241 ^A	0,0007
Frites cuites au four	0,153 ^A	0,0322
Croustilles de pommes de terre	0,317 ^A	< 0,0001
Céréales	- 0,021	0,7684

^A p < 0,05.

4.12 MODÈLES MULTIVARIÉS DES BIOMARQUEURS D'EXPOSITION À L'ACRYLAMIDE

Parmi les facteurs potentiellement confondants considérés lors des analyses bivariées (voir la section 3.10), seuls l'âge et la scolarité des parents étaient significativement associés avec la somme des concentrations NACP+NACP sulfoxyde ($p < 0,20$). Ni l'âge ni la scolarité des parents ne se sont avérés être des facteurs confondants lorsqu'ils étaient inclus dans le modèle. Dans le modèle final expliquant 16,6 % de la variance, le coefficient bêta de la relation entre l'apport en acrylamide moyen durant les deux jours précédant le prélèvement ($\log \mu\text{g}/\text{kg p.c./j}$) et la somme NACP+NACP sulfoxyde ($\log \mu\text{mol}/\text{mol}$ de créatinine) est :

$$3,0 \times 10^{-4} \text{ (IC 95 \% = } 2,0 \times 10^{-4} \text{ - } 4,0 \times 10^{-4} \text{) (} p < 0,0001 \text{)}.$$

Le tableau 17 montre le modèle multivarié pour les biomarqueurs sanguins (somme de AAVal + GAVal exprimée en $\log \text{pmol}/\text{g}$ de globine). Les résultats de cette analyse confirment l'apport significatif de la consommation de frites cuites dans l'huile à l'exposition à l'acrylamide du groupe d'adolescents participants. Aucun autre aliment n'est associé positivement aux biomarqueurs d'exposition sanguins. On a également observé une

contribution significative du tabagisme passif à l'exposition à l'acrylamide. Le modèle global explique 21,5 % de la variance de la somme AAVal + GAVal ($p < 0,0001$).

Tableau 17 Modèle multivarié de la somme des d'adduits AAVal et GAVal à l'hémoglobine (log pmol/g de globine) d'adolescents montréalais

Variables	Bêta	IC 95 %	Valeur p
Consommation d'aliments ^A			
Frites cuites dans l'huile	0,0242	0,0091 - 0,0394	0,0021
Croustilles de pommes de terre	0,0088	-0,0031 - 0,0207	0,1481
Autres croustilles	-0,0216	-0,0380 - -0,0052	0,0110
Maïs soufflé	0,0216	-0,0024 - 0,0456	0,0796
Café	-0,0066	-0,0317 - 0,0185	0,6056
Âge (années)	-0,0157	-0,0442 - 0,0128	0,2835
Poids (kg)	-0,0027	-0,0066 - 0,0013	0,1862
Tabagisme passif (cotinine urinaire) ^B			
≥ 6 et < 30 ng/ml	0,0782	-0,0277 - 0,1841	0,1502
> 30 ng/ml	0,2489	0,0767 - 0,4242	0,0053
École ^C			
Privée	-0,0589	-0,1647 - 0,0469	0,2772

^A Catégories de consommation; si une catégorie contenait moins de 5 participants, elle a été fusionnée à la catégorie voisine.

^B Catégorie de référence : < 6 ng/ml.

^C Catégorie de référence : École publique.

4.13 DOMMAGE À L'ADN LYMPHOCYTAIRE MESURÉ PAR LE TEST DES COMÈTES

Le dommage basal à l'ADN lymphocytaire des participants a été mesuré à l'aide du test des comètes. Il faut rappeler que ce test permet de mesurer les cassures induites directement par un agent génotoxique comme l'acrylamide, ou encore celles qui sont indirectement produites sous l'action des enzymes de réparation, ou bien qui découlent de la fragmentation de l'ADN lors de l'apoptose. Ce test a été réalisé selon deux conditions : avec et sans incubation des nucléotides avec l'enzyme FPG, laquelle révèle un dommage oxydatif en causant des bris aux endroits où des bases oxydées sont présentes.

Les résultats présentés au tableau 18 indiquent un faible dommage à l'ADN lymphocytaire chez les participants. En l'absence de l'enzyme FPG, la moyenne géométrique du pourcentage d'ADN dans la queue des comètes est de près de 1 %, les valeurs allant de 0,4 à 3,8 %. À la suite d'une incubation avec l'enzyme FPG, nous n'avons pas observé un dommage plus élevé, ce qui suggère l'absence d'un dommage oxydatif à l'ADN. Par ailleurs, le dommage à l'ADN n'augmentait pas avec l'exposition à l'acrylamide, comme cela est mesuré indirectement par la somme des concentrations des métabolites urinaires NACP et NACP sulfoxyde (r de Spearman = 0,14, $p = 0,13$) ou encore par la somme des adduits à l'hémoglobine AAVal et GAVal (r de Spearman = 0,02, $p = 0,84$).

Tableau 18 Dommage à l'ADN lymphocytaire mesuré par le test des comètes

	Moyenne géo. (IC 95 %)	Min - Max	Centiles					
			10 ^e	25 ^e	50 ^e	75 ^e	90 ^e	95 ^e
Sans FPG								
% ADN queue	1,1 (1,0 – 1,2)	0,4 – 3,8	0,6	0,8	1,1	1,6	2,2	2,6
% cellules endommagées ^A	18,1 (17,0 – 19,2)	7,5 – 54,0	11,0	14,5	18,3	22,0	28,5	35,5
Avec FPG								
% ADN queue	0,8 (0,7 – 0,9)	0,2 – 4,1	0,4	0,6	0,8	1,2	1,7	2,3
% cellules endommagées ^A	16,5 (15,4 – 17,7)	5,5 – 51,5	9,5	13,3	17	21,5	28,0	30,0

^A Pourcentage des 200 cellules montrant un dommage (% ADN queue) supérieur à 1 %.

Note : Le test a été réalisé chez 130 participants; pour les autres participants, le nombre de lymphocytes viables après décongélation était insuffisant pour effectuer le test.

5 DISCUSSION

Cette étude sur la surveillance biologique est la première à avoir recours à une combinaison de toute une série de biomarqueurs urinaires et d'adduits à l'hémoglobine pour évaluer l'exposition à l'acrylamide chez un groupe potentiellement vulnérable de la population. Elle a confirmé que la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide chez les adolescents augmentait significativement les niveaux de biomarqueurs d'exposition à l'acrylamide. Les concentrations de biomarqueurs urinaires étaient corrélées significativement à l'apport alimentaire en acrylamide et, en particulier, à la consommation de frites cuites dans l'huile et de croustilles de pommes de terre durant les deux jours précédant la collecte urinaire. Les concentrations d'adduits à l'hémoglobine étaient par ailleurs corrélées à la fréquence de consommation d'aliments contenant de l'acrylamide durant le dernier mois précédant le prélèvement sanguin et, encore une fois, à la fréquence de consommation de frites cuites dans l'huile et de croustilles de pommes de terre. L'analyse multivariée des adduits à l'hémoglobine a démontré l'importance de la consommation de frites cuites dans l'huile comme source d'exposition à l'acrylamide. Elle a aussi permis de mettre en lumière la contribution du tabagisme passif à l'exposition des adolescents à l'acrylamide.

Les biomarqueurs urinaires les plus abondants se sont avérés être le NACP et le NACP sufoxyde. Ces biomarqueurs apparaissent comme étant les plus pertinents pour la surveillance biologique de l'exposition à l'acrylamide à partir de mesures urinaires. Toutefois, ils sont également des métabolites de l'acrylonitrile, une substance utilisée entre autres dans la fabrication de certaines matières plastiques et de polymères (Sumner *et al.*, 1997). Le GAMA 3 était présent en concentration beaucoup plus faible dans l'urine et il s'avérait donc moins intéressant comme biomarqueur. Les autres métabolites urinaires étudiés ne semblaient pas très pertinents aux fins de la surveillance biologique, puisqu'ils étaient très peu ou pas détectés (acrylamide, glycidamide, cystéine-S-propionamide). Les concentrations des adduits AAVal et GAVal étaient similaires entre elles, confirmant l'intérêt de ces deux molécules aux fins de la surveillance biologique de l'exposition, d'autant plus que ces époxydes semblent impliqués dans l'activité cancérogène reliée à l'exposition à l'acrylamide (Sumner *et al.*, 1997).

Quelques études portant sur la surveillance biologique de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation pour différentes populations de non-fumeurs ont été publiées au cours des dernières années. Dans ces études, l'exposition interne était évaluée principalement à partir de mesures urinaires d'AAMA (ou du NACP) et de GAMA (tableau 19) et de niveaux d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide (tableau 20). De plus, la majorité de ces études portaient sur un petit effectif. À titre d'exemple, Heudorf *et al.* (2009) ont estimé l'apport en acrylamide de 110 enfants allemands âgés de 5 à 6 ans à partir des concentrations d'acide mercapturique de l'acrylamide et du glycidamide mesurées dans l'urine. Une association significative a pu être notée entre la consommation de pommes de terre frites et les concentrations de métabolites de l'acrylamide dans l'urine (c'est-à-dire des concentrations de métabolites de deux à trois fois plus élevées chez les enfants consommant des pommes de terre frites plus de trois fois par semaine comparativement à ceux qui en avaient consommé moins d'une fois par mois).

Chez les adolescents, l'exposition à l'acrylamide à partir de mesures urinaires et sanguines est peu documentée. Selon l'information disponible, seuls Hartmann *et al.* (2008) ont mesuré à la fois les métabolites urinaires de l'acrylamide et les adduits à l'hémoglobine de 11 adolescents allemands âgés de 11 à 18 ans. Les concentrations médianes mesurées des métabolites urinaires du AAMA (ou NACP) et du GAMA étaient respectivement de 44 µg/l (11-85) et de 15 µg/l (4-85). Dans la présente étude, la concentration urinaire médiane du NACP – étendue (77 µg/l – 12,0-1 100,0) est plus élevée que celle de l'étude de Hartmann *et al.*, (2008). Toutefois, la concentration médiane (étendue) du GAMA 3 (10 µg/l–3,1-62,0) est inférieure à celle de l'étude allemande. Par ailleurs, dans Hartmann *et al.* (2008), les niveaux médians (étendue) d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide étaient respectivement de 34 pmol/g de globine (21-71) et de 38 pmol/g de globine (14-66). Dans la présente étude, les niveaux médians d'adduits à l'hémoglobine pour l'acrylamide et le glycidamide étaient respectivement de 44,5 et de 44,8 pmol/g de globine.

Dans le cadre de l'enquête américaine *National Health and Nutrition Examination Survey – 2003-2004* (NHANES), les moyennes géométriques d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide des adolescents américains non-fumeurs âgés de 12 à 19 ans étaient respectivement de 52,0 pmol/g de globine et de 50,6 pmol/g de globine (Vesper *et al.*, 2010). Ces valeurs sont comparables aux valeurs de la présente étude.

Toutefois, la majorité des études présentent seulement les résultats urinaires de AAMA (ou NACP) et de GAMA. Apparemment, seule l'étude de Kopp *et al.* (2008), présente des concentrations du métabolite urinaire NACP sulfoxyde chez 6 individus non-fumeurs âgés de 23 à 28 ans. Dans cette étude, il était demandé d'éviter de consommer des aliments contenant de l'acrylamide, notamment des croustilles de pommes de terre et des frites. Par conséquent, la concentration médiane de NACP sulfoxyde de l'étude (1 µg/l avec une étendue de 7 à 70 µg/l) est inférieure à celle de la présente étude (41 µg/l).

Tableau 19 Niveaux urinaires ($\mu\text{g/l}$) des métabolites de l'acrylamide pour différentes populations de non-fumeurs

Référence	Population étudiée (n)		AAMA (NACP)		GAMA	
			$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/g}$ créatinine	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/g}$ créatinine
Présente étude	Adolescents 10-17 ans (195)	Médiane	77	60	10	8
		95 ^e centile	290	206,3	35	19,6
Heudorf <i>et al.</i> 2009	Enfants allemands âgés de 5-6 ans (110)	Médiane	36,0	59,3	13,4	22,4
		95 ^e centile	152,7	158,7	55,9	57,8
Hartmann <i>et al.</i> (2008)	Enfants allemands âgés de 6-10 ans (12)	Médiane	37	46	16	18
		95 ^e centile	--	--	--	--
	Adolescents allemands âgés de 11-18 ans (11)	Médiane	44	30	15	11
		95 ^e centile	--	--	--	--
Individus allemands âgés de 6 à 80 ans (91)	Médiane	29	30	7	10	
	95 ^e centile	95	83	32	28	
Kopp <i>et al.</i> (2008)	Adultes (6) 3 femmes 3 hommes Échantillons aux 8 h, sur 72 h	Médiane	24	40	4	7
Bjellaas <i>et al.</i> (2007a)	Individus norvégiens (47) Échantillon de 24 h	Médiane Étendue	32 (2-307)	--	3 (0-17)	--
Urban <i>et al.</i> (2006)	Individus adultes (60) Échantillon 24 h	Médiane	42	--	9	--
		95 ^e centile	--	--	--	--
Boettcher <i>et al.</i> (2005)	Individus adultes âgés de 20 à 62 ans (16) (5 hommes et 11 femmes) Échantillons ponctuels	Médiane	29	--	5	--
Boettcher et Angerer (2005)	Population générale (21 femmes et 8 hommes)	Moyenne	53	--	12	--

Tableau 20 Niveaux d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide pour différentes populations de non-fumeurs

Référence	Populations étudiées (n)		AAVal (pmol/g globine) (étendue)	GAVal (pmol/g globine) (étendue)	Ratio GAVal : AAVal
Présente étude	Adolescents 10-17 ans (156)	Moyenne	48	49	1,0
		Médiane	45	45	1,0
Vesper <i>et al.</i> (2010)	Échantillons provenant de participants de l'étude américaine NHANES 2003- 2004 Individus âgés de > 3 ans 3-11 ans 12-19 ans	Moyenne géométrique			
		95 % IC	50 (49-52)	51 (49-53)	1,01 (0,97-1,06)
			59 (56-61)	73 (71-76)	1,25 (1,20-1,30)
			52 (50-54)	50 (47-55)	0,97 (0,89-1,05)
Wilson <i>et al.</i> (2009)	Femmes adultes (296)	Médiane	44 (14-148)	49 (23-157)	1,10 (0,6-2,6)
Hartmann <i>et al.</i> (2008)	Adolescents âgés de 11 à 18 ans (11)	Médiane	34	38	-
Chevolleau <i>et al.</i> (2007)	Adultes français (18-77 ans) Hommes Femme	Médiane	31 (10-70)	22 (13-45)	0,89 (0,23-1,76)
			24 (9-5)	22 (12-47)	1,02 (0,40-2,06)
Bjellaas <i>et al.</i> (2007b)	Adultes norvégiens (44)	Moyenne	38	20	0,53
		Médiane	37 (18-66)	18 (7-46)	0,49 (0,12-1,08)
Urban <i>et al.</i> (2006)	Individus adultes (60)	Moyenne	28 (18-51)	--	--
		Médiane	27		
Boettcher <i>et al.</i> (2005)	Adultes âgés de 20-62 ans (16)	Moyenne	19 (7-31)	17 (9-23)	(0,5-1,7)
Hagmar <i>et al.</i> (2005)	Adultes suédois(70)	Médiane	31	--	--
Schettgen <i>et al.</i> (2004)	Adultes allemands (13)	Moyenne	19 (7 - 31)	17 (9 - 23)	1 : 0,96
Schettgen <i>et al.</i> (2003)	Adultes allemands âgés de 21 à 59 ans (25)	Médiane	21 (< 12-50)	--	--
Pérez <i>et al.</i> (1999)	Adultes coréens Individu 1 Individu 2	Valeur unique :	27		
		Moyenne (n = 6)	55	3,3 3,4	
Bergmark <i>et al.</i> (1993)	Adultes (5)		n. d.	n. d.	--

Dans la présente étude, l'apport alimentaire moyen en acrylamide est estimé à 0,59 µg/kg p.c./j. Chez les grands consommateurs d'aliments contenant de l'acrylamide (97,5^e centile), l'apport alimentaire est de 2,85 µg/kg p.c./j et peut être aussi élevé que 5,78 µg/kg p.c./j. Ces niveaux d'apports alimentaires sont du même ordre de grandeur que l'apport moyen ou élevé estimé dans différents pays (tableau 21). En 2005, le Comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA), a évalué l'apport alimentaire en acrylamide dans 17 pays. Pour la population générale, les apports alimentaires moyens nationaux se situent entre 0,3 et 2,0 µg/kg p.c./j, tandis que, chez les grands consommateurs (centile 90 à 99), les apports alimentaires estimés sont compris entre 0,6 et 5,1 µg/kg p.c./j (JECFA, 2005). Le JECFA (2005) a donc conclu que l'apport alimentaire moyen de la population générale était de 1 µg/kg p.c./j et celui des grands consommateurs, de 4 µg/kg p.c./j.

Par ailleurs, le JECFA (2005) spécifie que, pour la majorité des pays, les frites représentent la catégorie d'aliments, qui contribue le plus à l'apport alimentaire (16-30 %), suivies des croustilles de pommes de terre (6-46 %), du café (13-39 %), des pâtisseries et des biscuits sucrés (10-20 %), et du pain grillé (10-30 %). Les autres catégories d'aliments représentent moins de 10 % de l'apport total. Dybing *et al.* (2005) ont comparé la contribution d'acrylamide provenant de différentes catégories d'aliments mesurés dans divers pays, et ce, pour diverses tranches d'âge. Chez les adolescents belges, l'apport alimentaire des frites contribue à environ 50 % de l'exposition, ce qui est comparable à la présente étude. En effet, dans la présente étude, les frites cuites dans l'huile représentent 50 % de l'apport total en acrylamide, suivies des croustilles de pommes de terre, des frites cuites au four et des céréales avec des pourcentages respectifs de 10 %, de 8 % et de 8 %.

De son côté, la FDA indique que plus de 80 % de la dose moyenne d'acrylamide ingérée par la population générale provient des 8 catégories d'aliments suivantes soit : les croustilles de pommes de terre, les frites tranchées grossièrement, les frites cuites au four, les céréales pour le déjeuner, le pain grillé, les biscuits, le pain blanc et le café (CX/FAC, 2006). Ces 8 catégories d'aliments ont toutes été documentées dans la présente étude.

Il semble que peu d'information soit disponible sur les teneurs en acrylamide mesurées dans les aliments préparés à la maison et sur la contribution de ces aliments à l'apport alimentaire. Dans l'étude actuelle, la concentration minimale des frites cuites dans l'huile à la maison (1 590 ng/g) est supérieure à la concentration maximale des frites cuites dans l'huile provenant de restaurants (970 ng/g). Il est connu que l'étendue du brunissement dans certains aliments cuits (pain grillé, pommes de terre) est liée à la concentration d'acrylamide. À titre d'exemple, Jackson et Al-Taher (2005) indiquent des concentrations en acrylamide variant de 43,7 à 610 µg/kg dans le pain très grillé et de 8,27 à 217,5 µg/kg dans le pain légèrement grillé.

Aucune étude ne semble avoir analysé les teneurs en acrylamide du maïs soufflé cuit dans l'huile à des températures élevées, par exemple le maïs soufflé acheté au cinéma. En effet, il semble que les seules données disponibles sur les teneurs en acrylamide mesurées dans le maïs soufflé proviennent du maïs soufflé cuit au four à micro-ondes (Sörgel *et al.*, 2002; US FDA, 2009a; 2009b). Si l'on considère que, dans les cinémas, le maïs soufflé est généralement cuit dans une marmite contenant de l'huile de noix de coco ou de l'huile de

canola et que cette huile peut être chauffée jusqu'à une température atteignant 500 °F (260 °C), il serait pertinent d'échantillonner et de faire analyser ce maïs soufflé, d'autant plus que la littérature scientifique mentionne que « L'acrylamide est une substance qui peut se former dans les aliments [...] lors des processus de cuisson tels que la friture, [...] à des températures égales ou supérieures à 120 °C » (EFSA, 2010).

Tableau 21 Estimation de l'exposition alimentaire à l'acrylamide pour la population générale

Référence	Lieu d'étude (année de collecte)	Population à l'étude	Apport alimentaire estimé (µg/kg p.c./j)			
			Moyenne	50 ^e centile	90 ^e centile	95 ^e centile
Présente étude	Montréal (2010)	10-17 ans	0,59	0,29	1,40	2,19
Mojska <i>et al.</i> (2010)	Pologne (2010)	1-6 ans	0,75	0,35	-	2,88
		7-18 ans	0,62	0,33	-	2,45
		19-96 ans	0,33	0,26	-	0,69
		1-96 ans	0,43	0,27	-	1,24
Heudorf <i>et al.</i> (2009)	Allemagne	5-6 ans		0,54	-	1,91
Arribas-Lorenzo et Moralez 2009	Espagne (2006)	7-12ans	0,14	-	-	0,38
		> 17- 60 ans	0,05			0,14
Hartmann <i>et al.</i> (2008)	Allemagne	6-80 ans		0,43 à 0,51		
Mills <i>et al.</i> (2008)	Royaume-Uni (2002)	Population générale	0,56	-	-	1,29 ^A
	Irlande (1997-1999)		0,59			1,75 ^A
Gielecińska <i>et al.</i> (2007)	Pologne	7-13 ans	0,29	-	-	-
		14-18 ans	0,14			
Santé Canada (2007)	Canada	Adultes	Étendue 0,3 à 0,4	-	-	-
FDA (2006c)	États-Unis (1994-1996, 1998)	Individus âgés de 2 ans et plus	0,44	-	0,95	-
FDA (2006c)	États-Unis (1994-1996, 1998)	Enfants âgés de 2 à 5 ans	1,07	-	2,33	-
AFSSA (2005)	France (2004)	Enfants 3 à 14 ans	1,25	-	-	2,54

^A 97,5^e centile.

Tableau 21 Estimation de l'exposition alimentaire à l'acrylamide pour la population générale (suite)

Référence	Lieu d'étude (année de collecte)	Population à l'étude	Apport alimentaire estimé (µg/kg p.c./j)			
			Moyenne	50 ^e centile	90 ^e centile	95 ^e centile
AFSSA (2005)	France (2004)	Adultes > 15 ans	0,50	-	-	0,98
Boon <i>et al.</i> (2005)	Pays-Bas (2003-2004)	1 à 6 ans 1 à 97 ans	1,1 0,5	-	-	2 1,2
Matthys <i>et al.</i> (2005)	Belgique (1997, 2003)	13-18 ans	-	0,62	-	1,1
Hilbig <i>et al.</i> (2004)	Allemagne Étude DONALD (1998-2002)	Étude DONALD				-
		< 1 an	0,21	0,19	0,39	
		1- < 7 ans	0,43	0,31	0,90	
		7- < 19 ans	0,30	0,20	0,67	
Konings <i>et al.</i> (2003)	Suisse (1998, 2002)	Étude RUB (1995, 1998)	Étude RUB			
		1- < 7 ans	0,61	0,46	1,19	
		1-6 ans	1,04		0,8	1,1
Svensson <i>et al.</i> (2003)	Suède	7-18 ans	0,71	-	0,7	0,9
		1-97 ans	0,48		0,5	0,6
		18-74 ans	0,44	0,39	-	0,89
BAG (2002)	Suisse	-	0,277	-	-	-
FAO/OMS (2002)	-	-	Étendue 0,3 à 0,8	-	-	-

^A 97,5^e centile.

Outre l'alimentation, l'exposition environnementale à l'acrylamide peut être due à la fumée de cigarette, à l'eau potable et à certains produits de consommation, notamment les cosmétiques. Toutefois, dans la présente étude, toutes ces sources d'exposition potentielles à l'acrylamide ont été contrôlées.

En ce qui concerne les cosmétiques, Santé Canada a identifié 10 produits cosmétiques pouvant contenir de l'acrylamide ou des polyacrylamides comme ingrédients non médicinaux - à des concentrations pouvant atteindre 0,7 % (Lapointe, C Santé Canada, communication personnelle, le 13 mars 2009). Dans la présente étude, les marques de crème employées pour les soins du visage au cours du mois précédant le prélèvement urinaire ont été documentées dans le questionnaire autoadministré. Aucun adolescent n'utilisait les produits identifiés par Santé Canada.

Par ailleurs, l'acrylamide ou les polyacrylamides ne sont pas ajoutés comme coagulants ou floculants dans le traitement de l'eau potable à l'usine Charles-J.-Des Bailleurs de la ville de Montréal (Raulin, P., Ville de Montréal, communication téléphonique le 6 février 2009). Cette usine dessert en eau potable tous les arrondissements de la ville ainsi que la municipalité de Mont-Royal.

En ce qui a trait au tabagisme passif, Vesper *et al.* (2010) mentionnent qu'il peut augmenter les concentrations d'adduits à l'hémoglobine de l'acrylamide et du glycidamide. Par conséquent, l'exposition à l'acrylamide de source alimentaire n'est pas la seule source d'exposition à l'acrylamide pour les non-fumeurs.

Les validations méthodologiques réalisées dans le cadre de notre étude viennent renforcer la crédibilité des corrélations notées entre l'apport en acrylamide par l'intermédiaire de l'alimentation et les biomarqueurs de dose interne du groupe de participants. Du côté de l'évaluation des apports en acrylamide, il faut mentionner l'utilisation d'un journal alimentaire et d'un questionnaire de fréquence validés. Pour ce qui est de la mesure de biomarqueurs de dose interne, la comparaison interlaboratoires a révélé des corrélations élevées entre les concentrations urinaires des principaux métabolites d'acrylamide mesurées. Les résultats analytiques ont permis d'ordonner correctement les participants en fonction de leur dose interne d'acrylamide. Par ailleurs, le fait que plusieurs échantillons d'aliments contenant de l'acrylamide aient été analysés a également contribué à augmenter la précision des calculs d'apports en acrylamide.

Les résultats des analyses du dommage à l'ADN lymphocytaire ont respectivement révélé des valeurs médianes (étendue interquartile) de 1,1 % (0,8-1,6) et de 0,8 % (0,6-0,2) d'ADN dans la queue de la comète pour le dommage basal et le dommage incluant les sites FPG. Il est difficile de comparer les résultats obtenus ici avec ceux provenant d'autres études, puisque plusieurs facteurs propres à chaque laboratoire peuvent influencer les résultats des analyses. Møller (2006) a passé en revue les résultats de 125 études rapportant le dommage à l'ADN lymphocytaire mesuré par le test des comètes. En combinant les résultats de ces études, il a respectivement obtenu des valeurs médianes (étendue interquartile) de 8,6 % (4,4-14,5) et de 7,6 % (3,2-14,2) pour le dommage basal et le dommage incluant les sites FPG. Le dommage à l'ADN observé dans la présente étude est donc bien inférieur à celui ayant été noté dans la plupart des autres études. Ces comparaisons étant hasardeuses, c'est l'absence de corrélation entre le dommage à l'ADN et les biomarqueurs d'exposition à l'acrylamide qui mérite d'être soulignée. Cette absence indique que, chez les participants, l'exposition à l'acrylamide ne semble pas suffisamment élevée pour augmenter les cassures à l'ADN des lymphocytes périphériques.

Le plan d'échantillonnage employé dans la présente étude avait pour but de maximiser le nombre d'adolescents recrutés. La comparaison des caractéristiques du groupe de participants avec celles de la population adolescente de la ville de Montréal a révélé que les participants n'étaient pas représentatifs (annexe 11). Il n'est donc pas possible d'appliquer les niveaux de biomarqueurs mesurés ou encore les apports alimentaires à la population adolescente montréalaise.

6 CONCLUSION

La présente étude avait pour objectifs généraux de caractériser l'exposition à l'acrylamide, auprès d'un groupe d'adolescents montréalais à partir de mesures de biomarqueurs, de vérifier le lien avec la consommation d'aliments contenant de l'acrylamide et de réaliser une évaluation préliminaire du lien potentiel avec les effets génotoxiques précoces.

L'acrylamide est une substance cancérigène détectée dans certains aliments lors du processus de cuisson. Afin de caractériser l'exposition des adolescents à l'acrylamide, la consommation de différentes catégories d'aliments qu'ils consomment le plus a été documentée au moyen d'un questionnaire rempli durant les deux jours précédant le prélèvement biologique. Un autre questionnaire couvrait la fréquence de consommation de ces aliments au cours du mois précédant le prélèvement. La teneur en acrylamide contenu dans les aliments consommés, documentée par l'entremise de ces questionnaires, a ensuite été mesurée. Ces analyses indiquent que les frites cuites dans l'huile sont les aliments contenant le plus d'acrylamide, suivi des croustilles de pommes de terre. L'ensemble de ces données a permis d'estimer l'apport alimentaire moyen en acrylamide des adolescents. Les résultats de l'étude démontrent que cet apport est du même ordre de grandeur que celui de population d'autres pays. De plus, comme ailleurs dans le monde, les frites cuites dans l'huile et les croustilles de pommes de terre sont les deux catégories d'aliments qui contribuent le plus à l'exposition à acrylamide provenant des aliments. Toutefois, bien que l'alimentation soit la principale source d'exposition à l'acrylamide pour ce groupe d'adolescents, les analyses multivariées démontrent que le tabagisme passif est également une source significative d'exposition à l'acrylamide.

La surveillance biologique de l'exposition réalisée dans le cadre de cette étude a permis de caractériser l'exposition à l'acrylamide du groupe d'adolescents. Les mesures d'une série de biomarqueurs urinaires réalisées dans des collectes nocturnes ont permis de détecter les métabolites cystéine-S-propionamide, NACP, NACP sulfoxyde et GAMA 3 dans presque tous les échantillons d'urine. De plus, les corrélations significatives observées entre la consommation de frites cuites dans l'huile et de croustilles de pommes de terre au cours des deux jours précédant le prélèvement biologique et les biomarqueurs urinaires confirment la contribution importante de ces aliments à la dose interne d'acrylamide. Cette corrélation est également significative pour la fréquence de consommation de ces aliments durant le mois précédant le prélèvement urinaire. En effet, les concentrations d'adduits d'acrylamide et de glycidamide sur l'hémoglobine sont liées positivement à la consommation de frites cuites dans l'huile ou de croustilles de pommes de terre au cours du dernier mois. De plus, tout comme pour les biomarqueurs urinaires, les concentrations d'adduits à l'hémoglobine du groupe d'adolescents montréalais sont similaires à celles mesurées chez des populations similaires.

La présente étude a finalement permis de réaliser une évaluation préliminaire des liens potentiels entre les concentrations des biomarqueurs d'exposition et certains biomarqueurs d'effets précoces, c'est-à-dire le dommage à l'ADN lymphocytaire. Bien que les résultats indiquent un faible dommage à l'ADN lymphocytaire chez les participants, celui-ci ne semble pas être relié à l'exposition des participants à l'acrylamide.

Enfin, les adolescents sont exposés à l'acrylamide et la consommation de frites cuites dans l'huile et de croustilles de pommes de terre contribue considérablement à cette exposition. Dans l'attente d'une diminution de la teneur en acrylamide de ces aliments, il est nécessaire d'encourager de saines habitudes de vie afin de minimiser l'exposition de la population à cette substance cancérigène. En ce sens, comme plusieurs des aliments riches en acrylamide sont également riches en calories, en gras, en sucre et en sel, l'Institut national de santé publique du Québec, tout comme Santé Canada, suggère de les consommer le moins souvent possible. Enfin, comme l'acrylamide est considéré une substance prioritaire par Santé Canada, il serait pertinent de poursuivre l'étude de l'exposition de la population, notamment par le moyen d'études populationnelles portant sur les habitudes alimentaires.

RÉFÉRENCES³

- Arribas-Lorenzo, G., Morales, F. J. (2009). Dietary exposure to acrylamide from potato crisps to the Spanish population. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 26(3), 289-97.
- AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire). (2005). Acrylamide : point d'information no 3. Disponible sur le site : <http://www.afssa.fr/Documents/RCCP2002sa0300b.pdf>.
- BAG (Swiss Federal Office of Public Health). (2002). Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study, Preliminary communication.
- Becalski, A., Lau, B. P. Y., Lewis, D. et Seaman, S. W. (2003). Acrylamide in foods: occurrence, sources and modeling. *J. Agric. Food Chem*, 51, 802-808.
- Bergmark E., Calleman, C. J., He, F., Costa, L. G. (1993). Determination of hemoglobin adducts in humans occupationally exposed to acrylamide. *Toxicol Appl Pharmacol*, 120(1), 45-54.
- Bjellaas, T., Ølstørn, H. B., Becher, G., Alexander, J., Knutsen, S. H. et Paulsen J. E. (2007a). Urinary metabolites as biomarkers of acrylamide exposure in mice following dietary crisp bread administration or subcutaneous injection. *Toxicol Sci.*, 100(2), 374-380. Epub 2007 Sep 6.
- Bjellaas, T., Olesen, P. T., Frandsen, H., Haugen, M., Stølen, L. H., Paulsen, J. E., Alexander, J., Lundanes E. et Becher, G. (2007b). Comparison of estimated dietary intake of acrylamide with hemoglobin adducts of acrylamide and glycidamide. *Toxicol Sci*, 98(1), 110-7.
- Blanchet, C. et Rochette, L. (2008). Nutrition and food consumption among the Inuit of Nunavik. Nunavik Inuit Health Survey 2004, Qanuippitaa? How are we? Quebec: Institut national de santé publique du Québec and Nunavik Regional Board of Health and Social Services, 143p.
- Blasiak, J., Gloc, E., Wozniak, K. et Czechoska, A. (2004). Genotoxicity of acrylamide in human lymphocytes. *Chemico-Biological Interaction*, 149(2), 137-149.
- Boettcher, M. I. et Angerer, J. (2005). Determination of the major mercapturic acids of acrylamide and glycidamide in human urine by LC-ESI-MS/MS. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 25;824(1-2), 283-294.
- Boettcher, M. I., Schettgen, T., Kütting, B., Pischetsrieder, M. et Angerer, J. (2005). Mercapturic acids of acrylamide and glycidamide as biomarkers of the internal exposure to acrylamide in the general population. *Mutat Res*, 7;580(1-2), 167-176.

³ Les recherches bibliographiques de ce rapport ont été réalisées en 2011.

- Boon, P. E., de Mul, A., van der Voet, H., van Donkersgoed, G., Brette, M. et van Klaveren, J. D. (2005). Calculations of dietary exposure to acrylamide. *Mutat Res.*, 7;580(1-2),143-155.
- Bouchard, M., Normandin, L., Gagnon, F., Viau, C., Dumas, P., Gaudreau, E. et Tremblay, C. (2009). Repeated measures of validated and novel biomarkers of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in individuals living near an aluminum plant in Quebec, Canada. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 72(23), 1534-1549.
- Chevolleau, S., Jacques, C., Canlet, C., Tulliez, J., et Debrauwer, L. (2007). Analysis of hemoglobin adducts of acrylamide and glycidamide by liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry, as exposure biomarkers in French population. *J. Chromatogr A*, 12;1167(2), 125-134.
- CIRC (Centre international de recherche sur le cancer). (1994). Some industrial chemicals. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum 60: 389–433. Consulté en ligne le 22 mars 2011 à : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol60/volume60.pdf>.
- Collins, A. R. (2004). The Comet Assay for DNA Damage and Repair: Principles, Applications, and Limitations. *Molecular Biotechnology*, 26(3), 249 - 261.
- Couture, C., Fortin, M. C., Carrier, G., Dumas, P., Tremblay, C. et Bouchard, M. (2009). Assessment of exposure to pyrethroids and pyrethrins in a rural population of the Montérégie area, Quebec, Canada. *J Occup Environ Hyg*, 6(6), 341-52.
- CX/FAC (Joint FAO/WHO food standards programme). (2006). Document de travail sur l'acrylamide - Point 14(g) de l'ordre du jour - 06/38/35. Consulté en ligne le 27 mars 2011 à : ftp://ftp.fao.org/codex/ccfac38/fa38_35f.pdf.
- Desrosiers, H. *et al.* (2005). Enquête de nutrition auprès des enfants québécois de 4 ans, Québec, Institut de la statistique du Québec, 163 p.
- Dewailly, É., Blanchet, C., Gingras, S., Bernier, S. et Grondin, J. (1999). Report of the project entitled « Enquête sur les habitudes alimentaires et nutritionnelles des populations concernées par le projet hydroélectrique Sainte-Marguerite-3 ». Hydro-Québec, Montréal.
- Dybing, E., Farmer, P. B., Andersen, M., Fennel, T. R., Lalljie, S. P., Muller, D. J., Olin, S., Petersen, B. J., Schlatter, J., Scholz, G., Scimeca, J. A., Slimani N., Törnqvist, M., Tuijelaars, S. et Verger, P. (2005). Human exposure and internal dose assessment of acrylamide in food. *Food Chem. Toxicol*, 43(3), 365-410.
- EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments). (2008). Autorité européenne de sécurité des aliments. L'acrylamide dans les denrées alimentaires. Consulté en ligne le 24 août 2008 à : http://www.efsa.eu.int/EFSA/KeyTopics/efsa_locale-1178620753816_acrylamide.htm.
- EFSA. (2010). Acrylamide. Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study: Disponible sur le site : <http://www.efsa.europa.eu/fr/contamtopics/topic/acrylamide.htm>.

- Environnement Canada et Santé Canada. (2008). Profil de substance pour le Défi aux intervenants. Acrylamide No CAS 79-06-1. Consulté en ligne le 22 août 2008 à : http://www.ec.gc.ca/substances/ese/fre/challenge/batch5/batch5_79-06-1_fr.pdf.
- FAO/OMS. (2002). Conséquences sanitaires de la présence d'Acrylamide dans les denrées alimentaires – Consultation sur la salubrité des aliments. Rapport d'une consultation conjointe FAO/OMS réunie au Siège de l'OMS, Genève, Suisse, du 25 au 27 juin 2002. Consulté en ligne le 22 mars 2011 à : <http://whqlibdoc.who.int/publications/2002/9242562181.pdf>.
- FDA (Food and Drug Administration). (2006a). Survey Data on Acrylamide in Food: Individual Food Products. Consulté en ligne le 15 mars 2011 à : <http://www.fda.gov/food/foodsafety/foodcontaminantsadulteration/chemicalcontaminants/acrylamide/ucm053549.htm>.
- FDA (Food and Drug Administration). (2006b). Survey Data on Acrylamide in Food: Total Diet Study Results. Consulté en ligne le 15 mars 2011 à : <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/UCM053566>.
- FDA (Food and Drug Administration). (2006c). The 2006 exposure assessment for acrylamide. Disponible sur le site : <http://www.fda.gov/food/foodsafety/foodcontaminantsadulteration/chemicalcontaminants/acrylamide/default.htm>.
- FDA (Food and Drug Administration). (2009a). Survey data on acrylamide in food: total diet study results. Disponible sur le site : <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/UCM053566>.
- FDA (Food and Drug Administration). (2009b). Survey data on acrylamide in food: individual food products. Disponible sur le site : <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/Acrylamide/ucm053549.htm>.
- Fennell, T. R. et Friedman, M. A. (2005). Comparison of acrylamide metabolism in humans and rodents. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 561, 109-116.
- Fennell, T. R., Sumner, S. C., Snyder, R. W., Burgess, J., Spicer, R., Bridson, W. E. et Friedman, M. A. (2005). Metabolism and Hemoglobin Adduct Formation of Acrylamide in Humans. *Toxicol Sci*, 85(1), 447-459.
- Fennell, T. R., Sumner, S. C., Snyder, R. W., Burgess, J. et Friedman, M. A. (2006). Kinetics of elimination of urinary metabolites of acrylamide in humans. *Toxicol. Sci*, 93(2), 256-267.
- Fortin, M. C., Bouchard, M., Carrier, G. et Dumas, P. (2008). Biological monitoring of exposure to pyrethrins and pyrethroids in a metropolitan population of the Province of Quebec, Canada. *Environmental Research*, 107, 343-350.

- Fuhr, U., Boettcher, M. I., Kinzig-Schippers, M., Weyer, A., Jetter, A., Lazar, A., Taubert, D., Tomalik-Scharte, D., Pournara, P., Jakob, V., Harlfinger, S., Klaassen, T., Berkessel, A., Angerer, J., Sörgel, F. et Schömig E. (2006). Toxicokinetics of acrylamide in humans after ingestion of a defined dose in a test meal to improve risk assessment for acrylamide carcinogenicity. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 15(2), 266-271.
- Galanti, L. (2008). Cotinine urinaire : dosage et applications. *La Revue de la Médecine Générale*, 251, 112-115.
- Gielecińska, I., Mojska, H. et Szponar, L. (2007). Preliminary assessment of exposure of children and adolescents to acrylamide originating from food. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 58(1), 217-221.
- GFEA (German Federal Environmental Agency). (2008). Acrylamide and Human Biomonitoring. Consulté en ligne le 27 mars 2011 à : http://www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/acrylamide_and_hbm.pdf.
- Gouvernement du Canada. (2009). Substances chimiques : 2-Propenamide (Acrylamide). Consulté en ligne le 22 mars 2011 à : <http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/challenge-defi/summary-sommaire/batch-lot-5/79-06-1-fra.php>.
- Hagmar, L., Wirfält, E., Paulsson, B. et Törnqvist, M. (2005). Differences in hemoglobin adduct levels of acrylamide in the general population with respect to dietary intake, smoking habits and gender. *Mutat Res*, 7;580(1-2), 157-65.
- Hartmann, E. C., Boettcher, M. I., Schettgen, T., Fromme, H., Drexler, H. et Angerer, J. (2008). Hemoglobin adducts and mercapturic acid excretion of acrylamide and glycidamide in one study population. *J. Agric. Food Chem*, 13;56(15), 6061-6068.
- Hays, S. M. et Aylward, L. L. (2008). Biomonitoring Equivalents (BE) dossier for acrylamide (AA) (CAS No. 79-06-1). *Regul Toxicol Pharmacol*, 51(3 Suppl), S57-67.
- Heudorf, U., Hartmann, E. et Angerer J. (2009). Acrylamide in children--exposure assessment via urinary acrylamide metabolites as biomarkers. *Int J Hyg Environ Health*, 212(2), 135-41.
- Hilbig, A., Freidank, N., Kersting, M., Wilhelm, M. et Wittsiepe, J. (2004). Estimation of the dietary intake of acrylamide by German infants, children and adolescents as calculated from dietary records and available data on acrylamide levels in food groups. *Int J Hyg Environ Health*, 207(5), 463-471.
- Hogervorst, J. G., Baars, B. J., Schouten, L. J., Konings, E. J., Goldbohm, R. A. et van den Brandt, P. A. (2010). The carcinogenicity of dietary acrylamide intake: a comparative discussion of epidemiological and experimental animal research. *Crit Rev Toxicol*, 40(6), 485-512. Review.
- INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). (2007). Fiche toxicologique – Acrylamide. Consulté en ligne le 27 mars 2011 à : [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/FT%20119/\\$File/ft119.pdf](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/FT%20119/$File/ft119.pdf).

- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). (2005). Summary and conclusions of the sixty-four meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 8-17 February 2005. Disponible sur le site : http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/summary_report_64_final.pdf.
- Jackson, L. S., et Al-TaHER, F. (2005). Effects of consumer food preparation on acrylamide formation. *Adv Exp Med Biol*, 561, 447-465.
- Johnson, K. A., Gorzinski, S. J., Bodner, K. M., Campbell, R. A., Wolf, C. H., Friedman, M. A. et Mast, R. W. (1986). Chronic toxicity and oncogenicity study on acrylamide incorporated in the drinking water of Fischer 344 rats. *Toxicol Appl Pharmacol*, 15;85(2),154-68. (Cité dans U.S. EPA, 2010).
- Konings, E. J., Baars, A. J., van Klaveren, J. D., Spanjer, M. C., Rensen, P. M., Hiemstra, M., van Kooij, J. A., et Peters, P. W. (2003). Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks. *Food Chem Toxicol*, 41(11), 1569-1579. doi : 10.1016/S0278-6915(03)00187-X.
- Kopp, E. K., Sieber, M., Kellert, M. et Dekant, W. (2008). Rapid and sensitive HILIC-ESI-MS/MS quantitation of polar metabolites of acrylamide in human urine using column switching with an online trap column. *J Agric Food Chem*, 56(21), 9828-9834.
- Lavallée, C. (2004). Enquête sociale et de santé auprès des enfants et des adolescents québécois, Volet nutrition, Québec, Institut de la statistique du Québec, 166 p.
- Matthys, C., Bilau, M., Govaert, Y., Moons, E., De Henauw, S. et Willems, J. L. (2005). Risk assessment of dietary acrylamide intake in Flemish adolescents. *Food Chem Toxicol.*, 43(2), 271-278.
- Mills, C., Tlustos, C., Evans, R. et Matthews, W. (2008). Dietary acrylamide exposure estimates for the United Kingdom and Ireland: comparison between semiprobabilistic and probabilistic exposure models. *J Agric Food Chem*, 13;56(15):6039-6045.
- Mojska, H., Gielecińska, I., Szponar, L. et Ołtarzewski, M. (2010). Estimation of the dietary acrylamide exposure of the Polish population. *Food Chem Toxicol*, 48(8-9), 2090-2096. doi : 10.1016/j.fct.2010.05.009.
- Møller, P. (2006). Assessment of reference values for DNA damage detected by the comet assay in human blood cell DNA. *Mutat Res*, 612(2), 84-104.
- Mowrer, J., Toernqvist, M., Jensen, S. et Ehrenberg, L. (1986). Modified Edman degradation applied to hemoglobin for monitoring occupational exposure to alkylating agents. *Toxicol Environ Chem*, 11(3), 215-231.
- Normandin, L., Ayotte, P., Levallois, P., Ibanez, Y., Courteau, M., Kennedy, G., Chen, L., Le, C. et Bouchard. M. (2013) Biomarkers of arsenic exposure and effects in a Canadian rural population exposed through ground water consumption. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. doi : 10.1038/jes.2013.80.

- OMS (Organisation mondiale de la Santé). (1986). Les jeunes et la santé : défi pour la société : Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS sur la jeunesse et la santé pour tous d'ici l'an 2000. Série de Rapports techniques, no 731. Genève : Organisation mondiale de la Santé. Disponible sur le site : http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_731_fre.pdf.
- Pérez, H. L., Cheong, H. K., Yang, J. S., Osterman-Golkar, S. (1999). Simultaneous analysis of hemoglobin adducts of acrylamide and glycidamide by gas chromatography-mass spectrometry. *Anal Biochem*, 274(1), 59-68.
- Santé Canada - Health Canada. (2009). Screening Assessment for the Challenge. 2-Propenamide (Acrylamide) Chemical Abstracts Service Registry Number 79-06-1. Disponible sur le site : http://www.ec.gc.ca/substances/ese/eng/challenge/batch5/batch5_79-06-1.cfm.
- Santé Canada - Health Canada. (2008). Aliments et nutrition – Acrylamide et aliments. Consulté en ligne le 22 août 2008 à : http://www.hc-sc.gc.ca/fnan/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/acrylamide_and_food-acrylamide_et_aliment-fra.php.
- Santé Canada - Health Canada. (2007). Évaluation de l'exposition des Canadiens à l'acrylamide dans les aliments. Consulté en ligne le 22 août 2008 à : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/can_exp_acryl_food-alim-fra.php.
- Santé Canada - Health Canada. (2004). Les jeunes au Canada : leur santé et leur bien-être. Chapitre 7. Un mode de vie sain. Disponible sur le site : http://www.phac-aspc.gc.ca/dca-dea/publications/hbsc-2004/pdf/hbsc_report_2004_f.pdf.
- Santé Québec. (1998). Report of the Santé Québec Health Survey of the James Bay Cree: Food and Nutrient Intakes, Ministère de la santé et des services sociaux, Gouvernement du Québec. Montréal. Canada. 168 p.
- Santé Québec, Bertrand, L., Nadon, S. *et al.* (sous la direction de). (1997). Cahier technique : Enquête québécoise sur la nutrition, Montréal, Santé Québec.
- Schettgen, T., Rossbach, B., Kütting, B., Letzel, S., Drexler, H. et Angerer J. (2004). Determination of haemoglobin adducts of acrylamide and glycidamide in smoking and non-smoking persons of the general population. *Int J Hyg Environ Health*, 207(6), 531-539.
- Schettgen, T., Weiss, T., Drexler, H. et Angerer, J. (2003). A first approach to estimate the internal exposure to acrylamide in smoking and non-smoking adults from Germany. *Int J Hyg Environ Health*, 206(1), 9-14.
- Smith, C. J., Perfetti, T. A., Rumple, M. A., Rodgman, A. et Doolittle, D. J. (2000). "IARC group 2A Carcinogens" reported in cigarette mainstream smoke. *Food Chem Toxicol*, 38(4), 371-383.
- Stellman, J. M. (2002). Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. 3^e édition française, traduction de la 4^e édition anglaise. Genève, Bureau international du travail. 4 vol.

- Sörgel, F., Weissenbacher, R., Kinzig-Schippers, M., Hofmann, A., Illauer, M., Skott, A. et Landersdorfer, C. (2002). Acrylamide: increased concentrations in homemade food and first evidence of its variable absorption from food, variable metabolism and placental and breast milk transfer in humans. *Chemotherapy*, 48(6), 267-274.
- Sumner, S. C., Selvaraj, L., Nauhaus, S. K. et Fennell, T. R. (1997). Urinary metabolites from F344 rats and B6C3F1 mice coadministered acrylamide and acrylonitrile for 1 or 5 days. *Chemical Research in Toxicology*, 10(10), 1152-1160. doi : 10.1021/tx9602123.
- Svensson, K., Abramsson, L., Becker, W., Glynn, A., Hellenäs, K. E., Lind, Y. et Rosén, J. (2003). Dietary intake of acrylamide in Sweden. *Food and Chemical Toxicology*, 41(11), 1581-1586.
- Urban, M., Kavvadias, D., Riedel, K., Scherer, G. et Tricker, A. R. (2006). Urinary mercapturic acids and a hemoglobin adduct for the dosimetry of acrylamide exposure in smokers and nonsmokers. *Inhalation Toxicology*, 18(10), 831-839.
- U.S. EPA. (2010). Toxicological Review of Acrylamide. In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). Consulté en ligne le 22 mars 2011 à : <http://www.epa.gov/iris/toxreviews/0286tr.pdf>.
- Vesper, H. W., Caudill, S. P., Osterloh, J. D., Meyers, T., Scott, D. et Myers, G. L. (2010). Exposure of the U.S. population to acrylamide in the National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. *Environmental Health Perspectives*, 118(2), 278-283. doi : 10.1289/ehp.0901021.
- Wilson, K. M., Vesper, H. W., Tocco, P., Sampson, L., Rosén, J., Hellenäs, K. E. Törnqvist, M. et Willett, W. C. (2009). Validation of a food frequency questionnaire measurement of dietary acrylamide intake using hemoglobin adducts of acrylamide and glycidamide. *Cancer Causes Control*, 20(3), 269-278. doi: 10.1007/s10552-008-9241-7.
- Zhang Yu et Zhang Ying. (2007). Formation and reduction of acrylamide in Maillard reaction: a review based on the current state of knowledge. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(5), 521-542.

ANNEXE 1
QUESTIONNAIRES D'ADMISSIBILITÉ

PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE À UN REPRÉSENTANT DE L'AUTORITÉ PARENTALE

Bonjour/Bonsoir,

Pourrais-je parler à un représentant de l'autorité parentale qui habite votre résidence?

Mon nom est ____ ____. Je vous contacte au nom de l'Institut national de santé publique du Québec dans le cadre d'une étude que nous menons en collaboration avec l'Université de Montréal et Santé Canada. Cette étude a pour but de mesurer l'exposition des adolescents à l'acrylamide de source alimentaire et l'impact de cette exposition sur leur santé.

Au cours des dernières années, la présence d'acrylamide, une substance chimique formée naturellement lors de la cuisson des aliments, a été découverte dans certains types d'aliments, le plus souvent d'origine végétale, dont la teneur est riche en glucides et faible en protéines, comme les pommes de terre. Cette substance ne provient pas d'une contamination des aliments, mais plutôt de la transformation, lors de la cuisson à température élevée, de l'amidon contenu dans ces aliments. Même si cette substance peut causer certains effets sur la santé, aucune étude canadienne n'a, à ce jour, été effectuée pour évaluer l'exposition à l'acrylamide de source alimentaire chez les adolescents. Ces derniers sont un groupe cible, puisqu'ils consomment régulièrement des croustilles de pommes de terre et des frites.

Le but de ce projet est d'évaluer, chez les adolescents, si l'exposition à l'acrylamide de source alimentaire contribue à augmenter significativement la dose absorbée d'acrylamide dans l'organisme ainsi que d'estimer les risques que pourrait engendrer cette exposition sur la santé.

1. Est-ce qu'un adolescent âgé entre 10 et 17 ans habite votre résidence?

Oui.

Non.

Si non admissible :

Je dois vous aviser que seules les résidences où demeurent des adolescents âgés entre 10 et 17 ans peuvent participer à l'étude.

**SI NON ADMISSIBLE, PASSEZ À LA QUESTION 1 DU QUESTIONNAIRE DES
RÉSIDENCES NON ADMISSIBLES.**

Nous invitons votre adolescent à participer à cette étude. Afin de la réaliser, nous recherchons des adolescents âgés entre 10 et 17 ans. Si vous acceptez que votre adolescent participe à l'étude et si celui-ci désire y participer, son admissibilité sera vérifiée en le questionnant sur son état de santé et ses habitudes de vie. Il sera aussi invité à fournir, une seule fois, un prélèvement urinaire d'environ 12 heures consécutives. De plus, si l'adolescent accepte, son sang pourrait être prélevé. En analysant les échantillons fournis par les adolescents, il sera possible de connaître leur exposition récente et passée à l'acrylamide. L'acrylamide ainsi que ses produits de biotransformation, appelés aussi

métabolites, seraient mesurés. Aussi, la cotinine serait également mesurée afin de confirmer que les adolescents sont non-fumeurs. Si vous acceptez que votre adolescent participe à l'étude, une infirmière se rendra à votre domicile pour lui expliquer l'étude et lui remettre les contenants nécessaires pour la collecte de ses urines. Un journal de bord lui sera aussi remis pour noter ses habitudes de vie et ses habitudes alimentaires durant les deux jours qui précèdent la collecte urinaire, ainsi que sa consommation habituelle d'aliments durant le mois qui précède la collecte; l'infirmière expliquera en détail comment le remplir. De plus, s'il accepte, l'infirmière lui fera également un prélèvement sanguin. Lors de la visite de l'infirmière, un parent doit être présent, puisqu'il doit signer un formulaire de consentement indiquant qu'il consent à ce que son adolescent participe à l'étude. Deux jours après la visite de l'infirmière, un technicien de recherche se rendra à votre domicile pour ramasser le contenant d'urine et vérifier, avec votre adolescent, les réponses au questionnaire.

Veillez noter que les renseignements contenus dans le questionnaire de même que les résultats d'analyses des prélèvements d'échantillons biologiques seront traités de façon confidentielle par les chercheurs de l'équipe. À la fin de l'étude, votre adolescent recevra par courrier les résultats d'analyse des prélèvements urinaires et sanguins, à l'échelle de groupe, et ce qu'ils signifient.

2. Êtes-vous intéressé à ce que votre adolescent participe à cette étude?

Oui.

Non. *Si non. Simplement, à titre d'évaluation de la représentativité des participants de l'étude, nous aimerions vous poser trois questions. Acceptez-vous?*

Oui. *Passer à la question 1 du questionnaire pour les parents non intéressés.*

Non. *Merci de votre temps et bonne soirée.*

3. Combien d'adolescents âgés entre 10 et 17 ans habitent avec vous actuellement?

4. Quel(s) est (sont) son (leurs) prénom(s) et leur (leurs) date de naissance?

a)
b)
c)
d)
e)

5. À quelle catégorie d'emploi vous identifiez-vous?

- Employé de bureau
- Personnel spécialisé dans la vente
- Personnel spécialisé dans les services
- Travailleur manuel
- Ouvrier spécialisé/semi-spécialisé
- Travailleur des sciences et technologies
- Professionnel
- Gestionnaire/administrateur/propriétaire
- Au foyer
- Étudiant (à temps plein ou dont les études constituent l'occupation principale)
- Retraité (préretraité, rentier)
- Sans emploi (Assurance-emploi, assisté social, etc.)
- Je ne sais pas/Je préfère ne pas répondre à cette question
- Autre - Spécifiez

6. Quel est le dernier niveau de scolarité complété dans votre ménage?

- Primaire (7 ans ou moins)
- Secondaire DES de formation générale ou professionnelle (8 à 12 ans)
- Collégial DEC de formation préuniversitaire, de formation technique, certificats
- Universitaire certificats et diplômes
- Universitaire 1^{er} cycle Baccalauréat (incluant cours classique)
- Universitaire 2^e cycle Maîtrise
- Universitaire 3^e cycle Doctorat
- Je préfère ne pas répondre

7. Dans quelle tranche se situe le revenu familial total?

- Moins de 19 999 \$
- entre 20 000 \$ et 39 999 \$
- entre 40 000 \$ et 59 999 \$
- entre 60 000 \$ et – 79 999 \$
- entre 80 000 \$ - 99 999 \$
- 100 000 \$ et plus
- Je préfère ne pas répondre

8. Est-ce possible de parler à ...? Demander la personne dont la date de fête est la plus rapprochée.

Oui.

Non. *Si non. Puis-je rappeler plus tard?*

PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE AUX ADOLESCENTS

Bonjour/Bonsoir,

Mon nom est ____ _____. Je te contacte dans le cadre d'une étude sur l'exposition des adolescents à l'acrylamide trouvé dans les aliments et l'impact de cette exposition sur leur santé.

L'acrylamide est une substance qui se forme lors de la cuisson de certains aliments comme les pommes de terre. Par exemple, cette substance est présente dans les croustilles et les frites, et l'acrylamide peut causer des effets néfastes sur la santé.

Comme il existe très peu de données sur l'exposition de la population à l'acrylamide contenu dans certains aliments cuits, des chercheurs veulent évaluer l'exposition des adolescents à cette substance. Je te propose donc de participer à l'étude que je t'explique brièvement.

Si tu acceptes de participer, une infirmière ira chez toi pour t'expliquer plus en détail l'étude, te faire signer un formulaire indiquant que tu acceptes de participer à l'étude et te remettre le contenant nécessaire pour la collecte de tes urines. Si tu es d'accord, elle prélèvera également ton sang. Ta participation consistera à fournir un échantillon de tes urines qui seront collectées de 18 heures jusqu'au lendemain matin, et, si tu veux, l'infirmière prélèvera une petite quantité de ton sang. En analysant ton urine et ton sang, il sera possible de connaître ton niveau d'exposition à cette substance qui est présente dans certains aliments que tu consommes comme les frites et les croustilles. Tu seras aussi invité à remplir un questionnaire qui documentera certains aliments que tu as mangés durant les 2 jours précédant tes collectes urinaires et qui documentera aussi tes habitudes de vie. Deux jours après la visite de l'infirmière, un technicien de recherche se rendra chez toi pour récupérer ton contenant d'urine et réviser avec toi tes réponses au questionnaire. Ce n'est pas plus compliqué que ça.

Tous les renseignements contenus dans le questionnaire et les résultats d'analyses des prélèvements d'urine et de sang seront traités de manière confidentielle.

9. Es-tu intéressé à participer à cette étude?

Oui.

Non. *Si non. Avant de terminer, j'aimerais te poser quatre questions.*

Acceptes-tu?

Oui. *Passer à la question 1 du questionnaire pour les adolescents non intéressés.*

Non. *Merci de ton temps et bonne soirée.*

QUESTIONNAIRE D'ADMISSIBILITÉ POUR LES ADOLESCENTS INTÉRESSÉS À PARTICIPER

CRITÈRES D'ADMISSIBILITÉ

Même si tu as accepté de participer à la présente étude, certaines de tes habitudes de vie ou certains problèmes de santé pourraient influencer les résultats d'analyses de tes prélèvements urinaires ou sanguins et les rendre difficiles à interpréter. Je vais te poser quelques questions pour m'assurer que tu peux participer à l'étude.

10. Quel âge as-tu?

Si non admissible :

Je dois t'aviser que seuls les adolescents âgés entre 10 et 17 ans peuvent participer à l'étude.

SI NON ADMISSIBLE, PASSER AU QUESTIONNAIRE DES ADOLESCENTS NON ADMISSIBLES.

11. Es-tu fumeur?

Oui

Non

Si non admissible :

Je dois t'aviser que les fumeurs ne peuvent pas faire partie de l'étude. Le tabagisme peut influencer les produits que nous voulons mesurer dans l'urine. Il serait alors difficile d'interpréter tes résultats d'analyse.

SI NON ADMISSIBLE, PASSER AU QUESTIONNAIRE DES ADOLESCENTS NON ADMISSIBLES.

12. En général, est-ce que ta santé est...

Excellente

Plutôt bonne

Pas très bonne

13. As-tu présentement ou as-tu déjà eu des problèmes au niveau des reins qui ont été confirmés par un médecin?

Oui → Lesquels?

- | | |
|--|--------------------------|
| Insuffisance rénale chronique | <input type="checkbox"/> |
| Néphropathie diabétique | <input type="checkbox"/> |
| Hypertension avec néphropathie (maladie vasculaire rénale) | <input type="checkbox"/> |
| Glomérulonéphrite (syndrome néphritique et néphrotique) | <input type="checkbox"/> |
| Lupus avec atteinte rénale | <input type="checkbox"/> |
| Néphropathie ischémique (rénovasculaire, vasculite, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| Syndrome des reins polykystiques | <input type="checkbox"/> |
| Tumeur rénale (cancer) | <input type="checkbox"/> |
| Myélome multiple | <input type="checkbox"/> |
| Greffe rénale | <input type="checkbox"/> |
| Sous dialyse | <input type="checkbox"/> |
| Autre _____ | <input type="checkbox"/> |
| _____ | |
| _____ | |

Non

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

Si non admissible :

Je dois t'aviser que les personnes souffrant de maladies aux reins ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les substances que nous voulons mesurer sont éliminées en partie dans l'urine. Des problèmes au niveau des reins auraient pu modifier l'élimination des substances qui auraient été analysées.

SI NON ADMISSIBLE, PASSER AU QUESTIONNAIRE DES ADOLESCENTS NON ADMISSIBLES.

14. As-tu présentement ou as-tu déjà eu des problèmes au niveau du foie qui ont été confirmés par un médecin?

Oui → Lesquels?

Insuffisance hépatique

Ictère ou jaunisse

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

Cirrhose (alcoolique, virale, vasculaire, médicamenteuse, posthépatite)

Stéatose

Tumeur hépatique (cancer)

Cholangite sclérosante primaire

Hémochromatose

Maladie de Wilson

Déficit en alpha-1 antitrypsine

Autre

Non

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

Si non admissible :

Je dois t'aviser que les personnes souffrant de maladies du foie ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les substances que nous voulons mesurer sont transformées au niveau du foie avant d'être éliminées. Des problèmes au niveau du foie auraient pu modifier la transformation des substances qui auraient été analysées.

SI NON ADMISSIBLE, PASSER AU QUESTIONNAIRE DES ADOLESCENTS NON ADMISSIBLES.

15. Es-tu présentement traité pour un cancer?

Oui →Lequel? _____

Non

Si non admissible :

Je dois t'aviser que les personnes atteintes d'un cancer ne peuvent pas participer à l'étude. Cette maladie peut modifier la façon que les aliments que tu manges sont transformés dans ton corps.

SI NON ADMISSIBLE, PASSER AU QUESTIONNAIRE DES ADOLESCENTS NON ADMISSIBLES.

16. En général, durant une semaine, combien de fois manges-tu les aliments suivants?

Aliments	Par semaine					Par jour	
	Jamais	1-2 fois	3-4 fois	5-6 fois	1 fois	2-3 fois	4 fois et plus
Croustilles de pommes de terre (Chips)							
Pommes de terre frites							
Bretzels (salés)							
Pain grillé (rôtie)							
Amandes grillées							
Biscuits aux brisures de chocolat							
Céréales							
Maïs soufflé (Pop-corn)							

17. À l'école, en quelle année es-tu? Est-ce en...?

- 6^e année du primaire
- 1^{re} secondaire
- 2^e secondaire
- 3^e secondaire
- 4^e secondaire
- 5^e secondaire
- 6^e secondaire
- Cégep
- Cheminement particulier de formation (groupes spéciaux d'apprentissage)
- Autre Préciser _____

18. Fréquentes-tu une école...?

- Publique
- Privée

19. Quelle est ton origine?

- Canadienne
- Française
- Italienne
- Libanaise
- Haïtienne
- Grecque
- Autre Préciser : _____

20. Quelle langue parles-tu le plus souvent à la maison?

- Français
- Anglais
- Autre Préciser : _____

21. Quelle langue parles-tu le plus souvent avec tes amis?

Français

Anglais

Autre Préciser _____

Si admissible :

Le questionnaire est rempli. Tu peux participer à l'étude. Dans les prochains jours, une infirmière de notre équipe te contactera afin de fixer un rendez-vous avec toi et un de tes parents ou tuteurs pour une rencontre d'information chez toi. Lors de cette rencontre, elle te présentera l'étude. Si tu acceptes de participer, l'infirmière te remettra le contenant nécessaire à la collecte de tes urines. De plus, si tu es d'accord, elle te fera une prise de sang. Deux jours après la visite de l'infirmière, un technicien de recherche ira chercher ton contenant d'urine et remplira avec toi un questionnaire portant sur ton alimentation. Avant de terminer l'entrevue téléphonique, serait-il possible de me fournir ton nom, ton adresse ainsi que ton numéro de téléphone à la maison? (Remplir le feuillet d'identification du participant.) As-tu des questions? Je te remercie de ta collaboration et je te souhaite une bonne journée (soirée).

IDENTIFICATION DU PARTICIPANT

Numéro de dossier : _____

Nom et prénom du participant : _____

Sexe du participant :

Féminin

Masculin

Adresse de résidence permanente du participant :

Numéro civique, rue :

Municipalité : _____

Code postal :

Numéro de téléphone du participant :

_____ - _____ Maison

_____ - _____ Cellulaire

QUESTIONNAIRE POUR LES RÉSIDENCES NON ADMISSIBLES

1. Aux fins de la compilation des résultats selon l'âge, j'aurais besoin de connaître votre âge? _____

2. Afin de mieux connaître les résidences non admissibles à l'étude, accepteriez-vous de me fournir votre niveau de scolarité, est-ce le...?
 - Niveau primaire (7 années ou moins)
 - Niveau secondaire (entre 8 et 12 années)
 - Niveau collégial (entre 13 et 15 années)
 - Niveau universitaire

3. **Noter le sexe.** *En cas de doute, demander.*
 - Homme
 - Femme

Je vous remercie de votre temps et d'avoir accepté de répondre à ces questions. Bonne soirée!

QUESTIONNAIRE POUR LES PARENTS NON INTÉRESSÉS

1. **Aux fins de la compilation des résultats selon l'âge, j'aurais besoin de connaître votre âge?** _____

2. **Afin de mieux connaître les parents non intéressés à l'étude, accepteriez-vous de me fournir votre niveau de scolarité, est-ce le...?**
 - Niveau primaire (7 années ou moins)
 - Niveau secondaire (entre 8 et 12 années)
 - Niveau collégial (entre 13 et 15 années)
 - Niveau universitaire

3. **Noter le sexe. *En cas de doute, demander.***
 - Homme
 - Femme

Je vous remercie de votre temps et d'avoir accepté de répondre à ces questions. Bonne soirée!

QUESTIONNAIRE POUR LES ADOLESCENTS NON INTÉRESSÉS

1. **Quel âge as-tu?**

2. **À l'école, en quelle année es-tu? Est-ce en...?**

6^e année du primaire

1^{re} secondaire

2^e secondaire

3^e secondaire

4^e secondaire

5^e secondaire

6^e secondaire

Cégep

Cheminement particulier de formation (groupes spéciaux d'apprentissage)

Autre Préciser : _____

3. **Fréquentes-tu une école...?**

Publique

Privée

4. **Noter le sexe.** *En cas de doute, demander.*

Garçon

Fille

Je te remercie de ton temps et d'avoir accepté de répondre à ces questions. Bonne soirée!

QUESTIONNAIRE POUR LES ADOLESCENTS NON ADMISSIBLES

1. **Peux-tu me rappeler ton âge?**

2. **À l'école, en quelle année es-tu? Est-ce en...?**

6^e année du primaire

1^{re} secondaire

2^e secondaire

3^e secondaire

4^e secondaire

5^e secondaire

6^e secondaire

Cégep

Cheminement particulier de formation (groupes spéciaux d'apprentissage)

Autre Préciser _____

3. **Fréquentes-tu une école...?**

Publique

Privée

4. **Noter le sexe.** *En cas de doute, demander.*

Garçon

Fille

Je te remercie de ton temps et d'avoir accepté de répondre à ces questions. Bonne soirée!

ANNEXE 2

**QUESTIONNAIRE D'ADMISSIBILITÉ
REMANIÉ PAR LA FIRME LÉGER MARKETING**

QUESTIONNAIRE D'ADMISSIBILITÉ REMANIÉ PAR LA FIRME LÉGER MARKETING

Q-IT For (RW14416_001A)

Language = FR
Type = Both questions active and inactive
Dateline = 2/3/2010 12:28:45 PM
Questions = ALL
Frequencies = , On completes only
PIN.

LMID.

Respondent ID

LANG.

LANG

Français / French	FR
English / Anglais	EN

SURVC.

CodeSurvey

IDCAM.

IdCamp Numérique incrémental

PROV.

Dans quelle province habitez-vous ?

Alberta	AB	=>/INTQQ
Colombie-Britannique	BC	=>/INTQQ
Ile-du-Prince-Edouard	PE	=>/INTQQ
Manitoba	MB	=>/INTQQ
Nouveau-Brunswick	NB	=>/INTQQ
Nouvelle-Écosse	NS	=>/INTQQ
Ontario	ON	=>/INTQQ
Québec	QC	
Saskatchewan	SK	=>/INTQQ
Terre-Neuve	NF	=>/INTQQ

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

00QC.

Dans quelle région du Québec demeurez-vous ?

Bas-Saint-Laurent	01	=>+6
Saguenay-Lac-Saint-Jean	02	=>+6
Québec	03	=>Q0QCD
Mauricie	04	=>+6
Estrie	05	=>+6
Montréal	06	=>+6
Outaouais	07	=>+6
Abitibi-Témiscamingue	08	=>+6
Côte-Nord	09	=>+6
Gaspésie/Îles-de-la-Madeleine	11	=>+6
Nord-du-Québec	10	=>+6
Chaudière-Appalaches	12	=>Q0QCE
Laval	13	=>+6
Lanaudière	14	=>Q0QCA
Laurentides	15	=>Q0QCB
Montérégie	16	=>Q0QCC
Centre-du-Québec	17	=>+6

00QA.

Il est possible que votre ville de résidence ne figure pas dans la liste à la prochaine question.
Pour des raisons de traitement statistique, seulement certaines villes, en périphérie de l'Île-de-Montréal, sont identifiées. Dans quelle ville demeurez-vous ?

Charlemagne	01	=>+5
Joliette	02	=>+5
La plaine	03	=>+5
Lachenaie	04	=>+5
Legardeur	05	=>+5
Mascouche	06	=>+5
Repentigny	07	=>+5
St-Sulpice	08	=>+5
Terrebonne	09	=>+5
Autres villes de Lanaudière	96	=>+5

0000B

Il est possible que votre ville de résidence ne figure pas dans la liste à la prochaine question.
Pour des raisons de traitement statistique, seulement certaines villes, en périphérie de l'Île-de-Montréal, sont identifiées. Dans quelle ville demeurez-vous ?

Blainville	01	=>+4
Boisbriand	02	=>+4
Bois-des-Filion	03	=>+4
Deux-Montagnes	04	=>+4
Kanesatake	05	=>+4
Lorraine	06	=>+4
Mirabel	07	=>+4
Oka (Paroisse)	08	=>+4
Oka (Municipalité)	09	=>+4
Pointe Calumet	10	=>+4
Rosemère	11	=>+4
Sainte-Anne-des-Plaines	12	=>+4
Sainte-Marthe-sur-le-Lac	13	=>+4
Sainte-Thérèse	14	=>+4
Saint-Eustache	15	=>+4
Saint-Joseph-du-Lac	16	=>+4
Saint-Placide	17	=>+4
Autres villes des Laurentides	18	=>+4

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

Il est possible que votre ville de résidence ne figure pas dans la liste à la prochaine question.
Pour des raisons de traitement statistique, seulement certaines villes, en périphérie de l'Île-de-Montréal, sont identifiées. Dans quelle ville demeurez-vous ?

Beauharnois	01	=>+3
Beloil	02	=>+3
Boucherville	03	=>+3
Brossard	04	=>+3
Candiac	05	=>+3
Carignan	06	=>+3
Chambly	07	=>+3
Châteauguay	08	=>+3
Delson	09	=>+3
Greenfield Park	10	=>+3
Hudson	11	=>+3
La Prairie	12	=>+3
Lemoyne	13	=>+3
Léry	14	=>+3
L'Île Cadieux	15	=>+3
L'Île Perrot	16	=>+3
Longueuil	17	=>+3
Maple Grove	18	=>+3
Mc Masterville	19	=>+3
Melocheville	20	=>+3
Mercier	21	=>+3
Mont-St-Hilaire	22	=>+3
Notre-Dame-de-Bon-Secours	23	=>+3
Notre-Dame-de-l'Île-Perrot	24	=>+3
Otterburn	25	=>+3
Pincourt	26	=>+3
Pointe-des-Cascades	27	=>+3
Richelieu	28	=>+3
Saint-Amable	29	=>+3
Saint-Basile-le-Grand	30	=>+3
Saint-Bruno-de-Montarville	31	=>+3
Saint-Constant	32	=>+3
Sainte-Catherine	33	=>+3
Sainte-Julie	34	=>+3
Saint-Hyacinthe	35	=>+3
Saint-Hubert	36	=>+3
Saint-Isidore	37	=>+3
Saint-Lambert	38	=>+3
Saint-Lazare	39	=>+3
Saint-Mathias-sur-Richelieu	40	=>+3
Saint-Mathieu	41	=>+3
Saint-Mathieu-de-Beloil	42	=>+3
Saint-Philippe	43	=>+3
Terrasse-Vaudreuil	44	=>+3
Varenes	45	=>+3
Vaudreuil-Dorion	46	=>+3
Vaudreuil-sur-le-Lac	47	=>+3
Autres villes de la Montérégie	96	=>+3

0000.		
Dans quelle ville demeurez-vous ?		
Beauport	01	=>+2
Boischatel	02	=>+2
Cap-Rouge	03	=>+2
Charlesbourg	04	=>+2
Château-Richer	05	=>+2
Fossambault-sur-le-Lac	06	=>+2
Lac-Beauport	07	=>+2
Lac-Delage	08	=>+2
Lac-Saint-Charles	09	=>+2
Lac-Saint-Joseph	10	=>+2
L'Ancienne Lorette	11	=>+2
L'Ange Gardien	12	=>+2
Loretteville	13	=>+2
Notre-Dame-des-Anges	14	=>+2
Québec	15	=>+2
Saint-Augustin-de-Desmaures	16	=>+2
Sainte-Brigitte-de-Laval	17	=>+2
Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier	18	=>+2
Sainte-Famille	19	=>+2
Sainte-Foy	20	=>+2
Saint-Émile	21	=>+2
Sainte-Pétronille	22	=>+2
Saint-François	23	=>+2
Saint-Gabriel-de-Valcartier	24	=>+2
Saint-Jean	25	=>+2
Saint-Laurent	26	=>+2
Saint-Pierre	27	=>+2
Shannon	28	=>+2
Sillery	29	=>+2
Stoneham-et-Tewkesbury	30	=>+2
Val-Bélair	31	=>+2
Vanier	32	=>+2
Wendake	33	=>+2

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

COCOE		
Dans quelle ville demeurez-vous ?		
Saint-Nicolas	01	=>+1
Charny	02	=>+1
Lévis	03	=>+1
Pintendre	04	=>+1
Sainte-Hélène-de-Breakeyville	05	=>+1
Beaumont	06	=>+1
Saint-Étienne-de-Lauzon	07	=>+1
Saint-Jean-Chrysostome	08	=>+1
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	09	=>+1
Saint-Lambert-de-Lauzon	10	=>+1
Saint-Rédempteur	11	=>+1
Saint-Romuald	12	=>+1
Autres villes de Chaudière-Appalaches	13	=>+1
CALOM		
MTL RMR	1	
CALCO		
QC RMR	2	

CALCA.	
AUTRES RÉGIONS	3
REGIO.	
MTL RMR	1
QC RMR	2
AUTRES RÉGIONS	3
COMX.	
BAS-SAINT-LAURENT	01
SAGUENAY/LAC-SAINT-JEAN	02
QUEBEC - RMR	03
MAURICIE	04
ESTRIE	05
MONTREAL	06
OUTAOUAIS	07
ABITIBI/TEMISCAMINGUE	08
COTE-NORD	09
GASPESIE	11
CHAUDIERE-APPALACHES - RMR	12
LAVAL	13
LANAUDIERE - RMR	14
LAURENTIDES - RMR	15
MONTEREGIE - RMR	16
LANAUDIERE-AUTRES	24
LAURENTIDE-AUTRES	25
MONTEREGIE-AUTRES	26
CHAUDIÈRES-APPALACHES AUTRES	32
QUEBEC AUTRES	33
CENTRE-DU-QUEBEC	17

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

ARRON.	
Dans quel arrondissement de l'Île de Montréal habitez-vous ?	
Ahuntsic-Cartierville	01
Anjou	02
Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce	03
Lachine	04
LaSalle	05
Le Plateau-Mont-Royal	06
Le Sud-Ouest	07
L'Île-Bizard-Sainte-Genève	08
Mercier-Hochelaga-Maisonneuve	09
Montréal-Nord	10
Outremont	11
Pierrefonds-Roxboro	12
Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles	13
Rosemont-La Petite-Patrie	14
Saint-Laurent	15
Saint-Léonard	16
Verdun	17
Ville-Marie	18
Villeray-Saint-Michel-Parc-Extension	19
J'habite sur l'Île-de-Montréal dans un secteur qui ne fait pas parti d'un arrondissement	20
Je n'habite pas sur l'Île-de-Montréal, veuillez préciser votre ville de résidence:	960
INT50.	
Nous avons déjà complété le nombre maximum d'entrevues avec des personnes correspondant à votre profil. Nous vous remercions de votre collaboration.	
Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.	
N'habite pas dans la région à l'étude	NOID =>REDI
SEXE.	
Vous êtes...	
Un homme	1
Une femme	2

AGE.	
Quel âge avez-vous ?	
Veuillez noter votre âge	
Je préfère ne pas répondre à cette question	99
SCOL.	
À quel niveau se situe la dernière année de scolarité que vous avez terminée ? Est-ce...?	
Niveau primaire (7 années ou moins)	1
Niveau secondaire (entre 8 et à 12 années)	2
Niveau collégial (entre 13 et 15 années)	3
Niveau universitaire	4
Je préfère ne pas répondre	9
PARE1.	
<p>L'Institut national de santé publique du Québec mène actuellement une étude en collaboration avec l'Université de Montréal et Santé Canada. Cette étude a pour but de mesurer l'exposition des adolescents à l'acrylamide de source alimentaire et l'impact de cette exposition sur leur santé. Au cours des dernières années, la présence d'acrylamide, une substance chimique formée naturellement lors de la cuisson des aliments, a été découverte dans certains types d'aliments, le plus souvent d'origine végétale, dont la teneur est riche en glucides et faible en protéines, comme les pommes de terre. Cette substance ne provient pas d'une contamination des aliments mais plutôt de la transformation, lors de la cuisson à température élevée, de l'amidon contenu dans ces aliments. Même si cette substance peut causer certains effets à la santé, aucune étude canadienne n'a, à ce jour, été effectuée pour évaluer l'exposition à l'acrylamide de source alimentaire chez les adolescents. Ces derniers sont un groupe cible, puisqu'ils consomment régulièrement des croustilles de pommes de terre et des frites. Le but de ce projet est d'évaluer, chez les adolescents, si l'exposition à l'acrylamide de source alimentaire contribue à augmenter significativement la dose absorbée d'acrylamide dans l'organisme et ainsi que d'estimer les risques que pourrait engendrer cette exposition sur la santé.</p>	
Poursuivre	010

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

ADOS.		
Combien d'adolescents âgés entre 10 et 17 ans habitent avec vous actuellement ?		
Veuillez noter le nombre		
Aucun		00
INT51.		
Je dois vous aviser que seules les résidences où demeurent des adolescents âgés entre 10 et 17 ans peuvent participer à l'étude. Nous vous remercions de votre collaboration.		
Veuillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.		
Aucun adolescent âgé entre 10 et 17 ans	N11D	=>/RED1
PARE2.		
<p>Nous aimerions inviter votre adolescent (ou un de vos adolescents), âgé entre 10 et 17 ans, à participer à cette étude. Si vous acceptez que votre adolescent participe à l'étude et si celui-ci désire y participer, son admissibilité sera vérifiée en le questionnant sur son état de santé et ses habitudes de vie. Il sera aussi invité à fournir un prélèvement urinaire, de plus, si les adolescents acceptent, leur sang pourrait être prélevé. En analysant les échantillons fournis par les adolescents, il sera possible de connaître leur exposition récente et passée à l'acrylamide. L'acrylamide ainsi que ses produits de biotransformation, appelés aussi métabolites, seraient mesurés. Si vous acceptez que votre adolescent participe à l'étude, une infirmière communiquera avec vous pour prendre un rendez-vous, et ensuite elle se rendra à votre domicile pour lui expliquer l'étude et lui remettre les contenants nécessaires pour la collecte de ses urines. Lors de la visite de l'infirmière, un parent doit être présent puisqu'il doit signer un formulaire de consentement indiquant qu'il consent à ce que son adolescent participe à l'étude. Deux jours après la visite de l'infirmière, un technicien de recherche se rendra à votre domicile pour ramasser le contenant d'urine et vérifier, avec votre adolescent, les réponses au questionnaire. Veuillez noter que les renseignements contenus dans le questionnaire de même que les résultats d'analyses des prélèvements d'échantillons biologiques seront traités de façon confidentielle par les chercheurs de l'équipe. À la fin de l'étude, votre adolescent recevra par courrier les résultats d'analyse des prélèvements urinaires et sanguins, à l'échelle de groupe, et ce qu'ils signifient. Un montant d'argent sera remis à votre adolescent pour le remercier de sa participation. Il sera aussi admissible au tirage d'un Ipod Touch (16 go), le tirage aura lieu le 1er décembre 2009. Êtes-vous intéressé à ce que votre adolescent participe à cette étude ?</p>		
Pour en savoir plus : www.inspq.qc.ca/adolescents		
Oui	1	=>+2
Non	2	

AGEA.		
Quel âge as-tu ?		
9 ans et moins	09	
10 ans	10	=>+2
11 ans	11	=>+2
12 ans	12	=>+2
13 ans	13	=>+2
14 ans	14	=>+2
15 ans	15	=>+2
16 ans	16	=>+2
17 ans	17	=>+2
18 ans ou plus	18	
Je préfère ne pas répondre à cette question	99	
INTS3.		
Je dois t'aviser que seuls les adolescents âgés entre 10 et 17 ans peuvent participer à l'étude. Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.		
Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.		
Non admissible : ne fait pas partie du groupe d'âge à l'étude (10 à 17 ans)	N3ID	=>/REDI
SEXE.A.		
Tu es ...		
Un garçon	1	
Une fille	2	

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

SCOLA.		
À l'école, en quelle année es-tu ? Est-ce en...?		
6 ième année du primaire	01	
1re secondaire	02	
2e secondaire	03	
3e secondaire	04	
4e secondaire	05	
5e secondaire	06	
6e secondaire	07	
CEGEP	08	
Cheminement particulier de formation (groupes spéciaux d'apprentissage)	09	
Autre. Peux-tu préciser ta réponse s'il-te-plaît:	960	
Je préfère ne pas répondre	99	
ECOLE.		
Fréquentes-tu une école publique ou une école privée ?		
École publique	1	
École privée	2	
Je préfère ne pas répondre	9	
INT54.		
Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.		
Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.		
Adolescent non intéressé	N4ID	=>/REDI
Q1.		
Es-tu fumeur / fumeuse ?		
Oui	1	
Non	2	=>+2
Je préfère ne pas répondre	9	

INT55.

Je dois t'aviser que les fumeurs ne peuvent pas faire partie de l'étude. Le tabagisme peut influencer les produits que nous voulons mesurer dans l'urine. Il serait alors difficile d'interpréter tes résultats d'analyse. Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.

Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.

Non admissible : fumeur NSID =>/REDI

Q2.

En général, est-ce que ta santé est...?

Excellente	1
Plutôt bonne	2
Pas très bonne	3

Q3A.

As-tu présentement ou as-tu déjà eu des problèmes au niveau des reins qui ont été confirmés par un médecin ?

Oui	1
Non	2 =>+3

Q3B.

De quel type de problème s'agit-il ?

TU PEUX NOTER 2 RÉPONSES

Insuffisance rénale chronique	01
Néphropathie diabétique	02
Hypertension avec néphropathie (maladie vasculaire rénale)	03
Glomérulonéphrite (syndrome néphritique et néphrotique)	04
Lupus avec atteinte rénale	05
Néphropathie ischémique (rénovasculaire, vasculite...)	06
Syndrome des reins polykystiques	07
Tumeur rénale (cancer)	08
Myélome multiple	09
Greffe rénale	10
Sous dialyse	11
Autre problème. Peux-tu préciser ta réponse s'il-te-plaît:	960

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

INT56.

Je dois t'aviser que les personnes souffrant de maladies aux reins ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les substances que nous voulons mesurer sont éliminées en partie dans l'urine. Des problèmes au niveau des reins auraient pu modifier l'élimination des substances qui auraient été analysées. Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.

Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.

Non admissible : maladie aux reins	N6ID	=>/REDI
------------------------------------	------	---------

Q4A.

As-tu présentement ou as-tu déjà eu des problèmes au niveau du foie qui ont été confirmés par un médecin?

Oui	1	
Non	2	=>+3

Q4B.

De quel type de problème s'agit-il ?

TU PEUX NOTER 2 RÉPONSES

Insuffisance hépatique	01
Ictère ou jaunisse	02
Hépatite (alcoolique, virale : A-B-C-D, médicamenteuse)	03
Cirrhose (alcoolique, virale, vasculaire, médicamenteuse, posthépatite)	04
Stéatose	05
Tumeur hépatique (cancer)	06
Cholangite sclérosante primaire	07
Hémochromatose	08
Maladie de Wilson	09
Déficit en alpha-1 antitrypsine	10
Autre problème. Peux-tu préciser ta réponse s'il-te-plaît:	960

INT57.

Je dois t'aviser que les personnes souffrant de maladies du foie ne peuvent pas faire partie de l'étude. Les substances que nous voulons mesurer sont transformées au niveau du foie avant d'être éliminées. Des problèmes au niveau du foie auraient pu modifier la transformation des substances qui auraient été analysées. Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.

Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.

Non admissible : maladie du foie	N7ID	=>/REDI
----------------------------------	------	---------

Q5.

Es-tu présentement traité pour un cancer ?

Oui	1	
Non	2	=>+2

INT58.

Je dois t'aviser que les personnes atteintes d'un cancer ne peuvent pas participer à l'étude. Cette maladie peut modifier la façon que les aliments que tu manges sont transformés dans ton corps. Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.

Veillez cliquer sur la flèche pour quitter le sondage.

Non admissible : es présentement traité pour un cancer	N8ID	=>/REDI
--	------	---------

Q6A.

En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?

Croustilles de pommes de terre (Chips)

1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9

Q6B.

En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?

Pommes de terre frites

1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

36C.	
En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?	
Bretzels (salés)	
1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9
36D.	
En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?	
Pain grillé (rôti)	
1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9
36E.	
En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?	
Amandes grillées	
1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9
36F.	
En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?	
Biscuits aux brisures de chocolat	
1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9

Q6G.

En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?

Céréales

1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9

Q6H.

En général, durant une semaine combien de fois manges-tu les aliments suivants ?

Mais soufflé (Pop-corn)

1 fois PAR JOUR	1
2 à 3 fois PAR JOUR	2
4 fois et plus PAR JOUR	3
1 à 2 fois PAR SEMAINE	4
3 à 4 fois PAR SEMAINE	5
5 à 6 fois PAR SEMAINE	6
JAMAIS	9

ETHVI.

Quelle est ton origine ?

Canadienne	01
Française	02
Italienne	03
Libanaise	04
Haïtienne	05
Grecque	06
Autre. Peux-tu préciser ta réponse s'il-te-plaît:	960

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

LANG1.		
Quelle langue parles-tu le plus souvent à la maison ?		
Français		1
Anglais		2
Autre. Peux-tu préciser ta réponse s'il-te-plaît:		60
LANG2.		
Quelle langue parles-tu le plus souvent avec tes amis ?		
Français		1
Anglais		2
Autre. Peux-tu préciser ta réponse s'il-te-plaît:		60
INVIX.		
Tu es éligible pour participer à l'étude. Dans les prochains jours, une infirmière te contactera afin de fixer un rendez-vous avec toi et un de tes parents ou tuteurs pour une rencontre d'information chez toi. Lors de cette rencontre, elle te présentera l'étude. Si tu acceptes de participer, l'infirmière te remettra le contenant nécessaire à la collecte de tes urines. De plus, si tu es d'accord, elle te fera une prise de sang. Nous avons donc besoin de ton nom ainsi que ton numéro de téléphone à la maison afin que l'infirmière puisse te contacter.		
Pour en savoir plus : www.inspq.qc.ca/adolescents		
Oui, j'accepte que l'infirmière communique avec moi pour vérifier si je veux participer à l'étude	1	=>+2
Non, je ne suis pas intéressé	2	
ENT91.		
Merci pour le temps que tu as pris pour répondre aux questions.		
Complété	C.IID	=>REDI

NOM.	
Prénom et nom de famille :	
<hr/>	
TELEA.	
Inscrire ton numéro de téléphone, en commençant par l'indicatif régional. <i>Exemple: 514-982-2464</i>	
Téléphone : Le jour avant 17h00	
<hr/>	
TELEB.	
Téléphone : Le soir après 17h00	
<hr/>	
COD1. Veuillez indiquer les 3 premiers caractères de votre code postal.	
<hr/>	
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E
F	F
G	G
H	H
I	I
J	J
K	K
L	L
M	M
N	N
O	O
P	P
Q	Q
R	R
S	S
T	T
U	U
V	V
W	W
X	X
Y	Y
Z	Z
9	9

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

S0D2.	
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

S0D3.	
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E
F	F
G	G
H	H
I	I
J	J
K	K
L	L
M	M
N	N
O	O
P	P
Q	Q
R	R
S	S
T	T
U	U
V	V
W	W
X	X
Y	Y
Z	Z
9	9

INT99.

Nous avons déjà complété le nombre maximum d'entrevues avec des personnes correspondant à votre profil. Nous vous remercions de votre collaboration.

NON ÉLIGIBLE NOID =>REDI

INT99.

Nous vous remercions de votre précieuse collaboration, elle est grandement appréciée. Veuillez utiliser la flèche de droite afin de soumettre vos réponses et quitter.

Complété COID =>/REDIR

INT.

Êtes-vous certain de vouloir quitter? Si vous désirez interrompre votre sondage et le compléter ultérieurement, cliquez sur le bouton "Soumettre". Il vous sera possible de retourner dans votre questionnaire en tout temps en utilisant le lien reçu dans votre courriel d'invitation original. Si vous ne voulez pas quitter et préférez retourner au sondage pour le compléter, veuillez cliquer sur le bouton "Précédent".

{INT99} Entrevue complétée	CON
Incomplet	IN
Quitté par X ou Inactivité	WON
Connexions multiples	WIN
{INT51} Non-éligible - RÉGION	N1N
{INT52} Non-éligible - AGE	N2N
{INT53} Non-éligible - PAS INTÉRESSÉ	N3N
{INT54} Non-éligible - Travaille dans un des secteurs d'exclusion	N4N
{INT55} Non-éligible - S1	N5N
{INT91} Complété	C1N
{INT56} Non-éligible - Travaille dans un des secteurs d'exclusion	N6N
{INT50} Non-éligible - RÉGION	N0N
{INTRO} Poursuivre	O1N
{INTRO}	O2N
{INT57} Non admissible : maladie du foie	N7N
{INT58} Non admissible : es présentement traité pour un cancer	N8N

REDIR. URL=Https://signup.Legerweb.com/ES.asp?mid=8&CodeSurvey=8J=FR&dCamp=8&flag=C

REDI. URL=Https://signup.Legerweb.com/ES.asp?mid=8&CodeSurvey=8J=FR&dCamp=8&flag=S

REDIQ. URL=Https://signup.Legerweb.com/ES.asp?mid=8&CodeSurvey=8J=FR&dCamp=8&flag=Q

EMAIL.

Q-It, Version 2.0

ANNEXE 3

**FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT
AUX TITULAIRES DE L'AUTORITÉ PARENTALE**



Santé
Canada Health
Canada



**Nous vous invitons à bien lire ce formulaire et à poser
des questions avant d'y apposer votre signature**

**FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT
AUX TITULAIRES DE L'AUTORITÉ PARENTALE**

Titre du projet

**IMPORTANCE DE L'EXPOSITION À L'ACRYLAMIDE PAR L'ALIMENTATION CHEZ DES ADOLESCENTS
MONTRÉALAIS**

Chercheurs principaux

Dre Louise Normandin, Ph. D., Institut national de santé publique du Québec
Dre Michèle Bouchard, Ph. D., Université de Montréal
Dr Denis Belleville, M.D., M. Sc. Institut national de santé publique du Québec

Cochercheurs

Dr Timothy R. Fennell, Ph.D., RTI International
Dr Pierre Ayotte, Ph.D., Institut national de santé publique du Québec
Dr Adam Becalski, Ph.D., Santé Canada
Mme Carole Blanchet, M.Sc., Institut national de santé publique du Québec
Mme Denise Phaneuf, M.Sc., Institut national de santé publique du Québec

Organisme subventionnaire

Ce projet est rendu possible grâce au financement de Santé Canada.

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

1

Description du projet

L'acrylamide est une substance chimique qui est formée naturellement lors de la cuisson (friture, cuisson au four ou sur le gril, ou rôtissage) de certains aliments comme les pommes de terre. L'acrylamide se trouve donc dans les croustilles de pommes de terre (chips) et les frites que consomment votre adolescent. En consommant ce type d'aliment, l'acrylamide est absorbé dans l'organisme et pourrait éventuellement causer certains effets sur la santé. Nous voulons donc mieux comprendre comment le corps réagit à cette substance qui provient de certains aliments que consomment les adolescents. Nous invitons votre adolescent à participer à cette étude, car il n'existe actuellement aucune étude canadienne sur l'exposition de la population à l'acrylamide qui provient de l'alimentation.

Le but de cette étude est 1) de comparer l'exposition à l'acrylamide chez des adolescents qui consomment régulièrement de grandes quantités d'aliments riches en acrylamide par rapport à d'autres adolescents qui en consomment de moins grandes quantités et 2) d'évaluer, de façon préliminaire, les liens potentiels entre les concentrations des biomarqueurs d'exposition et le dommage à l'ADN des globules blancs du sang.

Admissibilité

Des adolescents âgés de 10 ans à 17 ans des deux sexes et en bonne santé sont recherchés.

Critères d'exclusion

Les adolescents qui fument ainsi que les adolescents qui ont des problèmes au niveau des reins ou du foie ou ceux qui sont traités pour un cancer sont exclus de l'étude, car ces maladies pourraient modifier les résultats d'analyse.

Déroulement

Dans le cadre de ce projet, les participants devront fournir des recueils de leurs urines sur une période de 12 heures consécutives. Un prélèvement de sang sera également effectué chez les personnes qui acceptent. Un questionnaire portant sur l'alimentation et les habitudes de vie devra être rempli, par le participant, le jour du prélèvement urinaire et le jour précédent. Le jour du prélèvement urinaire, un technicien de recherche révisera le questionnaire avec le participant.

Prélèvements d'échantillons d'urine

Si vous acceptez que votre adolescent participe à l'étude, il sera invité à prélever, dans une bouteille Nalgène®, qui lui sera fournie, toutes ses urines durant 12 heures consécutives, soit entre 18 heures et le lendemain matin inclusivement. Nous lui demanderons de noter l'heure du début et de la fin de ses collectes urinaires dans le questionnaire et sur l'étiquette apposée sur la bouteille et de conserver son urine au réfrigérateur. La journée de la collecte urinaire, un

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

technicien de recherche viendra à votre résidence pour, entre autres, recueillir le contenant d'urine de votre adolescent. Cet échantillon servira à vérifier les quantités d'acrylamide et de ses produits de décomposition (métabolites) ainsi que son exposition à la fumée de tabac (cotinine).

Prélèvement sanguin

De plus, si vous acceptez, une infirmière prélèvera une petite quantité (environ une cuillerée à soupe) de sang sur l'avant-bras de votre adolescent. Ce prélèvement sanguin permettra de vérifier l'accumulation d'acrylamide et de ses métabolites au cours des quatre derniers mois (produits de liaison à l'hémoglobine) et d'évaluer le dommage à l'ADN dans ses globules blancs du sang et leur réparation.

Questionnaire portant sur l'alimentation et les habitudes de vie

Si vous acceptez que votre adolescent participe à l'étude, il sera aussi invité à remplir un journal de bord afin de documenter certains aliments qu'il a mangé ou bu durant les deux jours précédant ses collectes urinaires. De plus, ce questionnaire documentera certaines de ses habitudes de vie (exposition à la fumée de tabac, consommation d'alcool et utilisation de produits de soins personnels) et sa consommation de certains aliments durant les jours ou le mois précédant ses collectes urinaires.

Avantages et bénéfices

Le bénéfice que procurera la participation de votre adolescent à cette étude sera de connaître, s'il le désire, les résultats d'analyse des prélèvements urinaires et sanguins, à l'échelle de groupe, et ce qu'ils signifient. De plus, il aura participé à l'avancement des connaissances de l'acrylamide provenant de l'alimentation.

Risques et inconvénients

Ce projet comporte peu de risques pour votre adolescent. Les seuls inconvénients que présente cette étude seront le temps qu'il devra prendre pour répondre au questionnaire (environ 15 minutes) et pour récolter ses urines (environ 12 heures). S'il accepte, une infirmière prélèvera un échantillon de son sang. Les prélèvements sanguins comportent certains risques mineurs tels que des ecchymoses (bleus), de l'enflure, une sensation de piqure et parfois des étourdissements. De plus, il existe un risque minimal d'infection. Ces risques devraient toutefois être de courte durée. Finalement, un technicien de recherche viendra à votre domicile, le jour de sa collecte urinaire, afin de réviser avec lui son questionnaire et de récupérer le contenant d'urine (environ 15 minutes).

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

Clause de responsabilité

Si, par suite de sa participation à cette étude, il survenait un incident attribuable aux interventions médicales requises, il n'y a pas d'autre type de compensation prévu que ce qui est normalement couvert par la Régie de l'assurance-maladie du Québec. Cependant, en signant le présent formulaire, votre adolescent ne renonce à aucun des droits garantis par la loi.

Confidentialité et éthique

Les renseignements contenus dans le questionnaire ainsi que les résultats de ses prélèvements urinaires et sanguins seront traités de façon confidentielle. Le nom de votre adolescent sera remplacé par un code numérique sur tous les documents et sur tous les prélèvements biologiques. Les échantillons d'urine et de sang seront transmis au laboratoire avec un code numérique, sans son nom. Ainsi, on ne pourra pas l'identifier dans les rapports et les publications relatifs à cette étude. Son nom apparaîtra seulement sur la liste des participants, qui permettra de relier les questionnaires et les résultats d'analyse d'échantillons d'urine et de sang au nom de chaque participant. Cette liste sera conservée sous clé par la chercheuse principale, et seuls les chercheurs principaux et les personnes associées au projet auront accès à son nom afin de lui transmettre les résultats de façon confidentielle, s'il le souhaite.

Un rapport non nominatif, dans lequel son nom n'apparaîtra pas, de l'ensemble des analyses et des recommandations sera remis à Santé Canada qui finance cette étude. De plus, les résultats de cette étude pourront servir lors de la publication de documents scientifiques liés à ce projet sans que son identité soit révélée. Les données seront conservées à l'Institut national de santé publique du Québec par la chercheuse principale et elles seront détruites sept ans après la fin de l'étude.

Aux fins de contrôle de ce projet, le dossier de votre adolescent pourra être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique ainsi que par des représentants de Santé Canada. Tous adhèrent à une politique de stricte confidentialité.

Les résultats d'analyses des prélèvements urinaires et sanguins à l'échelle de groupe et non de façon individuelle seront transmis par lettre adressée personnellement à votre adolescent.

Conformément aux normes d'archivage, les questionnaires et les résultats d'analyses des prélèvements urinaires et sanguins seront conservés pour une durée de sept (7) ans après la fin de l'étude et par la suite seront détruits. L'année prévue pour la destruction est 2016.

Éventualité d'une suspension de l'étude

La participation de votre adolescent à cette étude peut être interrompue par un des chercheurs s'il juge qu'il ne répond plus aux critères d'inclusion ou que c'est dans son intérêt.

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

Liberté de participation et liberté de retrait de l'étude

La participation de votre adolescent à cette étude est tout à fait volontaire. Il est donc libre d'accepter ou de refuser d'y participer et il peut se retirer de l'étude en tout temps sans avoir à donner de raison. En cas de retrait de l'étude, ses échantillons d'urine et de sang ainsi que le questionnaire seront détruits immédiatement. Il a aussi le choix de ne pas répondre à une ou plusieurs questions du questionnaire portant sur son alimentation et ses habitudes de vie.

Indemnité compensatoire ou dépenses

Les individus qui participeront aux prélèvements d'urine et de sang recevront une indemnité compensatoire d'une valeur de 30 \$. Ceux qui fourniront des prélèvements d'urine sans fournir un prélèvement sanguin recevront une indemnité compensatoire d'une valeur de 10 \$.

Personnes-ressources

Si vous avez des questions concernant cette étude, vous pouvez contacter la chercheuse principale, la docteure Louise Normandin par téléphone : **514 864-1600, poste 3242** ou par courriel : louise.normandin@inspq.qc.ca.

Toute plainte reliée à la participation de votre adolescent à cette étude peut être transmise à l'ombudsman de l'Université de Montréal par téléphone : **514 343-2100** ou par courriel : ombudsman@umontreal.ca.

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

Adhésion au projet et signatures

J'ai lu et compris le contenu du présent formulaire. Je certifie qu'on me l'a expliqué verbalement. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant cette étude et on y a répondu à ma satisfaction. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour réfléchir et prendre ma décision. Je sais que mon adolescent pourra se retirer de l'étude en tout temps.

- Je soussigné(e) autorise que mon adolescent participe à cette étude en fournissant un échantillon d'urine pour l'analyse de l'acrylamide, de ses métabolites et de la cotinine urinaire.

Nom de l'autorité parentale

Signature de l'autorité parentale

Date

- Je soussigné(e) autorise que mon adolescent participe à cette étude en fournissant un échantillon sanguin pour l'analyse des produits de liaison à l'hémoglobine et pour l'analyse des dommages à l'ADN des globules blancs du sang et leur réparation.

Nom de l'autorité parentale

Signature de l'autorité parentale

Date

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

04

Je certifie a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire de consentement; b) lui avoir clairement indiqué que son adolescent peut à tout moment mettre un terme à sa participation au présent projet et que je lui remettraï une copie signée du présent formulaire.

Nom du chercheur

Signature du chercheur

Date

Informations de type administratif :

- ✓ L'original du formulaire sera conservé à l'Institut national de santé publique du Québec et une copie signée sera remise au participant.
- ✓ Le projet de recherche et le présent formulaire de consentement ont été approuvés par le CERFM (date) :
 - N° de référence : CERFM
 - Date de la version du présent formulaire

Date de révision: 15-09-2009

Initiales de l'autorité parentale : _____

7

ANNEXE 4

FORMULAIRE D'ASSENTIMENT POUR LES ADOLESCENTS



FORMULAIRE D'ASSENTIMENT POUR LES ADOLESCENTS

Titre du projet

**IMPORTANCE DE L'EXPOSITION À L'ACRYLAMIDE PAR L'ALIMENTATION CHEZ DES ADOLESCENTS
MONTRÉLAIS**

Chercheurs

Dre Louise Normandin, Institut national de santé publique du Québec
Dre Michèle Bouchard, Université de Montréal
Dr Denis Belleville, Institut national de santé publique du Québec
Dr Timothy R. Fennell, RTI International
Dr Pierre Ayotte, Institut national de santé publique du Québec
Dr Adam Becalski, Santé Canada
Mme Carole Blanchet, Institut national de santé publique du Québec
Mme Denise Phaneuf, Institut national de santé publique du Québec

Raisons pour effectuer cette étude

L'acrylamide est une substance qui est formée lors de la cuisson de certains aliments que les adolescents mangent régulièrement comme par exemple les croustilles de pommes de terre (chips) et les frites. Cette substance peut nuire à la santé. Actuellement, il n'existe aucune donnée nord-américaine sur l'exposition des adolescents à l'acrylamide qui provient de leur alimentation. Nous voulons, avec ton aide, mieux comprendre comment le corps humain réagit face à cette substance.

Déroulement de l'étude

Si tu acceptes de participer à l'étude, nous t'inviterons à prélever, dans la bouteille qui te sera fournie, toutes tes urines durant 12 heures consécutives, soit entre 18 heures et le lendemain matin inclusivement. Nous te demanderons de noter l'heure du début et de la fin de tes prélèvements

Date de révision: 15-09-2009

I

urinaires dans le questionnaire et sur l'étiquette apposée sur la bouteille, et de conserver ton urine au réfrigérateur. Ton échantillon d'urine permettra aux chercheurs de vérifier ton exposition récente à l'acrylamide et à ses produits de décomposition ainsi que ton exposition à la fumée de tabac secondaire.

Si tu acceptes, une infirmière prélèvera une petite quantité de ton sang (environ une cuillère à soupe). Au moment de la prise de sang, il est possible que tu deviennes étourdi et que tu aies une sensation de piqûre. Tu peux également avoir un risque de contusion (bleus) ou d'enflure et rarement une infection minime. Ton échantillon de sang permettra de vérifier l'accumulation d'acrylamide et de son produit de décomposition au cours des 4 derniers mois et d'évaluer s'il pourrait y avoir eu un dommage à l'ADN dans les globules blancs de ton sang.

Tu seras aussi invité à remplir un questionnaire qui documentera certains aliments que tu as mangés durant les deux jours précédant tes collectes urinaires, ton exposition à la fumée de tabac, ta consommation d'alcool et ton utilisation de produits de soins personnels. Tu as le choix de ne pas répondre à une ou à plusieurs questions du questionnaire. Le temps total requis pour répondre au questionnaire est d'environ 15 minutes. Le jour du prélèvement urinaire, un technicien de recherche révisera avec toi le questionnaire durant environ 15 minutes. À ce moment, tu lui remettras ton contenant d'urine.

Liberté de participation et liberté de retrait de l'étude

La décision de participer à cette étude te revient entièrement. Tu es donc libre d'accepter ou de refuser d'y participer. Même si tu as choisis de participer à l'étude, tu peux décider de te retirer à n'importe quel moment sans avoir à donner de raison.

Confidentialité et éthique

Les renseignements contenus dans le questionnaire ainsi que les résultats de tes prélèvements urinaires et sanguins seront traités de façon confidentielle. Les résultats d'analyses des prélèvements d'urines et de sang à l'échelle de groupe et non de façon individuelle te seront transmis par la poste et tu pourras choisir de partager ces informations avec tes parents.

Les questionnaires et les résultats d'analyses des prélèvements d'urine et de sang seront conservés pour une durée de sept (7) ans après la fin de l'étude pour par la suite être détruits. L'année prévue pour la destruction est 2016.

Adhésion à l'étude et signatures

En signant ce formulaire, cela veut dire que tu l'as lu, que l'on t'a expliqué l'étude, que tu as eu la chance de poser des questions et que l'on a répondu à toutes tes questions de façon satisfaisante, que tu comprends que tu as le choix de ne pas participer à cette étude et de mettre fin à ta participation à n'importe quel moment, que tu as le choix de ne pas répondre à une ou à plusieurs questions du questionnaire, que tu comprends que tu cours un très faible risque lorsque tu donnes du sang et que tu as été informé que les renseignements te concernant resteront confidentiels.

Date de révision: 15-09-2009

2

Je soussigné(e) accepte de participer à cette étude en fournissant un échantillon d'urine.

Nom du participant

Signature du participant

Date

Je soussigné(e) accepte de participer à cette étude en fournissant un échantillon sanguin.

Nom du participant

Signature du participant

Date

Nom de la personne qui a obtenu le consentement

Nom de la personne qui a
obtenu le consentement

Signature de la personne qui a
obtenu le consentement

Date

Date de révision: 15-09-2009

3

ANNEXE 5

**QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ : JOURNAL ALIMENTAIRE,
ALIMENTATION HABITUELLE ET HABITUDES DE VIE**

QUESTIONNAIRE AUTOADMINISTRÉ : JOURNAL ALIMENTAIRE, ALIMENTATION HABITUELLE ET HABITUDES DE VIE

Numéro du participant : _____

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation chez des adolescents montréalais

CHERCHEURS PRINCIPAUX

Louise Normandin
Michèle Bouchard
Denis Belleville

COCHERCHEURS

Timothy R. Fennell
Pierre Ayotte
Adame Becalski
Carole Blanchet
Denise Phaneuf

Tu as des questions?
Téléphone au
514 864-1600, poste 3242



Santé
Canada

Health
Canada

Université
de Montréal

Institut national
de santé publique
Québec





Instructions

Dans les pages qui suivent, tu devras répondre à des questions sur ton alimentation et sur tes habitudes de vie.

- Il est important que tu répondes à toutes les questions le plus honnêtement possible.
- Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.



Comment ça fonctionne?

Numéro du participant : _____

JOUR 1 Date : _____	JOUR 2 Date : _____	JOUR 3 Date : _____
 <p>Dès le réveil, note les aliments que tu manges et bois qui sont spécifiés sur la feuille verte du journal alimentaire. Indique la quantité des aliments que tu consommes véritablement. Si tu n'as pas mangé ce type d'aliments, écris « 0 » (zéro).</p> <p>Durant la journée, continue de noter ce que tu manges et bois.</p> <p>Fais la même chose le soir aussi.</p>	 <p>Dès le réveil, note les aliments que tu manges et bois qui sont spécifiés sur la feuille jaune du journal alimentaire. Indique la quantité des aliments que tu consommes véritablement. Si tu n'as pas mangé ce type d'aliments, écris « 0 » (zéro).</p> <p>Vers 18 h, va uriner dans la toilette ton urine. Note l'heure ici : _____ Note aussi l'heure sur le contenant.</p> <p>Après 18 h, urine dans le contenant chaque fois que tu vas à la toilette. À quelle heure as-tu uriné dans le contenant pour la première fois? </p> <p>Note l'heure ici : _____ Note aussi l'heure sur le contenant. Mets le contenant au réfrigérateur dans le sac de plastique.</p>	 <p>À ton réveil, même si tu es encore endormi, n'oublie pas d'uriner une dernière fois dans le contenant. Mets-le au réfrigérateur. </p> <p>Note l'heure ici : _____ Note aussi l'heure sur le contenant.</p> <p>Tu dois rencontrer un technicien qui révisera avec toi le journal et le questionnaire. Heure de la rencontre : _____ </p>

Journal alimentaire



Le journal alimentaire
accompagne tes prélèvements
d'urine. Il nous permet de
connaître ton alimentation **durant
les deux jours** qui précèdent le
prélèvement de tes urines.

Numéro du participant : _____

Exemple de journal alimentaire

Écris la quantité d'aliments et de boissons que tu consommes réellement.

	ALIMENTS ET BOISSONS Qu'as-tu mangé ou bu?	HEURE	QUANTITÉ Quelle quantité as-tu mangée ou bue?	NOM ET MARQUE Quel était le nom de l'aliment ou de la boisson et la marque de commerce?	ENDROIT Où te trouvais-tu?	MODÈLE DE PORTION Espace réservé au technicien
	CÉRÉALES	6 h	1 bol	Raisin Bran de Kellogg's	À la maison	
	PAIN RÔTI	6 h	1 tranche	Pain moelleux de Pom	À la maison	
	FRITES CUITES DANS L'HUILE	12 h	Format moyen		McDonald's	
	FRITES CUITES AU FOUR	15 h	½ tasse	Coupe régulière de McCain	À la maison	
	CROUSTILLES DE POMME DE TERRE (CHIPS)	14 h	1 sac (32 grammes)	Lay's cuites au four	À l'école	
		22 h	1 sac (55 grammes)	Ruffles	À la maison	
	AUTRES CROUSTILLES (TORTILLAS AU MAÏS, BÂTONNETS AU FROMAGE)	14 h 15		Buggles	À la maison	
	BRETZELS	16 h	1 plat (6 pouces x 4 pouces x 3 pouces)	Rold Gold	À la maison	
	CRAQUELINS	18 h	6 craquelins	Ritz de Christie	À la maison	

Si tu as mangé plus d'une fois le même aliment, écris-le.

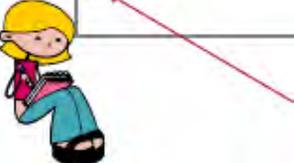
Si la quantité exacte de ce que tu manges est inscrite sur l'emballage, écris-la.

5

Numéro du participant : _____

Exemple de journal alimentaire

	ALIMENTS ET BOISSONS Qu'as-tu mangé ou bu?	HEURE	QUANTITÉ Quelle quantité as-tu mangée ou bue?	NOM ET MARQUE Quel était le nom de l'aliment ou de la boisson et la marque de commerce?	ENDROIT Où te trouvais-tu?	MODÈLE DE PORTION Espace réservé au technicien
	OLIVES NOIRES	18 h	4 olives	Balgavour	À la maison	
	BISCUITS (SUCRÉS)	18 h	3 biscuits	Whigget de Dare	À la maison	
	BISCUITS AUX BRISURES DE CHOCOLAT	10 h	3 biscuits	Morceaux de chocolat de M. Christie	À l'école	
	MAÏS SOUFFLÉ (POP-CORN)	19 h	170 oz (grand format)		Au cinéma	
	AMANDES GRILLÉES	22 h	6 amandes	Planters	À la maison	
	CAFÉ	6 h	1 tasse	Nabob	À la maison	
	JUS DE PRUNE		0			

 Si tu n'as pas mangé ce type d'aliments, écris « 0 » (zéro).

6



Journal alimentaire - Jour 1 Date : _____

Numéro du participant : _____

	ALIMENTS ET BOISSONS Qu'as-tu mangé ou bu?	HEURE	QUANTITÉ Quelle quantité as-tu mangée ou bue?	NOM ET MARQUE Quel était le nom de l'aliment ou de la boisson et la marque de commerce?	ENDROIT Où te trouvais-tu?	MODÈLE DE PORTION Espace réservé au technicien
	CÉRÉALES					
	PAIN RÔTI					
	FRITES CUITES DANS L'HUILE					
	FRITES CUITES AU FOUR					
	CROUSTILLES DE POMME DE TERRE (CHIPS)					
	AUTRES CROUSTILLES (TORTILLAS AU MAÏS, BÂTONNETS AU FROMAGE)					
	BRETZELS					
	CRAQUELINS					



Vas à la page
suivante.



Journal alimentaire - Jour 1 Date : _____

Numéro du participant : _____

	ALIMENTS ET BOISSONS Qu'as-tu mangé ou bu?	HEURE	QUANTITÉ Quelle quantité as-tu mangée ou bue?	NOM ET MARQUE Quel était le nom de l'aliment ou de la boisson et la marque de commerce?	ENDROIT Où te trouvais-tu?	MODÈLE DE PORTION Espace réservé au technicien
	OLIVES NOIRES					
	BISCUITS AUX BRISURES DE CHOCOLAT					
	BISCUITS (SUCRÉS)					
	MAÏS SOUFFLÉ (POP-CORN)					
	AMANDES GRILLÉES					
	CAFÉ					
	JUS DE PRUNE					



Demain, remplis le jour 2 du journal alimentaire et prélève tes urines.

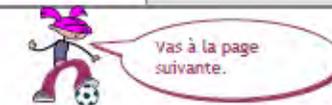
8



Journal alimentaire - Jour 2 Date : _____

Numéro du participant : _____

	ALIMENTS ET BOISSONS Qu'as-tu mangé ou bu?	HEURE	QUANTITÉ Quelle quantité as-tu mangée ou bue?	NOM ET MARQUE Quel était le nom de l'aliment ou de la boisson et la marque de commerce?	ENDROIT Où te trouvais-tu?	MODÈLE DE PORTION Espace réservé au technicien
	CÉRÉALES					
	PAIN RÔTI					
	FRITES CUITES DANS L'HUILE					
	FRITES CUITES AU FOUR					
	CROUSTILLES DE POMME DE TERRE (CHIPS)					
	AUTRES CROUSTILLES (TORTILLAS AU MAÏS, BÂTONNETS AU FROMAGE)					
	BRETZELS					
	CRAQUELINS					



Numéro du participant : _____

 **Journal alimentaire - Jour 2** Date : _____

	ALIMENTS ET BOISSONS Qu'as-tu mangé ou bu?	HEURE	QUANTITÉ Quelle quantité as-tu mangée ou bue?	NOM ET MARQUE Quel était le nom de l'aliment ou de la boisson et la marque de commerce?	ENDROIT Où te trouvais-tu?	MODÈLE DE PORTION Espace réservé au technicien
	OLIVES NOIRES					
	BISCUITS AUX BRISURES DE CHOCOLAT					
	BISCUITS (SUCRÉS)					
	MAÏS SOUFFLÉ (POP-CORN)					
	AMANDES GRILLÉES					
	CAFÉ					
	JUS DE PRUNE					

S'il-te-plaît, remplis maintenant le questionnaire des habitudes de vie. Mais avant, réponds à quelques questions sur ton alimentation habituelle.



Alimentation habituelle

Indique si tu as consommé, **au cours du dernier mois**, les aliments ou les boissons mentionnés à la page suivante.





Numéro du participant : _____

1. Combien de fois as-tu mangé les aliments suivants au cours du dernier mois? Pour chaque aliment, fais un crochet dans une seule colonne.

	Jamais	1 fois/ mois	2-3 fois/ mois	1-2 fois/ semaine	3-4 fois/ semaine	5-6 fois/ semaine	1 fois/ jour	2 fois ou plus/jour
 Croustilles de pommes de terre (chips)	<input type="radio"/>							
 Autres croustilles (tortillas au maïs, bâtonnets au fromage)	<input type="radio"/>							
 Frites cuites dans l'huile	<input type="radio"/>							
 Frites cuites au four	<input type="radio"/>							
 Bretzels	<input type="radio"/>							
 Craquelins	<input type="radio"/>							
 Pain rôti	<input type="radio"/>							
 Amandes grillées	<input type="radio"/>							
 Olives noires	<input type="radio"/>							
 Céréales	<input type="radio"/>							
 Biscuits aux brisures de chocolat	<input type="radio"/>							
 Biscuits (sucrés)	<input type="radio"/>							
 Maïs soufflé (pop-corn)	<input type="radio"/>							

13

Numéro du participant : _____

2. Est-ce que ta consommation d'aliments, indiquée dans le tableau précédent, est représentative de ta consommation habituelle?

- Oui
- Non

3. Combien de fois as-tu bu les boissons suivantes au cours du **dernier mois**? Pour chaque boisson, fais un crochet dans une seule colonne.

	Jamais	1 fois/ mois	2-3 fois/ mois	1-2 fois/ semaine	3-4 fois/ semaine	5-6 fois/ semaine	1 fois/ jour	2 fois ou plus/jour
Jus de prune	<input type="radio"/>							
Café	<input type="radio"/>							

4. Est-ce que ta consommation de boissons, indiquée dans le tableau précédent, est représentative de ta consommation habituelle?

- Oui
- Non

Habitudes de vie



Ce questionnaire complète
le journal alimentaire.



Numéro du participant : _____

Poids corporel

1. Combien pèses-tu? _____ Livres _____ kilogrammes

Fumée de tabac

2. Au cours des deux derniers jours, es-tu allé dans des endroits où il y avait de la fumée de tabac pendant au moins deux heures?

- Oui
- Non

Si oui, précise :

- a. À la maison? Oui Non
- b. Chez des amis(es)? Oui Non
- c. Dans tout autre endroit? Lequel? _____ Oui Non

3. Est-ce que la quantité de fumée de tabac que tu as respirée au cours des deux derniers jours est similaire à celle que tu respires habituellement?

- Oui
- Non

Produits de soins personnels

4. Au cours des deux derniers jours, as-tu utilisé de la crème pour le visage?

- Oui Quelle marque? _____
- Non

5. Au cours du dernier mois, as-tu utilisé de la crème pour le visage?

- Oui Quelle marque? _____
- Non

Numéro du participant : _____

Consommation d'alcool

6. Au cours des deux derniers jours, as-tu bu des boissons alcoolisées?

Boissons alcoolisées	Oui	Non	Nombre de consommations	Taille des portions
Bière	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	[]	1 bière
Vin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	[]	1 verre
Spiritueux (fort)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	[]	1 « shooter »
Vin panaché (cooler)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	[]	1 bouteille

7. Au cours du dernier mois, combien de fois as-tu bu des boissons alcoolisées? Pour chaque boisson alcoolisée, fais un crochet dans une seule colonne.

	Jamais	1 fois	2-3 fois	1-2 fois/ semaine	3-4 fois/ semaine	5-6 fois/ semaine	1 fois/jour	2 fois ou plus/jour
Bière	<input type="radio"/>							
Vin	<input type="radio"/>							
Spiritueux (fort)	<input type="radio"/>							
Vin panaché (cooler)	<input type="radio"/>							

ANNEXE 6

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DE L'URINE



Santé
Canada

Health
Canada



Université
de Montréal

Institut national
de santé publique
Québec

INSTRUCTIONS POUR LE PRÉLÈVEMENT DE TES URINES

Avant de prélever tes urines, **n'oublie pas de te laver les mains** pour éviter une contamination.



1. **Vers 18 heures, au jour 2**, va uriner dans la toilette;
2. Sur la **feuille bleue** du questionnaire, **au jour 2, note l'heure précise à laquelle** tu as uriné dans la toilette. **Note aussi l'heure sur le contenant**;
3. **Après 18 heures jusqu'au lendemain matin**, à chaque fois que tu vas à la toilette, **urine toujours et complètement dans le contenant**;
4. Sur la **feuille bleue** du questionnaire, **au jour 2, note l'heure à laquelle tu as uriné dans le contenant pour la première fois** (soit à la question : « À quelle heure as-tu uriné dans le contenant pour la première fois? »). **Note aussi l'heure sur le contenant**;
5. Entre chaque collecte d'urine, il est très important de refermer le contenant d'urine, de l'essuyer et de le mettre dans un sac de plastique au **réfrigérateur**;
6. Le **lendemain matin à ton réveil, urine complètement et pour la dernière fois dans le contenant**;
7. Sur la **feuille bleue** du questionnaire, **au jour 3, note l'heure précise à laquelle tu as uriné pour la dernière fois dans le contenant. Note aussi l'heure sur le contenant**;



8. Referme le contenant d'urine et place-le dans le **réfrigérateur** jusqu'à ce que le technicien de recherche le récupère.

Merci de ta collaboration!

Pour plus d'information, n'hésite pas à nous contacter au (514) 864-1600, poste 3242

ANNEXE 7

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES ALIMENTS LES PLUS CONSOMMÉS PAR LES ADOLESCENTS

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DES ALIMENTS LES PLUS CONSOMMÉS PAR LES ADOLESCENTS

Croustilles de pommes de terre (n = 12)

Trois marques les plus fréquemment consommées (x 3)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Pommes de terre frites cuites dans l'huile (n = 18)

En provenance d'un établissement alimentaire (n = 12)

Deux établissements alimentaires où les frites ont été consommées (x 2)
Pour chaque établissement alimentaire, trois lots différents (c.-à-d., temps) (x 3)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Préparées à la maison (n = 6)

Deux lots différents (x 2)
Trois temps différents (x 3)

Pommes de terre frites cuites au four (n = 8)

Deux marques les plus fréquemment consommées (x 2)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Grignotines, bretzels (n = 4)

Une marque choisie aléatoirement (x 1)
Deux lots différents (x 2)
Deux échantillons différents (x 2)

Grignotines, croustilles de maïs (n = 8)

Deux marques les plus fréquemment consommées (x 2)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Grignotines, maïs soufflé (n = 4)

La marque la plus fréquemment consommée (x 1)
Deux lots différents (x 2)
Deux échantillons différents (x 2)

Grignotines, amandes grillées (n = 4)

Une marque choisie aléatoirement (x 1)
Deux lots différents (x 2)
Deux échantillons différents (x 2)

Craquelins (n = 12)

Trois marques les plus fréquemment consommées (x 3)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Olives (n = 4)

Une marque choisie aléatoirement (x 1)
Deux lots différents (x 2)
Deux échantillons différents (x 2)

Biscuits sucrés (n = 16)

Quatre marques les plus fréquemment consommées (x 4)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Biscuits sucrés, brisures de chocolat (n = 8)

Deux marques les plus fréquemment consommées (x 2)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Céréales pour le petit déjeuner (n = 16)

Quatre marques les plus fréquemment consommées (x 4)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Pain grillé (n = 28)

Sept marques les plus fréquemment consommées (x 7)
Pour chaque marque, deux lots différents (x 2)
Pour chaque lot, deux échantillons différents (x 2)

Café (n = 4)

La marque la plus consommée (x 1)
Deux lots différents (x 2)
Deux échantillons différents (x 2)

ANNEXE 8

DESCRIPTIONS ET CONCENTRATIONS EN ACRYLAMIDE DES ALIMENTS ÉCHANTILLONNÉS

DESCRIPTIONS ET CONCENTRATIONS EN ACRYLAMIDE DES ALIMENTS ÉCHANTILLONNÉS

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-1	Croustilles de pommes de terre	Lay's - Classique	Sac 1	178	60410 07025 3	AU 10	Frito Lay	603115607	2010-07- 18		Qc
A-2	Croustilles de pommes de terre	Lay's - Classique	Sac 2	211	60410 07025 3	AU 10	Frito Lay	603115607	2010-07- 18		Qc
A-3	Croustilles de pommes de terre	Lay's - Classique	Sac 3	168	60410 07025 3	AU 31	Frito Lay	3031 181 06	2010-07- 18		Qc
A-4	Croustilles de pommes de terre	Lay's - Classique	Sac 4	188	60410 07025 3	AU 31	Frito Lay	3031 181 06	2010-07- 18		Qc
A-5	Croustilles de pommes de terre	Old Dutch - Original	Sac 1	791	66343 10605 2	2010 AUG 24	Old Dutch Foods	08:54 M14 R	2010-07- 18		Qc
A-6	Croustilles de pommes de terre	Old Dutch - Original	Sac 2	820	66343 10605 2	2010 AUG 24	Old Dutch Foods	08:54 M14 R	2010-07- 18		Qc
A-7	Croustilles de pommes de terre	Old Dutch - Original	Sac 3	495	66343 10605 2	2010 SE 01	Old Dutch Foods	511M	2010-07- 18		Qc
A-8	Croustilles de pommes de terre	Old Dutch - Original	Sac 4	472	66343 10605 2	2010 SE 01	Old Dutch Foods	511M	2010-07- 18		Qc
A-9	Croustilles de pommes de terre	Croustille nature - Sans nom	Sac 1	880	60383 99254 5	2010 OC 27	Loblaws	20	2010-08- 08		On
A-10	Croustilles de pommes de terre	Croustille nature - Sans nom	Sac 2	737	60383 99254 5	2010 OC 27	Loblaws	20	2010-08- 08		On
A-11	Croustilles de pommes de terre	Croustille nature - Sans nom	Sac 3	649	60383 99254 5	2010 SE 12	Loblaws	10	2010-07- 18		On
A-12	Croustilles de pommes de terre	Croustille nature - Sans nom	Sac 4	697	60383 99254 5	2010 SE 12	Loblaws	10	2010-07- 18		On

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-13	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites maison cuites dans l'huile	Sac 1	1790	0 33383 45485 6		Isabelle inc.	08 39 192	2010-08- 04		Qc
A-14	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites maison cuites dans l'huile	Sac 2	2390	0 33383 45485 6		Isabelle inc.	08 39 192	2010-08- 04		Qc
A-15	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites maison cuites dans l'huile	Sac 3	1620	0 33383 45485 6		Groupe Éthier inc.	?	2010-08- 16		Qc
A-16	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites maison cuites dans l'huile	Sac 4	1590	0 33383 45485 6		Groupe Éthier inc.	?	2010-08- 16		Qc
A-17	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites maison cuites dans l'huile	Sac 5	2090	0 33383 45485 6		Groupe Éthier inc.	?	2010-08- 23		Qc
A-18	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites maison cuites dans l'huile	Sac 6	1890	0 33383 45485 6		Groupe Éthier inc.	?	2010-08- 23		Qc
A-19	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 1, jour 1, frites 1		641			McDonald's		2010-08- 04		Qc
A-20	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 1, jour 1, frites 2		571			McDonald's		2010-08- 04		Qc
A-21	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 1, jour 2, frites 1		385			McDonald's		2010-08- 16		Qc
A-22	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 1, jour 2, frites 2		503			McDonald's		2010-08- 16		Qc
A-23	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 1, jour 3, frites 1		435			McDonald's		2010-08- 23		Qc
A-24	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 1, jour 3, frites 2		291			McDonald's		2010-08- 23		Qc
A-25	Frites four	Frites four Cavendish	Sac 21	818	0 5621040420 6		Cavendish	14714110106	2010-08- 29		Qc
A-26	Frites four	Frites four Cavendish	Sac 22	612	0 5621040420 6		Cavendish	14714100106	2010-08- 29		Qc
A-27	Frites four	Frites four Cavendish	Sac 25	234	0 5621040420 6		Cavendish	14714110106	2010-08- 30		Qc

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-28	Frites four	Frites four Cavendish	Sac 26	219	0 5621040420 6		Cavendish	14714100106	2010-08-30		Qc
A-29	Grignotines, Pretzels	Bretzels en bâtonnets	Sac 1	67	63517 53827 5	?	Magid	0165 E	2010-16-08	U.S.A.	
A-30	Grignotines, Pretzels	Bretzels en bâtonnets	Sac 2	62	63517 53827 5	?	Magid	0165 E	2010-16-08	U.S.A.	
A-31	Grignotines, Pretzels	Bretzels en bâtonnets	Sac 3	86	63517 53827 5	?	Magid	0165 E	2010-24-08	U.S.A.	
A-32	Grignotines, Pretzels	Bretzels en bâtonnets	Sac 4	67	63517 53827 5	?	Magid	0165 E	2010-24-08	U.S.A.	
A-33	Craquelins	Premium plus - Saupoudrés de sel	Boîte 1	31	66721 01385 9	2010 SE 20	Kraft / Christie	KM 1 2B 12:57	2010-07-18		On
A-34	Craquelins	Premium plus - Saupoudrés de sel	Boîte 2	29	66721 01385 9	2010 SE 20	Kraft / Christie	KM 1 2B 12:57	2010-07-18		On
A-35	Craquelins	Premium plus - Saupoudrés de sel	Boîte 3	15	66721 01385 9	2010 OC 24	Kraft / Christie	KM 2 2A 18:51	2010-04-08		On
A-36	Craquelins	Premium plus - Saupoudrés de sel	Boîte 4	15	66721 01385 9	2010 OC 24	Kraft / Christie	KM 2 2A 18:51	2010-04-08		On
A-37	Craquelins	Fish - P'tits poissons - Mini craquelins cuits au four - Original	Sac 1	160	14100 17096 9	?	Pepperidge Farms	WO4N0750	2010-04-08	U.S.A.	
A-38	Craquelins	Fish - P'tits poissons - Mini craquelins cuits au four - Original	Sac 2	155	14100 17096 9	?	Pepperidge Farms	WO4N0750	2010-04-08	U.S.A.	
A-39	Craquelins	Fish - P'tits poissons - Mini craquelins cuits au four - Original	Sac 3	44	14100 17096 9	?	Pepperidge Farms	RU3N1480	2010-04-08	U.S.A.	
A-40	Craquelins	Fish - P'tits poissons - Mini craquelins cuits au four - Original	Sac 4	39	14100 17096 9	?	Pepperidge Farms	RU3N1480	2010-04-08	U.S.A.	
A-41	Craquelins	Mince aux légumes - Originaux	Boîte 1	868	66721 02043 7	2010 AU 31	Christie / Kraft	KM 13B	2010-04-08		On
A-42	Craquelins	Mince aux légumes - Originaux	Boîte 2	768	66721 02043 7	2010 AU 31	Christie / Kraft	KM 13B	2010-04-08		On
A-43	Craquelins	Mince aux légumes - Originaux	Boîte 3	1020	66721 02043 7	2010 OC 10	Christie / Kraft	KM13B	2010-08-16		On
A-44	Craquelins	Mince aux légumes - Originaux	Boîte 4	1040	66721 02043 7	2010 OC 10	Christie / Kraft	KM13B	2010-08-16		On
A-45	Olives	Olives - Kalamata dénoyautées	Pot 1	<10	67800 00389 1	2012 JN 04	Unico	66/MA UT0155 10:20	2010-07-18		On
A-46	Olives	Olives - Kalamata dénoyautées	Pot 2	<10	67800 00389 1	2012 JN 04	Unico	66/MA UT0155 10:20	2010-07-18		On
A-47	Olives	Olives - Kalamata dénoyautées	Pot 3	<10	67800 00389 1	2012 JL 21	Unico	66/MA: UT 0202 7:48	2010-08-23		On
A-48	Olives	Olives - Kalamata dénoyautées	Pot 4	<10	67800 00389 1	2012 JL 21	Unico	66/MA: UT 0202 7:48	2010-08-23		On
A-49	Biscuits sucrés	Le biscuit Décadent aux gros morceaux de chocolat	Sac 1	109	60383 70090 4	?	Le choix du président	?	2010-07-18		Qc
A-50	Biscuits sucrés	Le biscuit Décadent aux gros morceaux de chocolat	Sac 2	125	60383 70090 4	?	Le choix du président	?	2010-07-18		Qc
A-51	Biscuits sucrés	Le biscuit Décadent aux gros morceaux de chocolat	Sac 3	133	60383 70090 4	?	Le choix du président	?	2010-08-16		Qc

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-52	Biscuits sucrés	Le biscuit Décadent aux gros morceaux de chocolat	Sac 4	132	60383 70090 4	?	Le choix du président	?	2010-08-16		Qc
A-53	Biscuits sucrés	Chips Ahoy !Pépites de chocolat de M. Christie	Sac 1	107	66721 01088 9	2010 No 26	Christie / Kraft	KT 281	2010-07-18		On
A-54	Biscuits sucrés	Chips Ahoy !Pépites de chocolat de M. Christie	Sac 2	114	66721 01088 9	2010 No 26	Christie / Kraft	KT 281	2010-07-18		On
A-55	Biscuits sucrés	Chips Ahoy !Pépites de chocolat de M. Christie	Sac 3	110	66721 01259 3	2010 Au 07	Christie / Kraft	KT 282	2010-07-18		On
A-56	Biscuits sucrés	Chips Ahoy !Pépites de chocolat de M. Christie	Sac 4	110	66721 01259 3	2010 Au 07	Christie / Kraft	KT 282	2010-07-18		On
A-57	Grignotines, Maïs soufflé	Orville Redenbacher's gourmet maïs à éclater - Goût de beurre	Boîte 1	235	58807 48851 4	2011 April 07	Conagra Foods Canada	2164010201	2010-07-18	U.S.A.	On
A-58	Grignotines, Maïs soufflé	Orville Redenbacher's gourmet maïs à éclater - Goût de beurre	Boîte 2	457	58807 48851 4	2011 April 07	Conagra Foods Canada	2164010201	2010-07-18	U.S.A.	On
A-59	Grignotines, Maïs soufflé	Orville Redenbacher's gourmet maïs à éclater - Goût de beurre	Boîte 3	412	58807 48851 4	2011 May 09	Conagra Foods Canada	2164013402	2010-08-08	U.S.A.	On
A-60	Grignotines, Maïs soufflé	Orville Redenbacher's gourmet maïs à éclater - Goût de beurre	Boîte 4	213	58807 48851 4	2011 May 09	Conagra Foods Canada	2164013402	2010-08-08	U.S.A.	ON
A-61	Grignotines, noix	Planters - Amandes salées grillées à sec deux fois	Boîte 1	46	58716 98952 2	?	JVF Canada inc./ Kraft Canada	6101	2010-12-08		On
A-62	Grignotines, noix	Planters - Amandes salées grillées à sec deux fois	Boîte 2	48	58716 98952 2	?	JVF Canada inc./ Kraft Canada	6101	2010-12-08		On
A-63	Grignotines, noix	Planters - Amandes salées grillées à sec deux fois	Boîte 3	50	58716 98952 2	?	JVF Canada inc./ Kraft Canada	6101	2010-16-08		On
A-64	Grignotines, noix	Planters - Amandes salées grillées à sec deux fois	Boîte 4	38	58716 98952 2	?	JVF Canada inc./ Kraft Canada	6101	2010-16-08		On
A-65	Céréales	Rice Krispies - Céréales de grains de riz grillées au four	Boîte 1	44	640771 3	2011 AL 16	Kellogg's	KCC008	2010-07-18		On
A-66	Céréales	Rice Krispies - Céréales de grains de riz grillées au four	Boîte 2	33	640771 3	2011 AL 16	Kellogg's	KCC008	2010-07-18		On
A-67	Céréales	Rice Krispies - Céréales de grains de riz grillées au four	Boîte 3	38	640771 3	2011 JN 04	Kellogg's	KCB008	2010-08-16		On
A-68	Céréales	Rice Krispies - Céréales de grains de riz grillées au four	Boîte 4	36	640771 3	2011 JN 04	Kellogg's	KCB008	2010-08-16		On
A-69	Céréales	Froot Loops Doubles	Boîte 1	12	64100 44459 1	2011 JN15	Kellogg's	KCB 002	2010-08-08		On
A-70	Céréales	Froot Loops Doubles	Boîte 2	14	64100 44459 1	2011 JN15	Kellogg's	KCB 002	2010-08-08		On
A-71	Céréales	Froot Loops Doubles	Boîte 3	12	64100 44459 1	2011 JN 16	Kellogg's	KCC 002	2010-12-08		On
A-72	Céréales	Froot Loops Doubles	Boîte 4	14	64100 44459 1	2011 JN 16	Kellogg's	KCC 002	2010-12-08		On
A-73	Céréales	Cheerios - Grains entiers	Boîte 1	121	65633 27958 2	2011 MR 02	Corporation General Mills Canada	BU 1934 11 A	2010-04-08	U.S.A.	On
A-74	Céréales	Cheerios - Grains entiers	Boîte 2	119	65633 27958 2	2011 MR 02	Corporation General Mills Canada	BU 1934 11 A	2010-04-08	U.S.A.	On
A-75	Céréales	Cheerios - Grains entiers	Boîte 3	102	65633 27958 2	2011JN 02	Corporation General Mills Canada	BU 0944 11 B	2010-08-16	U.S.A.	On

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-76	Céréales	Cheerios - Grains entiers	Boîte 4	97	65633 27958 2	2011JN 02	Corporation General Mills Canada	BU 0944 11 B	2010-08- 16	U.S.A.	On
A-77	Céréales	Corn Pops	Boîte 1	288	64100 44449 2	2011 JN 07	Kellogg Canada	KCB002	2010-04- 08		On
A-78	Céréales	Corn Pops	Boîte 2	275	64100 44449 2	2011 JN 07	Kellogg Canada	KCB002	2010-04- 08		On
A-79	Céréales	Corn Pops	Boîte 3	218	64100 44449 2	2011 JL 11	Kellogg Canada	KGG90901:59	2010-08- 16		On
A-80	Céréales	Corn Pops	Boîte 4	202	64100 44449 2	2011 JL 11	Kellogg Canada	KGG90901:59	2010-08- 16		On
A-81	Pain	Pom Smart - Blanc avec grains entiers	Sac 1	16	6107777104 0	2010 AU 13	Multi-Marques	LZN	2010-08- 08		Qc
A-82	Pain	Pom Smart - Blanc avec grains entiers	Sac 2	17	6107777104 0	2010 AU 13	Multi-Marques	LZN	2010-08- 08		Qc
A-83	Pain	Pom Smart - Blanc avec grains entiers	Sac 3	27	6107777104 0	2010 AU 20	Multi-Marques	LZN	2010-08- 16		Qc
A-84	Pain	Pom Smart - Blanc avec grains entiers	Sac 4	22	6107777104 0	2010 AU 20	Multi-Marques	LZN	2010-08- 16		Qc
A-85	Pain	Gadoua - Moelleux - Sandwich club	Sac 1	14	56573 11206 0	2010 AU 22	Gadoua Bakery	C1 JC2	2010-08- 16		
A-86	Pain	Gadoua - Moelleux - Sandwich club	Sac 2	12	56573 11206 0	2010 AU 22	Gadoua Bakery	C1 JC2	2010-08- 16		
A-87	Pain	Gadoua - Moelleux - Sandwich club	Sac 3	18	56573 11206 0	2010 AU 29	Gadoua Bakery	E1 JC2	2010-08- 23		
A-88	Pain	Gadoua - Moelleux - Sandwich club	Sac 4	24	56573 11206 0	2010 AU 29	Gadoua Bakery	E1 JC2	2010-08- 23		
A-89	Pain	Gadoua - Multi-go - Blanc avec 14 grains entiers	Sac 1	15	56573 00671 0	2010 AU 11	Gadoua Bakery	B1 LO4	2010-04- 08		Qc
A-90	Pain	Gadoua - Multi-go - Blanc avec 14 grains entiers	Sac 2	11	56573 00671 0	2010 AU 11	Gadoua Bakery	B1 LO4	2010-04- 08		Qc
A-91	Pain	Gadoua - Multi-go - Blanc avec 14 grains entiers	Sac 3	10	56573 00671 0	2010 AU 21	Gadoua Bakery	C LO1	2010-08- 16		Qc
A-92	Pain	Gadoua - Multi-go - Blanc avec 14 grains entiers	Sac 4	<10	56573 00671 0	2010 AU 21	Gadoua Bakery	C LO1	2010-08- 16		Qc
A-93	Pain	L'autentico D'Italiano - Style italien - Pain tranché épais - Original	Sac 1	91	6340003035 0	2010 AU 09	Weston Foods Canada	CO2	2010-04- 08		
A-94	Pain	L'autentico D'Italiano - Style italien - Pain tranché épais - Original	Sac 2	65	6340003035 0	2010 AU 09	Weston Foods Canada	CO2	2010-04- 08		
A-95	Pain	L'autentico D'Italiano - Style italien - Pain tranché épais - Original	Sac 3	22	6340003035 0	2010 AU 20	Weston Foods Canada	B2 LO1	2010-12- 08		
A-96	Pain	L'autentico D'Italiano - Style italien - Pain tranché épais - Original	Sac 4	30	6340003035 0	2010 AU 20	Weston Foods Canada	B2 LO1	2010-12- 08		
A-97	Pain	Gadoua - Géant - Pain blanc enrichi tranché	Sac 1	10	56573 21202 9	2010 AU 15	Gadoua Bakery	JC1 C1	2010-08- 08		Qc
A-98	Pain	Gadoua - Géant - Pain blanc enrichi tranché	Sac 2	<10	56573 21202 9	2010 AU 15	Gadoua Bakery	JC1 C1	2010-08- 08		Qc

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-99	Pain	Gadoua - Géant - Pain blanc enrichi tranché	Sac 3	18	56573_21202_9	2010 AU 22	Gadoua Bakery	JC3 B1	2010-08-16		Qc
A-100	Pain	Gadoua - Géant - Pain blanc enrichi tranché	Sac 4	14	56573_21202_9	2010 AU 22	Gadoua Bakery	JC3 B1	2010-08-16		Qc
A-101	Pain	Première Moisson / Miche campagnarde	Sac 1	26	?	?	Boulangerie Première Moisson		2010-08-17		Qc
A-102	Pain	Première Moisson / Miche campagnarde	Sac 2	16	?	?	Boulangerie Première Moisson		2010-08-17		Qc
A-103	Pain	Première Moisson / Miche campagnarde	Sac 3	12	?	?	Boulangerie Première Moisson		2010-08-23		Qc
A-104	Pain	Première Moisson / Miche campagnarde	Sac 4	57	?	?	Boulangerie Première Moisson		2010-08-23		Qc
A-105	Pain	Country Harvest - Céréales entières - Grains anciens	Sac 1	107	63400_14146_9	2010 AU 21	Weston	B3 GA	2010-08-16		On
A-106	Pain	Country Harvest - Céréales entières - Grains anciens	Sac 2	64	63400_14146_9	2010 AU 21	Weston	B3 GA	2010-08-16		On
A-107	Pain	Country Harvest - Céréales entières - Grains anciens	Sac 3	78	63400_14146_9	2010 AU 24	Weston	B1 GA	2010-08-16		On
A-108	Pain	Country Harvest - Céréales entières - Grains anciens	Sac 4	83	63400_14146_9	2010 AU 24	Weston	B1 GA	2010-08-16		On
A-109	Biscuits sucrés	Fudgee O - L'Original	Sac 1	72	66721_01109_1	2010 AU 30	Christie / Kraft	KM21B 18:20	2010-07-18		On
A-110	Biscuits sucrés	Fudgee O - L'Original	Sac 2	77	66721_01109_1	2010 AU 30	Christie / Kraft	KM21B 18:20	2010-07-18		On
A-111	Biscuits sucrés	Fudgee O - L'Original	Sac 3	86	66721_01529_7	2010 NO 03	Christie / Kraft	KM31A 04:09	2010-07-18		On
A-112	Biscuits sucrés	Fudgee O - L'Original	Sac 4	78	66721_01529_7	2010 NO 03	Christie / Kraft	KM31A 04:09	2010-07-18		On
A-113	Biscuits sucrés	Whippet - Original - Enrobés de vrai chocolat	Boîte 1	35	63348_00103_0	?	Les Aliments Dare	1011 13 LB	2010-04-08		Qc
A-114	Biscuits sucrés	Whippet - Original - Enrobés de vrai chocolat	Boîte 2	34	63348_00103_0	?	Les Aliments Dare	1011 13 LB	2010-04-08		Qc
A-115	Biscuits sucrés	Whippet - Original - Enrobés de vrai chocolat	Boîte 3	31	63348_00103_0	?	Les Aliments Dare	1011 19 LA	2010-08-16		Qc
A-116	Biscuits sucrés	Whippet - Original - Enrobés de vrai chocolat	Boîte 4	35	63348_00103_0	?	Les Aliments Dare	1011 19 LA	2010-08-16		Qc
A-117	Biscuits sucrés	Oreo - Biscuits -s sandwichs au chocolat	Boîte 1	12	66721_01239_5	2010 OC 30	Christie / Kraft	KM21A 17:27	2010-08-08		On
A-118	Biscuits sucrés	Oreo - Biscuits -s sandwichs au chocolat	Boîte 2	14	66721_01239_5	2010 OC 30	Christie / Kraft	KM21A 17:27	2010-08-08		On
A-119	Biscuits sucrés	Oreo - Biscuits -s sandwichs au chocolat	Boîte 3	16	66721_01239_5	2010 NO 23	Christie / Kraft	KM21A 22:17	2010-16-08		On
A-120	Biscuits sucrés	Oreo - Biscuits -s sandwichs au chocolat	Boîte 4	20	66721_01239_5	2010 NO 23	Christie / Kraft	KM21A 22:17	2010-16-08		On
A-121	Biscuits sucrés	Oreo Mince alors! - 100 calories	Boîte 1	317	66721_01921_9	2010 NO 09	Christie / Kraft	RH15333_0007	2010-08-12		On
A-122	Biscuits sucrés	Oreo Mince alors! - 100 calories	Boîte 2	322	66721_01921_9	2010 NO 09	Christie / Kraft	RH15333_0007	2010-08-12		On
A-123	Biscuits sucrés	Oreo Mince alors! - 100 calories	Boîte 3	372	66721_01921_9	2010 NO 09	Christie / Kraft	RH15332_0004	2010-08-16		On
A-124	Biscuits sucrés	Oreo Mince alors! - 100 calories	Boîte 4	391	66721_01921_9	2010 NO 09	Christie / Kraft	RH15332_0004	2010-08-16		On

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit	Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-125	Grignotines, Croustille de maïs	Tostitos - Petites bouchées rondes	Sac 1	317	60410 07497 8	2010 AU 10	Frito Lay	50321762 19:14	2010-07- 18	Qc
A-126	Grignotines, Croustille de maïs	Tostitos - Petites bouchées rondes	Sac 2	326	60410 07497 8	2010 AU 10	Frito Lay	50321762 19:14	2010-07- 18	Qc
A-127	Grignotines, Croustille de maïs	Tostitos - Petites bouchées rondes	Sac 3	275	60410 07497 8	2010 AU 31	Frito Lay	1031 1934 12:40	2010-08- 08	Qc
A-128	Grignotines, Croustille de maïs	Tostitos - Petites bouchées rondes	Sac 4	265	60410 07497 8	2010 AU 31	Frito Lay	1031 1934 12:40	2010-08- 08	Qc
A-129	Grignotines, Croustille de maïs	Doritos - Nacho saveur de fromage	Sac 1	322	60410 06391 0	2010 SE 21	Frito Lay	403220307 17:52	2010-07- 18	Qc
A-130	Grignotines, Croustille de maïs	Doritos - Nacho saveur de fromage	Sac 2	345	60410 06391 0	2010 SE 21	Frito Lay	403220307 17:52	2010-07- 18	Qc
A-131	Grignotines, Croustille de maïs	Doritos - Nacho saveur de fromage	Sac 3	384	60410 06391 0	2010 SE 28	Frito Lay	30322907 20:44	2010-08- 08	Qc
A-132	Grignotines, Croustille de maïs	Doritos - Nacho saveur de fromage	Sac 4	363	60410 06391 0	2010 SE 28	Frito Lay	30322907 20:44	2010-08- 08	Qc
A-133	Café, Prêt à boire	Maxell House - Torréfaction originale (Café infusé)	Boîte 1	<10	66188 03231 8	2011 JU 22	Kraft Canada	J1KR 0022	2010-08- 16	On
A-134	Café, Prêt à boire	Maxell House - Torréfaction originale (Café infusé)	Boîte 2	<10	66188 03231 8	2011 JU 22	Kraft Canada	J1KR 0022	2010-08- 16	On
A-135	Café, Prêt à boire	Maxell House - Torréfaction originale (Café infusé)	Boîte 3	<10	66188 03231 8	2010 DE 29	Kraft Canada	J1KR 0654	2010-08- 16	On
A-136	Café, Prêt à boire	Maxell House - Torréfaction originale (Café infusé)	Boîte 4	<10	66188 03231 8	2010 DE 29	Kraft Canada	J1KR 0654	2010-08- 16	On
A-137	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 2, jour 1, frites 1	Sac 1	806			Rôtisserie St- Hubert		2010-08- 04	Qc
A-138	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 2, jour 1, frites 2	Sac 2	746			Rôtisserie St- Hubert		2010-08- 04	Qc
A-139	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 2, jour 2, frites 1	Sac 3	643			Rôtisserie St- Hubert		2010-08- 16	Qc
A-140	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 2, jour 2, frites 2	Sac 4	656			Rôtisserie St- Hubert		2010-08- 16	Qc
A-141	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 2, jour 3, frites 1	Sac 5	970			Rôtisserie St- Hubert		2010-08- 23	Qc
A-142	Repas rapide, Frites cuites dans l'huile	Frites cuites dans l'huile, endroit 2, jour 3, frites 2	Sac 6	931			Rôtisserie St- Hubert		2010-08- 23	Qc
A-143	Frites four	Frites four McCain	Sac 19	325	0 5577300701 6		McCain	F00708	2010-08- 29	Qc

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

Identifi- cation de l'échan- tillon	Catégorie d'aliment	Description du produit		Acryla- mide (ng/g)	Code CUP	Date d'expiration	Marque	Code de lot	Date d'achat	Pays d'ori- gine	Province d'origine
A-144	Frites four	Frites four McCain	Sac 20	273	0 5577300700 8		McCain	F00731	2010-08- 29		Qc
A-145	Frites four	Frites four McCain	Sac 23	142	0 5577300701 6		McCain	F00708	2010-08- 30		Qc
A-146	Frites four	Frites four McCain	Sac 24	238	0 5577300700 8		McCain	F00731	2010-08- 30		Qc

ANNEXE 9

PROTOCOLE POUR LE TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS DE GLOBULES ROUGES

PROTOCOLE POUR LE TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS DE GLOBULES ROUGES

Protocole de laboratoire

Projet Acrylamide

13 novembre 2009

Préparation des solutions

Préparation de saline 0,9 % w/v

- Dans 1 litre d'H₂O Milli-Q, ajouter 9,1 g de NaCl
- Agiter et attendre 15 minutes de stabilisation.

Préparation de la solution lavage des leucocytes (1X PBS) (1 L)

- Dans un ballon jaugé, ajouter :
- 8 g de NaCl
- 0,2 g de KCl
- 1,44 g de Na₂HPO₄ ou 2,68 g de Na₂HPO₄ - 7 H₂O
- 0,24 g de KH₂PO₄
- Dissoudre le tout avec 800 ml d'H₂O Milli-Q
- Ajuster le pH à 7,4 avec du HCl ou NaOH
- Volumer à 1 l avec de l'H₂O Milli-Q
- Agiter et attendre 15 minutes de stabilisation.
- Stériliser la solution par filtration
- Réfrigérer la solution et utiliser à 4 °C

Préparation de la solution de congélation (100 ml)

- Dans un cylindre gradué, ajouter 74 ml de RPMI 1640
- Ajouter 20 ml de FBS
- Ajouter 6 ml de DMSO
- Transférer dans un contenant de verre propre.
- Agiter par inversion et attendre 15 minutes de stabilisation.
- Réfrigérer la solution et utiliser à 4 °C
- Se conserve plusieurs semaines

Manipulation

Isolement des cellules mononucléaires par LeucoSep®

- Mettre à la température pièce le Ficoll Paque Plus®, protéger contre la lumière
- Distribuer 15 ml de Ficoll® dans les tubes LeucoSep®
- Centrifuger les tubes 30 sec. À 3 000 RPM (1 000 g) à 20 °C pour déposer au fond des tubes le Ficoll®
- Verser les 2 Vaccutainers® de sang dans le LeucoSep® 50 ml préalablement préparé.
- Centrifuger 15 min à 2 500 RPM (800 g) dans la centrifugeuse Beckman sans les freins
- Éliminer le plasma à l'aide de la trompe à vide
- Transférer les cellules mononucléaires dans un tube conique 15 ml à l'aide d'une pipette pasteur en plastique
- 1^{er} Lavage
 - Ajouter 10 ml de PBS et resuspendre les cellules
 - Agiter par inversion
 - Centrifuger 10 min à 1 300 RPM (250 g) à 20 °C
 - Éliminer le surnageant à l'aide de la trompe à vide
- Procéder à un 2^e lavage
 - Ajouter 10 ml de PBS et resuspendre les cellules
 - Agiter par inversion
 - Centrifuger 10 min à 1 300 (250 g) à 20°C
 - Éliminer le surnageant à l'aide de la trompe à vide
- Un par un, resuspendre les cellules dans 2 ml de milieu de congélation
- Transférer 1 ml dans 2 cryovials
- Mettre immédiatement dans les Mr. Frosty et transférer dans un congélateur -80 °C
- 4 heures après ou ON, transférer dans un réservoir d'azote liquide.

Isolement des érythrocytes

- Directement dans le Vaccutainer®, centrifuger dans la Sorvall le sang à 2 000 RPM pendant 20 min à 4 °C.
- Décanter le plasma à l'aide de la trompe à vide
- 1^{er} Lavage
 - Suspendre les globules rouges dans 7 ml de saline 0,9 %
 - Agiter par inversion
 - Centrifuger les globules à 2 000 RPM pendant 20 min à 4 °C.
 - Éliminer la saline à l'aide de la trompe à vide
- 2^e Lavage
 - Resuspendre les globules rouges dans 7 ml de saline 0,9 %
 - Agiter par inversion
 - Centrifuger le sang à 2 000 RPM pendant 20 min à 4 °C.
 - Éliminer la saline à l'aide de la trompe à vide
 - Congeler directement dans les Vaccutainer® les culots globulaires

ANNEXE 10

**LETTRE TRANSMISE AUX PARTICIPANTS
PRÉSENTANT LES CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE**



PERSONNEL

Date

Nom de l'adolescent
Rue
Ville et code postal

Objet : Conclusions de l'étude sur l'importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation chez des adolescents montréalais

Bonjour,

Nous désirons vous remercier d'avoir participé à l'étude sur l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation qui a été effectuée auprès de 200 adolescentes et adolescents montréalais. Cette étude visait à évaluer si la consommation d'aliments riches en acrylamide (ex. : frites, croustilles de pommes de terre) augmentait la quantité d'acrylamide dans le corps.

Il nous fait plaisir de vous transmettre les résultats pour ce groupe d'adolescents montréalais dont vous faisiez partie, puisque l'étude est maintenant terminée.

Niveaux d'acrylamide dans le corps

Les résultats montrent que la consommation d'aliments riches en acrylamide augmente en effet les quantités de cette substance dans le corps. Ceci a été évalué à partir des quantités d'acrylamide mesurées dans les urines et dans le sang des adolescents ayant participé à l'étude.

L'alimentation : une source d'exposition principale de l'acrylamide

À partir des réponses que vous avez inscrites dans le questionnaire, notre étude nous a aussi permis de constater que, chez les adolescents montréalais, ce sont les frites qui entraînent la plus grande exposition à l'acrylamide, tandis que les croustilles arrivent en 2^e position. De plus, la dose d'acrylamide ingérée suite à la consommation d'aliments riches en acrylamide est comparable à celle des adolescents allemands, belges et polonais ayant participé à des études similaires.

Recommandations

Ces résultats indiquent que le fait de consommer des aliments riches en acrylamide peut augmenter les quantités d'acrylamide dans le corps. Tout comme le recommande Santé Canada, l'Institut national de santé publique du Québec suggère à tout le monde de manger le moins souvent possible de nourriture riche en calories, en gras et en sel comme les frites et les croustilles.

Nous vous remercions à nouveau d'avoir accepté de participer à notre étude et nous vous prions de recevoir nos meilleures salutations.

Louise Normandin
Agente de planification,
de programmation et de recherche
Direction de la santé environnementale
et de la toxicologie
Institut national de santé publique du
Québec
Tél. : 514 864-1600, poste 3242

Michèle Bouchard
Professeure agrégée
Département de santé
environnementale et de santé au
travail
Faculté de Médecine et titulaire de la
Chaire en analyse des risques
toxicologiques pour la santé
humaine
Université de Montréal
Tél. : 514 343-6111, poste 1640

LN/MB/kr

ANNEXE 11

**CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES
DES PARTICIPANTS ET DES REPRÉSENTANTS
DE L'AUTORITÉ PARENTALE, DE LA POPULATION
DE L'ARRONDISSEMENT D'AHUNTSIC-CARTIERVILLE,
DE LA VILLE DE MONTRÉAL ET DE L'ÎLE DE MONTRÉAL**

**CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES PARTICIPANTS DE LA PRÉSENTE ÉTUDE,
DE LA POPULATION DE L'ARRONDISSEMENT AHUNTSIC-CARTIERVILLE, DE LA VILLE DE
MONTRÉAL ET DE L'ÎLE DE MONTRÉAL**

	Fréquence (%)			
	Population totale (n = 196)	Quartier Ahuntsic- Cartierville	Ville de Montréal	Île de Montréal
Âge				
10 ans	17 (8,7)		16 730 (12,6)	19 875 (12,5)
11 ans	26 (13,3)		16 525 (12,4)	19 820 (12,4)
12 ans	28 (14,3)		16 555 (12,5)	19 840 (12,4)
13 ans	24 (12,2)		16 820 (12,7)	20 160 (12,6)
14 ans	37 (18,9)		16 340 (12,3)	19 720 (12,4)
15 ans	29 (14,8)		16 850 (12,7)	20 230 (12,7)
16 ans	22 (11,2)		16 925 (12,7)	20 340 (12,8)
17 ans	13 (6,6)		16 115 (12,1)	19 455 (12,2)
		1 225 (12)		
		1 230 (12)		
		1 220 (12)		
		1 325 (13)		
		1 255 (13)		
		1 260 (13)		
		1 250 (13)		
		1 170 (12)		
valeur p du khi carré		0,043*	0,026*	0,028*
Origine				
Non immigrants	143 (73)	77 290 (63)	1 061 285 (67)	1 217 600 (67)
Immigrants et non-résidents	53 (27)	46 215 (37)	518 900 (33)	592 445 (33)
valeur p du khi carré		0,003*	0,084	0,090
Langue parlée				
Français	181 (92)	62 460 (60)	771 995 (58)	813 025 (53)
Anglais	4 (2)	10 185 (10)	244 785 (18)	359 660 (24)
Autre	11 (6)	31 435 (30)	318 975 (24)	351 070 (23)
valeur p du khi carré		0,000*	0,000*	0,000*
Sexe				
Fille	95 (48,5)	4 905 (49)	65 180 (49,1)	78 065 (49,0)
Garçon	101 (51,5)	5 170 (51)	67 690 (50,9)	81 365 (51,0)
valeur p du khi carré		0,952	0,870	0,890

* La population de l'étude est statistiquement différente de celle du quartier d'Ahuntsic-Cartierville, de la ville de Montréal ou de l'île de Montréal.

Note : Les données de l'étude ont été modifiées afin de concorder avec le type de données de recensement disponible.

Importance de l'exposition à l'acrylamide par l'alimentation
chez une population potentiellement vulnérable

	Fréquence (%)			
	Recrutement total (n = 196)	Quartier Ahuntsic-Cartierville	Ville de Montréal	Île de Montréal
Revenu moyen (\$)	65 307	42 515	42 407	47 178
valeur p du khi carré**				
Scolarité des parents				
Aucun diplôme	4 (2)	21 850 (21)	305 505 (23)	328 270 (21)
Secondaire DES de formation générale ou professionnelle	34 (18)	31 620 (30)	427 885 (32)	480 750 (31)
Collégial DEC de formation préuniversitaire, de formation technique, certificats	39 (20)	23 145 (22)	281 080 (21)	325 590 (21)
Diplôme universitaire	114 (60)	27 755 (27)	325 295 (24)	393 685 (26)
Valeur p du khi carré		0,000*	0,000*	0,000*
Statut d'emploi				
Population occupée	159 (83)	57 310 (55)	772 775 (58)	886 315 (58)
Chômeurs + Inactifs	32 (17)	46 965 (45)	563 880 (42)	638 365 (42)
valeur p du khi carré		0,000*	0,000*	0,000*

* La population de l'étude est statistiquement différente de celle du quartier d'Ahuntsic-Cartierville, de la ville de Montréal ou de l'île de Montréal.

** Les données étant exprimées de façon incompatible, il a été impossible de comparer les données de la présente étude aux données des populations de l'arrondissement d'Ahuntsic-Cartierville, de la ville de Montréal et de l'île de Montréal.



EXPERTISE
CONSEIL



INFORMATION



FORMATION

www.inspq.qc.ca



RECHERCHE
ÉVALUATION
ET INNOVATION



COLLABORATION
INTERNATIONALE



LABORATOIRES
ET DÉPISTAGE

Institut national
de santé publique

Québec

