



Étude sur la présence de résidus chimiques dans les aliments consommés au Québec

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Québec 

Étude sur la présence de résidus chimiques dans les aliments consommés au Québec

Direction de la santé environnementale
et de la toxicologie

Juillet 2012

AUTEURS

Denise Phaneuf
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Denis Belleville
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Louise Normandin
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Marie-Hélène Bourgault
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

MISE EN PAGES

Sonia Beaugendre
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Katia Raby
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient madame Carole Blanchet, monsieur Daniel Bolduc, madame Maude Chapados, monsieur Éric Dewailly, madame Geneviève Lapointe, madame Laurie Plamondon, madame Marie-Claude Paquette, madame Christiane Thibault et monsieur Mathieu Valcke de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) ainsi que monsieur Réjean Deschênes du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) pour leurs judicieux commentaires en lien avec cette étude. Les auteurs remercient également madame Odile Pantako pour sa collaboration à ce projet et madame Denise Mercier pour son soutien administratif.

Enfin, les auteurs tiennent à souligner l'appui financier du ministère de la Santé et des Services sociaux qui a rendu possible la réalisation de cette étude.

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 – 1^{er} TRIMESTRE 2013
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-66726-1 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN : 978-2-550-66727-8 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2013)

RÉSUMÉ

L'importance d'une saine alimentation dans la promotion de la santé et la prévention des maladies chroniques souligne la pertinence de surveiller la qualité des aliments offerts aux consommateurs québécois. L'adoption d'une saine alimentation composée d'aliments variés ne devrait pas être accompagnée d'une exposition à des contaminants d'origine alimentaire à des niveaux qui sont néfastes pour la santé.

Selon les recherches, il n'existe pas actuellement de rapport global de ce type d'exposition pour la population québécoise. C'est pourquoi le présent document dresse un portrait descriptif de la présence de résidus chimiques dans les aliments consommés au Québec. Cette compilation d'informations jusqu'alors éparses constitue donc une première étape afin d'effectuer un tour d'horizon de la situation de l'innocuité des aliments dans la province.

Pour ce faire, le portrait des différents acteurs chargés de l'innocuité alimentaire de même que des programmes et des législations relatifs à ce sujet a d'abord été tracé. Puis, l'établissement des limites réglementaires de résidus chimiques dans les aliments a été décrit.

Ensuite, les données publiques sur la contamination des aliments au Québec et au Canada ont été recherchées. Seules des sources de données issues des programmes fédéraux de surveillance des aliments étaient disponibles. Celles qui touchent spécifiquement le Québec ou l'ensemble du pays en incluant le Québec ont été privilégiées.

Dans un premier temps, les résultats d'échantillonnage d'aliments choisis au hasard du Programme national de surveillance des résidus chimiques de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) ont été sélectionnés. Ensuite, dans le cas des aliments d'origine végétale, les pourcentages de détection et les taux de conformité des pesticides et des métaux présents dans les fruits et les légumes frais canadiens et importés ont été colligés. Les pesticides dans les fruits et les légumes ont été priorisés à partir des pourcentages de détection des pesticides les plus fréquemment obtenus par l'ACIA et des taux de consommation des fruits et des légumes les plus consommés par les Canadiens. Du côté des aliments d'origine animale, les pourcentages de détection et les taux de conformité des médicaments vétérinaires, des métaux et des pesticides ont été colligés pour les viandes canadiennes ainsi que pour les œufs canadiens et importés.

Dans un deuxième temps, les résultats de l'Étude canadienne sur l'alimentation totale, publiés sur le site Internet de Santé Canada ou ayant fait l'objet d'une publication dans la littérature scientifique, ainsi que les rapports et les publications scientifiques issus des études sur les contaminants chimiques réalisées par les différentes divisions du Bureau d'innocuité des produits chimiques de Santé Canada ont été consultés.

Dans un troisième temps, des données sur la contamination de ressources alimentaires aquatiques du Saint-Laurent issues de quelques travaux de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent ont aussi été compilées. Cette entente n'est toutefois pas un programme spécifique de salubrité des aliments.

Enfin, une détermination des *contaminants en émergence*, c'est-à-dire ceux auxquels un nouvel intérêt est porté et ceux non encore inclus dans les programmes de surveillance, a été réalisée à partir du périodique scientifique *Food Additives and Contaminants* et de la base de données bibliographiques PubMed.

Les résultats obtenus à partir des données de l'ACIA et de Santé Canada permettent, tout d'abord, de constater que les pesticides dans les fruits et les légumes demeurent une source de contamination prioritaire à surveiller étant donné qu'ils y sont fréquemment détectés et que leur présence est continue dans le temps. De plus, 17 pesticides prioritaires, parmi ceux recherchés par l'ACIA, ont été détectés dans les fruits et les légumes. Quant aux pourcentages de détection des pesticides dans les viandes et les œufs, ils sont inférieurs à ceux trouvés dans les fruits et les légumes.

Les données de l'ACIA et de Santé Canada permettent de constater que plusieurs aliments contiennent plus d'un pesticide et que plusieurs pesticides sont détectés dans plus d'un aliment. Néanmoins, les concentrations de résidus mesurées respectent en général les limites maximales établies.

Par ailleurs, les métaux et les éléments sont détectés dans tous les aliments. À proprement parler, il ne s'agit pas d'une contamination, puisque les métaux et les éléments se trouvent naturellement dans l'environnement et que certains d'entre eux sont essentiels aux organismes vivants. Le mercure dans le poisson fait toutefois exception étant donné qu'il s'agit du seul métal pour lequel on a observé des dépassements de la dose journalière admissible provisoire (DJAP) chez les jeunes enfants.

L'importance de la présence de pesticides et de métaux dans les aliments est renforcée par les revues de littérature réalisées par les auteurs de la présente étude exploratoire dans *Food Additives and Contaminants* et dans PubMed. Ces revues permettent de relever un nombre important de publications traitant de ces deux classes de contaminants.

Globalement, la contamination par les médicaments vétérinaires des viandes échantillonnées par l'ACIA apparaît inférieure à la contamination par les pesticides des fruits et des légumes. En effet, les pourcentages de détection des médicaments vétérinaires sont nettement inférieurs aux pourcentages de détection des pesticides dans les fruits et les légumes. Les antibiotiques et les hormones présentent les pourcentages de détection les plus élevés. De même, les concentrations mesurées sont faibles et, dans plus de la moitié des cas, leurs valeurs sont inférieures à 10 % de la limite maximale de résidus (LMR). Quelques données sur les poissons et les fruits de mer provenant des études de Santé Canada montrent que les pourcentages de détection dans ces aliments sont plus élevés que ceux observés par l'ACIA pour les viandes.

D'autres contaminants présents dans les aliments ont été retrouvés par Santé Canada, et leur présence est discutée dans le présent document. Il s'agit des radionucléides, des biphényles polychlorés (BPC), des dioxines/furanes, des composés perfluorés, des butylstannanes, des mycotoxines, du benzène, de l'acrylamide, du bisphénol A, du semicarbazide, des éthers diphényliques polybromés et de la mélamine.

En ce qui concerne les données extraites des travaux de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent, elles montrent que la contamination des ressources alimentaires provenant du Saint-Laurent est généralement faible. Par contre, quelques contaminations soulèvent certaines préoccupations (mercure, arsenic, BPC et cadmium).

Pour ce qui est des contaminants en émergence, deux classes ressortent sans difficulté, soit celle des mycotoxines et celle des contaminants migrant des produits d'emballage. Il s'avère important de suivre la littérature scientifique à leur sujet.

Certaines lacunes dans l'état des connaissances au sujet d'autres sources de contamination ont été relevées. Par exemple, les données de l'ACIA sur les produits laitiers et les produits transformés sont limitées. De plus, elles ne touchent pas les poissons, les fruits de mer, les céréales, les graines oléagineuses et les légumineuses. Le manque de données concernant les aliments transformés; les poissons et les fruits de mer; et les produits céréaliers est en partie comblé par les études spécifiques de Santé Canada et par l'Étude canadienne sur l'alimentation totale dans lesquelles tous les aliments régulièrement consommés par la population ont été échantillonnés. Par contre, les différentes campagnes d'échantillonnage de l'étude sur l'alimentation totale ne se poursuivent pas année après année, et le recours aux échantillons composites ne permet pas de connaître la variabilité des concentrations mesurées.

Enfin, l'évaluation de l'exposition aux contaminants chimiques en provenance des aliments pourrait être bonifiée. En effet, la variabilité des doses reçues par les aliments pourrait être mieux définie avec, entre autres, des évaluations probabilistes. De plus, l'exposition par ingestion d'aliments pourrait être mise dans une perspective plus globale, par exemple en regroupant toutes les autres voies d'exposition. Des études de biosurveillance, dans lesquelles seraient mis en relation les aliments consommés et les concentrations de différents contaminants mesurées dans les milieux biologiques, seraient importantes à réaliser.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	IX
GLOSSAIRE	XI
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	XIII
INTRODUCTION	1
1 MÉTHODOLOGIE	3
1.1 Sources de données	3
1.2 Bilan de la contamination chimique des aliments	3
1.2.1 Données de l'ACIA	4
1.2.2 Données de Santé Canada	7
1.2.3 Données issues de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent.....	7
1.3 Contaminants en émergence	7
2 ORGANISMES CHARGÉS DE LA SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS	9
2.1 Niveau fédéral.....	9
2.2 Niveau provincial.....	11
2.2.1 Faits saillants relatifs aux activités d'inspection	12
2.3 Niveau municipal.....	13
2.4 Commission du Codex Alimentarius.....	14
2.4.1 Normes du Codex	14
2.4.2 Fonctionnement de la Commission.....	15
2.4.3 Groupes d'experts	16
3 ÉTABLISSEMENT DE LIMITES MAXIMALES DANS LES ALIMENTS	19
3.1 Limites maximales de résidus de pesticides.....	19
3.1.1 Effets d'une exposition à court terme.....	21
3.1.2 Effets cancérigènes.....	21
3.1.3 Programme de réévaluation	21
3.1.4 Risques cumulatifs	21
3.1.5 Harmonisation des approches	22
3.1.6 Abrogation de la norme générale relative à la LMR de 0,1 ppm	22
3.2 Limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires	22
3.3 Limites de tolérance ou normes de contaminants chimiques.....	25
3.4 Limites de tolérance pour les additifs alimentaires	26
4 BILAN DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DES ALIMENTS	29
4.1 Fruits et légumes frais.....	29
4.1.1 Données générales	29
4.1.2 Pesticides.....	30
4.1.3 Métaux	42

4.2	Viandes	48
4.2.1	Médicaments vétérinaires	49
4.2.2	Métaux	58
4.2.3	Produits chimiques agricoles.....	61
4.3	Œufs.....	63
4.3.1	Médicaments vétérinaires	63
4.3.2	Produits chimiques agricoles.....	64
4.3.3	Métaux et éléments.....	64
4.4	Données provenant des études de Santé Canada.....	66
4.4.1	<i>Étude canadienne sur l'alimentation totale</i>	66
4.4.2	Études sur les contaminants chimiques réalisées par les différentes divisions du Bureau d'innocuité des produits chimiques (Santé Canada)	75
4.5	Données issues de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent	86
4.5.1	Poissons d'eau douce	86
4.5.2	Ressources biologiques marines	87
4.5.3	Mollusques et sauvagine.....	88
5	CONTAMINANTS EN ÉMERGENCE	89
5.1	<i>Food Additives & Contaminants</i>	89
5.2	PubMed	90
6	DISCUSSION	93
6.1	Données disponibles et aliments couverts	93
6.2	Contaminants détectés	94
6.2.1	Pesticides	94
6.2.2	Métaux.....	96
6.2.3	Médicaments vétérinaires	101
6.2.4	Autres contaminants	102
6.3	Contaminants en émergence.....	103
6.4	Contaminants à prioriser.....	104
6.5	Évaluation de l'exposition	104
	CONCLUSION.....	107
	RÉFÉRENCES	109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Résidus de produits chimiques — Métaux et pesticides — Nombre d'analyses effectuées sur les fruits et les légumes frais de 2002 à 2005	29
Tableau 2	Prévalence (détections positives) de pesticides dans les fruits et les légumes frais	30
Tableau 3	Nombre d'échantillons analysés par la méthode AMR	31
Tableau 4	Classement des pesticides selon la fréquence de détection dans les fruits et les légumes canadiens et importés de 2002 à 2005.....	32
Tableau 5	Fruits et légumes les plus consommés au Canada.....	34
Tableau 6	Indices des pesticides.....	36
Tableau 7	Détection du chlorprophame.....	36
Tableau 8	Détection des dithiocarbamates.....	38
Tableau 9	Détection du thiabendazole	39
Tableau 10	Détection de la perméthrine.....	39
Tableau 11	Détection du captane.....	40
Tableau 12	Détection de la diphénylamine.....	41
Tableau 13	Pourcentages des concentrations de pesticides mesurées dont la valeur est inférieure à 10 % de la valeur de la LMR.....	41
Tableau 14	Pourcentages des concentrations de pesticides mesurées dont la valeur est supérieure à 50 % de la valeur de la LMR.....	41
Tableau 15	Pourcentages moyens de détection de métaux dans les fruits d'origine canadienne les plus consommés durant les années 2002 à 2005	43
Tableau 16	Pourcentages moyens de détection de métaux dans les fruits importés les plus consommés durant les années 2002 à 2005.....	44
Tableau 17	Pourcentages moyens de détection de métaux dans les légumes d'origine canadienne les plus consommés durant les années 2002 à 2005	46
Tableau 18	Pourcentages moyens de détection de métaux dans les légumes importés les plus consommés durant les années 2002 à 2005	47
Tableau 19	Nombre d'échantillons de viandes analysés (2002-2005)	48
Tableau 20	Bilan des médicaments vétérinaires détectés dans les viandes	52
Tableau 21	Médicaments vétérinaires présentant un pourcentage de détection supérieur à 5 %	56
Tableau 22	Pourcentages des concentrations de médicaments vétérinaires mesurées dont la valeur est inférieure à 10 % de la valeur de la norme	57
Tableau 23	Médicaments dont les concentrations mesurées sont égales ou supérieures à 50 % de la valeur de la norme.....	58
Tableau 24	Bilan (pourcentages) des métaux détectés dans les viandes.....	59

Tableau 25	Bilan des produits chimiques agricoles.....	62
Tableau 26	Bilan des médicaments vétérinaires retrouvés dans les œufs	63
Tableau 27	Pourcentages de détection des métaux et des éléments dans les œufs canadiens et importés	64
Tableau 28	Pesticides retrouvés dans au moins 5 aliments échantillonnés	68
Tableau 29	Concentrations de pesticides les plus élevées, qui sont retrouvées dans les aliments	69
Tableau 30	Pourcentages de détection dans les aliments par classe de pesticides	71
Tableau 31	Médicaments vétérinaires retrouvés dans les poissons et les fruits de mer.....	73
Tableau 32	Études réalisées par Santé Canada sur la présence de pesticides dans les aliments	80
Tableau 33	Études réalisées par Santé Canada sur la présence de mycotoxines dans les aliments	82
Tableau 34	Compilation des publications traitant des résidus chimiques dans les aliments en provenance du périodique <i>Food Additives & Contaminants</i>	90
Tableau 35	Compilation des publications traitant des résidus chimiques dans les aliments à la suite de la recherche effectuée dans PubMed	91
Tableau 36	Pesticides priorisés et classes correspondantes	95
Tableau 37	Pourcentages de détection d'arsenic, de cadmium, de mercure et de plomb dans les différentes catégories d'aliments	96
Tableau 38	Apports nutritionnels de référence de différents oligoéléments pour des individus âgés de plus de 19 ans.....	98

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Bilan des pourcentages des métaux dans les viandes.....	60
Figure 2	Bilan des pourcentages de détection des métaux et des éléments dans les œufs.....	65

GLOSSAIRE

Apport alimentaire ¹	Quantité d'un contaminant ou d'un autre produit chimique ingérée quotidiennement, par l'intermédiaire des aliments, pour un groupe donné de la population. Le terme <i>apport alimentaire</i> est employé par Santé Canada, notamment dans le cadre de l'Étude canadienne sur l'alimentation totale.
Dose aiguë de référence (DARf) ¹	Quantité maximale d'une substance à laquelle une personne peut être exposée en une journée sans effet nuisible significatif pour sa santé. Synonyme : dose de référence aiguë ¹ (Drf aiguë)
Dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP)	« Le seuil utilisé pour les contaminants alimentaires comme les métaux lourds dont les propriétés sont cumulatives. Sa valeur représente l'exposition à ces contaminants hebdomadaires admis pour l'homme, involontairement associée à la contamination d'aliments autrement sains et nutritifs » (FAO/OMS, 2008).
Dose journalière admissible (DJA) ¹	Quantité maximale d'une substance chimique à laquelle une personne peut être exposée quotidiennement durant toute sa vie sans qu'il y ait d'effet nuisible significatif pour sa santé. Synonymes : dose de référence chronique ¹ (Drf chronique), dose journalière tolérable (DJT)
Dose journalière admissible provisoire (DJAP) ¹	La définition de la DJAP est la même que celle de la DJA. Cependant, elle est qualifiée de provisoire en raison des lacunes dans la base de données toxicologiques.
Dose journalière probable (DJP) ¹	Quantité d'une substance chimique ingérée quotidiennement pour un groupe donné de la population. La DJP peut tenir compte de l'ensemble des sources d'exposition (ex. : aliments, eau potable) ou seulement de l'exposition par les aliments (la DJP devient alors équivalente à l'apport alimentaire).
Dose sans effet nocif observé (DSENO) ¹	Dose maximale à laquelle aucun effet nocif n'a été observé au cours d'études habituellement réalisées chez des animaux de laboratoire. Équivalent français de <i>No Observable Adverse Effect Level</i> (NOAEL).
Étude de biosurveillance	Étude qui vise à estimer l'exposition à une substance chimique en mesurant cette substance ou ses métabolites dans le corps. Les participants à ce type d'étude fournissent un échantillon d'urine, de sang, de

¹ Tous ces termes sont exprimés en mg de substance/kg de poids corporel/jour.

	cheveux, d'ongles, de salive ou de lait maternel.
Limite administrative maximale de résidus (LAMR)	Limite maximale dans les aliments des résidus de médicaments vétérinaires. Les LAMR ont été adoptées, mais n'apparaissent pas encore dans le Règlement sur les aliments et drogues.
Limite de tolérance	Limite maximale des additifs dans les aliments prévue dans le Règlement sur les aliments et drogues.
Limite maximale de résidus (LMR)	Limite maximale dans les aliments des résidus de pesticides ou de médicaments vétérinaires. Les LMR ont une valeur légale.
Norme	Limite maximale dans les aliments de certains contaminants chimiques. Au Canada, dans le contexte spécifique de la contamination chimique des aliments, les normes n'ont pas de valeur légale.
PubMed	La base de données PubMed est la principale base de références bibliographiques des sciences de la vie. Elle est produite par le National Center for Biotechnology Information (NCBI) et elle est hébergée par le National Library of Medicine des États-Unis.
Simulation de Monte Carlo	La simulation de Monte Carlo est une technique mathématique itérative qui permet d'obtenir un résultat donné sous forme de distribution de valeurs ou, autrement dit, sous forme de probabilité d'apparition de ces valeurs.
Tolérance	Limite maximale de certains contaminants chimiques dans les aliments prévue dans le Règlement sur les aliments et drogues.

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ACIA	Agence canadienne d'inspection des aliments
ADA	Azodicarbonamide
Al	Aluminium
ALARA	<i>As Low As Reasonably Achievable</i>
ALENA	Accord de libre-échange nord-américain
Am	Américium
AMR	Analyse des multirésidus
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARLA	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
As	Arsenic
B	Bore
BPC	Biphényles polychlorés
CAC	Codex Alimentarius Commission (Commission du Codex Alimentarius)
CCRVDF	Comité du Codex sur les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments
Cd	Cadmium
Cs	Césium
CQIASA	Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale
Cr	Chrome
Cu	Cuivre
DARf	Dose aiguë de référence
DES	Diéthylstilbestrol
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
DDE	Dichlorodiphényldichloroéthylène
DGA	Direction générale des aliments
DGPSA	Direction générale des produits de santé et des aliments
DHTP	Dose hebdomadaire tolérable provisoire
DJA	Dose journalière admissible
DJAP	Dose journalière admissible provisoire
DJP	Dose journalière probable
DMV	Direction des médicaments vétérinaires
Drf	Dose de référence
DSENO	Dose sans effet nocif observé

EDPB	Éthers diphényliques polybromés
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Fe	Fer
Hg	Mercure
HBC	Hexachlorobenzène
HCH	Hexachlorocyclohexane
I	Iode
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
JECFA	Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires
JMPR	Réunion conjointe FAO/OMS sur les résidus de pesticides
LAMR	Limite administrative maximale de résidus
LM	Limite maximale
LMR	Limite maximale de résidus
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MetHg	Méthylmercure
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MEO	Ministère de l'Environnement de l'Ontario
mg/kg pc/j	mg/kg de poids corporel/jour
Mn	Manganèse
MPO	Ministère des Pêches et des Océans
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
N-EtPFOSA	N-éthyl perfluorooctane sulfonamide
Ni	Nickel
OMS	Organisation mondiale de la Santé
Pb	Plomb
PFA	Acides perfluorés
PFOA	Perfluorooctanoate
PFOS	Perfluorooctane sulfonate
PFOSA	Perfluorooctane sulfonamide
PNSRC	Programme national de surveillance des résidus chimiques
ppb	Partie par milliard ou partie par 10^9 (<i>part per billion</i> en anglais)
ppm	Partie par million ou partie par 10^6 (<i>part per million</i> en anglais)
ppt	Partie par billion ou partie par 10^{12} (<i>part per trillion</i> en anglais)
SEM	Semicarbazide

Se	Sélénium
Sn	Étain
TEQ	Toxicité équivalente
Ti	Titane
Zn	Zinc

INTRODUCTION

La prépondérance de l'alimentation en tant que déterminant modifiable de l'obésité et des maladies chroniques comme le diabète, les maladies cardiovasculaires et certains types de cancer est maintenant reconnue (OMS, 2003). Les données scientifiques viennent progressivement démontrer la façon dont les modifications de l'alimentation se répercutent sur la santé dans un sens favorable ou défavorable.

L'importance d'une saine alimentation dans la promotion de la santé et la prévention des maladies chroniques souligne la pertinence de surveiller la qualité des aliments offerts aux consommateurs québécois. En plus de la valeur nutritive, cette qualité se traduit par la salubrité et l'innocuité des aliments, lesquelles peuvent être compromises par des contaminants chimiques issus de l'eau, des sols, des pratiques agricoles et d'élevage, des procédés de transformation et de distribution, etc.

Idéalement, l'adoption d'une saine alimentation composée d'aliments variés ne devrait pas être accompagnée d'une exposition à des contaminants nuisibles pour la santé. Ainsi, une consommation accrue de fruits et de légumes ne devrait pas conduire à un apport élevé en résidus de pesticides et d'herbicides; la consommation de poissons riches en oméga-3 ne devrait pas contribuer à une accumulation de métaux comme le mercure dans l'organisme; les emballages utilisés pour la distribution des denrées alimentaires de toute sorte ne devraient pas s'avérer néfastes pour la santé; etc.

Afin de s'assurer de l'innocuité des aliments, des normes de résidus de contaminants chimiques sont élaborées par les gouvernements tant fédéral que provincial. Des campagnes d'échantillonnage permettant de mesurer les concentrations de résidus de plusieurs composés chimiques sont également effectuées par ces instances gouvernementales.

Une étape importante de l'évaluation du risque toxicologique, faisant partie du mandat de l'Équipe scientifique sur les risques toxicologiques de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), consiste à estimer l'exposition. Ce type d'évaluation doit tenir compte de toutes les voies afin de connaître l'exposition globale de la population aux contaminants chimiques. Les aliments consommés (tout comme l'eau potable, l'air, les sols, etc.) sont une source potentielle d'exposition aux contaminants. Actuellement, il n'existe pas de rapport global de l'exposition de la population québécoise aux contaminants chimiques dans les aliments. Les connaissances concernant les doses de contaminants alimentaires reçues par la population sont le plus souvent imprécises, voire inexistantes.

L'objectif principal de cette étude vise à dresser un portrait descriptif de la présence de résidus chimiques dans les aliments consommés au Québec. À cause du nombre limité de données disponibles, la démarche proposée s'avère exploratoire. Cependant, ce recueil se veut un outil de référence faisant état des mandats des différents organismes chargés de réglementer et de surveiller la contamination chimique des aliments, compilant les données disponibles issues des différents programmes de surveillance et déterminant les contaminants chimiques émergents qui retiennent l'attention de la communauté scientifique dans la littérature. Cette compilation d'informations jusqu'alors éparses constitue donc la première étape d'un tour d'horizon de la situation de l'innocuité des aliments au Québec. Elle

représente aussi une évaluation qualitative de l'exposition globale de la population québécoise aux contaminants chimiques par l'entremise de l'alimentation. Les données recueillies dans cette étude permettront notamment d'évaluer la pertinence et la faisabilité d'éventuels travaux scientifiques à prioriser et à réaliser au regard de cette problématique.

1 MÉTHODOLOGIE

1.1 SOURCES DE DONNÉES

Afin d'atteindre les objectifs de la présente étude, les sites Internet des principaux organismes canadiens (Santé Canada et Agence canadienne d'inspection des aliments — ACIA), québécois (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec — MAPAQ) et municipaux (ville de Montréal) chargés de la salubrité des aliments ont été consultés :

- Santé Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/index_f.html
- ACIA : <http://www.inspection.gc.ca/francais/tocf.shtml>
- MAPAQ : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Pages/Accueil.aspx>
- Ville de Montréal : http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=2136,2655443&_dad=portal&_schema=PORTAL

Compte tenu de la mondialisation et du fait que plusieurs aliments consommés proviennent de l'extérieur du Canada, le site Internet du Codex Alimentarius, sous la responsabilité de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), a aussi été consulté. Ce site présente un intérêt particulier pour connaître la méthodologie utilisée en vue de déterminer les limites maximales de résidus (LMR).

- Codex Alimentarius : http://www.codexalimentarius.net/web/index_fr.jsp

À partir de ces sites, les informations ci-dessous ont été recherchées dans un premier temps. Elles sont présentées aux chapitres 2 et 3, et se définissent comme suit :

- les missions ou les mandats de ces organismes en ce qui a trait à la salubrité des aliments;
- les différents règlements et les différentes lois élaborés par ces organismes, qui régissent la salubrité des aliments consommés au Québec;
- les programmes d'inspection des aliments existants;
- la méthodologie utilisée pour l'élaboration des LMR.

1.2 BILAN DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DES ALIMENTS

Les données descriptives sur la contamination chimique des aliments consommés au Québec ont, quant à elles, été colligées au chapitre 4. Les sources de données proviennent des programmes de surveillance de l'ACIA ainsi que de Santé Canada. Quant aux données provenant des campagnes d'échantillonnage du MAPAQ, elles ne sont pas publiques. Au moment d'écrire ces lignes, des démarches avaient été entreprises par l'INSPQ afin d'établir une entente pour avoir accès à ces données. Les discussions se poursuivent.

D'autres données sur la contamination de ressources aquatiques, recueillies au Québec, issues des travaux de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent² (http://www.planstlaurent.qc.ca/centre_ref/biblio/recherche_f.asp) ont également été retenues.

1.2.1 Données de l'ACIA

L'ACIA est chargée de la surveillance des résidus chimiques et des contaminants pouvant être présents dans les aliments canadiens et importés. Elle rend disponibles sur son site Internet les résultats de son Programme national de surveillance des résidus chimiques — PNSRC (ACIA, 2010).

Le PNSRC comporte un volet de surveillance pour lequel les aliments, d'origine canadienne ou importée, sont prélevés de façon aléatoire partout au pays, au cours de l'année financière (du 1^{er} avril au 31 mars). Il prévoit aussi un volet d'*échantillonnages dirigés* sur des produits ou des lots suspects autant canadiens qu'importés.

Les rapports annuels sur les résidus de produits chimiques issus du PNSRC, qui étaient accessibles au moment de la compilation, ont été utilisés, soit ceux des années 2002-2003, 2003-2004 et 2004-2005³. Seuls les fichiers contenant les résultats d'analyses effectuées dans le cadre du volet surveillance ont été considérés, c'est-à-dire les *échantillons de vérification choisis au hasard*.

Les rapports consultés se divisent en deux catégories selon les classes d'aliments échantillonnés :

- Les aliments d'origine animale comprenant les viandes⁴, les œufs, le lait, les produits laitiers et le miel pour lesquels les médicaments vétérinaires, les métaux et les pesticides⁵ ont été recherchés.
- Les aliments d'origine végétale comprenant les fruits et les légumes frais et transformés, pour lesquels les pesticides⁶ et les métaux ont été recherchés.

Pour éviter de rendre le présent document trop volumineux, seuls les groupes prédominants d'aliments (échantillonnage exhaustif, taille de l'échantillon importante, consommation importante par la population) ont été pris en considération. Dans le cas des aliments

² Les cinq premières années, l'Entente était désignée sous le nom Plan d'action Saint-Laurent; puis, de 1993 à 2003, sous le nom de Saint-Laurent Vision 2000. Au cours de la dernière période (2005-2010), elle a porté le nom de Plan Saint-Laurent pour un développement durable.

³ Depuis le 25 mars 2011, les années 2005-2006, 2006-2007 et 2007-2008 du rapport annuel du Programme national de surveillance des résidus chimiques sont en ligne. Ces récents rapports n'ont pas été pris en considération dans le cadre du présent travail parce que la compilation était terminée au moment de leur parution.

⁴ L'expression *viandes* utilisée dans le présent document désigne tout type de viande, incluant la volaille.

⁵ Les pesticides recherchés par l'ACIA sont classés dans la catégorie des produits chimiques agricoles. Or, à l'exception du pentachlorophénol (PCP) utilisé surtout comme agent de conservation du bois, tous les produits chimiques agricoles recherchés dans les aliments d'origine animale, qui sont retenus durant la période visée, sont des pesticides.

⁶ Tous les produits chimiques agricoles recherchés dans les fruits et les légumes frais durant la période visée sont des pesticides.

d'origine animale, les données de contamination sur les viandes canadiennes et les œufs canadiens et importés ont été compilées, alors que, dans le cas des aliments d'origine végétale, seuls les fruits et les légumes frais canadiens et importés ont été considérés.

De plus, bien que l'ACIA ne publie pas de données sur des aliments échantillonnés spécifiquement au Québec, les auteurs de la présente étude exploratoire ont tout de même posé l'hypothèse que les résultats obtenus pour l'ensemble du Canada sont représentatifs de ceux du Québec, en raison du caractère aléatoire de la stratégie d'échantillonnage utilisée par l'Agence.

1.2.1.1 Fruits et légumes frais

Les informations contenues dans les rapports de 2002-2003, de 2003-2004 et de 2004-2005 sur les résidus chimiques dans les fruits et les légumes frais canadiens et importés ont été compilées de la façon indiquée ci-dessous.

Données générales

Données sur le nombre d'analyses, sur les pourcentages d'analyses positives et sur les pourcentages d'analyses hors norme pour les pesticides et les métaux combinés.

Pesticides

- a. Données sur le nombre d'échantillons, sur les pourcentages d'échantillons positifs et sur les pourcentages d'échantillons hors norme pour tous les pesticides recherchés ainsi que pour les pesticides recherchés à l'aide de la méthode d'analyse des multirésidus (AMR).
- b. Données sur le nombre d'échantillons et sur les pourcentages de détection pour les pesticides AMR recherchés dans chacun des fruits et des légumes les plus consommés par la population canadienne.
- c. Les fruits et les légumes frais les plus consommés par la population canadienne, parmi ceux qui se trouvent dans la base de données de l'ACIA, ont été sélectionnés à partir du document *Statistiques sur les aliments – 2007* (Statistique Canada, 2008). Dans cette publication annuelle, les taux de consommation d'aliments disponibles pour la consommation humaine (kg/personne/année), ajustés selon les pertes qui surviennent aux points de vente au détail, dans les ménages, lors de la cuisson et dans l'assiette, sont colligés à partir des données sur l'approvisionnement alimentaire canadien. Les fruits et les légumes dont le pourcentage de consommation apparente est égal ou supérieur à 0,5 % ont été retenus. Le pourcentage de consommation apparente d'un fruit ou d'un légume donné correspond au taux de consommation de ce dernier sur le taux de consommation total de fruits et de légumes.
- d. Afin de déterminer les pesticides auxquels la population est plus susceptible d'être exposée, une démarche de priorisation a été entreprise. Elle prend en compte les taux de détection des pesticides les plus fréquemment détectés dans les fruits et les légumes les plus consommés par la population canadienne et les taux de consommation de ces aliments.

- e. Une comparaison avec les normes (LMR) élaborées par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), lorsqu'elles étaient disponibles, a été réalisée pour les concentrations moyennes, minimales et maximales de tous les pesticides priorisés, et ce, pour les fruits et les légumes les plus consommés dans lesquels ces pesticides ont été détectés. Compte tenu de l'ampleur des fichiers sur les fruits et les légumes, seules les données de l'année 2004-2005 (fruits et légumes canadiens et importés) ont été traitées.

Métaux

- a. Données sur les pourcentages moyens de détection pour les années 2002 à 2005 des métaux dans les fruits et les légumes les plus consommés par la population canadienne.

Pour les métaux, le taux de conformité n'est pas pris en compte dans la compilation, puisque l'ACIA mentionne que « les infractions [...] n'ont pas toujours de rapport avec les critères de santé et sécurité établis dans la Loi et Règlement sur les aliments et drogues. Elles peuvent indiquer simplement que les concentrations présentes étaient supérieures aux normes prévues pour l'espèce ou le tissu » (ACIA, 2010).

1.2.1.2 Viandes et œufs

Les viandes considérées dans l'analyse des données de l'ACIA sont le bœuf; le porc; le veau; le mouton et l'agneau; le poulet de même que le dindon. Ces viandes représentent presque la totalité des viandes pour lesquelles il existe des statistiques de consommation apparente (Statistiques Canada, 2008).

La recherche exhaustive des médicaments vétérinaires, des métaux et des pesticides n'a été réalisée par l'ACIA que pour les viandes d'origine canadienne. Par exemple, pour les viandes prises en considération, aucun métal n'a été recherché dans les viandes importées pour les années couvertes par la présente étude, ni hormone pour l'année 2004-2005, ni test de dépistage général des antibiotiques pour cette même année. Compte tenu de la faible taille des échantillons et de l'absence de plusieurs produits recherchés dans les viandes importées, l'évaluation de la contamination des viandes présentée dans ce document se limitera aux viandes provenant du Canada.

Les analyses contenues dans les rapports de 2002-2003, de 2003-2004 et de 2004-2005, effectuées sur des combinaisons tissu/animal de viandes canadiennes ainsi que sur des échantillons d'œufs canadiens et importés, ont été compilées de la façon suivante :

- a. Les données sur les pourcentages de détection et sur les pourcentages hors norme des médicaments vétérinaires et des pesticides;
- b. Les données sur les pourcentages de détection des métaux;
- c. Les concentrations mesurées des différents contaminants, lorsqu'elles étaient détectées, ont été comparées aux normes existantes, lorsqu'elles étaient disponibles.

1.2.2 Données de Santé Canada

Il est possible d'avoir accès à des données de Santé Canada sur la contamination chimique en consultant les sources suivantes :

- étude canadienne sur l'alimentation totale;
- études sur les contaminants chimiques réalisées par les différentes divisions du Bureau d'innocuité des produits chimiques (Santé Canada).

Seuls les rapports et les publications de Santé Canada touchant le Québec (ou le Canada entier dans lequel le Québec est inclus) ont été retenus pour le présent travail. De plus, vu le nombre considérable de publications issues des études sur les contaminants chimiques, seules celles parues à partir de l'année 2000 ont été examinées.

1.2.3 Données issues de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent

L'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent, qui a été renouvelée quatre fois depuis 1988, porte sur la conservation, la protection et la restauration de l'écosystème du Saint-Laurent et le recouvrement des usages qui y sont liés (Plan Saint-Laurent pour un développement durable, 2010).

Depuis plus de 20 ans, cette entente engendre un nombre imposant de publications. Puisque ces dernières n'ont pas été réalisées spécifiquement dans le cadre d'un programme de salubrité chimique des aliments, seuls quelques résultats, publiés à partir de l'année 2000, ont été résumés à l'intérieur du présent document. Ils sont regroupés sous quatre thèmes, soit les poissons d'eau douce, les ressources biologiques marines, les mollusques et la sauvagine.

1.3 CONTAMINANTS EN ÉMERGENCE

Les contaminants en émergence ont été déterminés à l'aide des publications scientifiques. Ces contaminants peuvent être considérés comme émergents, car, dans bien des cas, l'intérêt qui leur est porté est récent et leur recherche ne fait pas encore partie des programmes de surveillance. La détermination de ces contaminants s'est faite, tout d'abord, lors de la consultation du périodique *Food Additives & Contaminants* qui constitue un périodique important en ce qui concerne la contamination des aliments. Les auteurs de la présente étude ont compilé, à partir des tables des matières et des résumés des cinq dernières années, les différents contaminants chimiques ayant fait l'objet de recherches et de publications.

Cette compilation a par la suite été complétée par une recherche bibliographique effectuée dans la base de données PubMed (plateforme EBSCO) à l'aide des mots-clés suivants : *food safety AND (contaminant OR residue)*. La recherche a été limitée aux cinq dernières années, et le périodique *Food Additives and Contaminants* a été exclu, puisqu'il faisait déjà l'objet d'une évaluation.

Seuls les articles traitant des contaminants chimiques dans les aliments, auxquels les humains peuvent être exposés par l'intermédiaire de leur alimentation, ont été sélectionnés et compilés. Les études retenues comprennent, entre autres, les publications sur les méthodes analytiques, les études animales permettant d'évaluer le risque pour l'humain, les études d'exposition (recherche dans les aliments ou études de biosurveillance), les travaux de modélisation de l'exposition, etc. Les publications ayant trait à la microbiologie, à l'eau potable, au suivi de contaminants dans la chaîne alimentaire, aux nutraceutiques et à la recherche de constituants des aliments (ex. : déterminer un alcaloïde ou une protéine particulière) n'ont pas été sélectionnées. Les résultats sont présentés au chapitre 5.

2 ORGANISMES CHARGÉS DE LA SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION DES ALIMENTS

Différents organismes municipaux, provinciaux, fédéraux et internationaux sont chargés de surveiller la contamination des aliments. Au Québec, l'inspection des aliments se fait à trois niveaux, soit au fédéral, au provincial et au municipal. À l'échelle internationale, la Commission du Codex Alimentarius est la référence des consommateurs; des producteurs et des transformateurs de denrées alimentaires; des organismes nationaux de contrôle des aliments de même que du commerce international des produits alimentaires (FAO/OMS, 2006). Le mandat de chacun de ces organismes est présenté dans les sections suivantes.

2.1 NIVEAU FÉDÉRAL

Santé Canada joue un rôle de premier plan dans la protection des consommateurs canadiens en leur garantissant que les aliments qu'ils consomment sont de bonne qualité. Dans ce contexte, la Direction générale des produits de santé et des aliments (DGPSA), qui est assujettie par la Loi sur les aliments et drogues, doit, selon ses mandats, promouvoir une saine nutrition et maximiser la sécurité des aliments. En résumé, son rôle est de gérer les risques associés à l'utilisation de ces produits et d'assurer une excellente qualité des produits consommés par la population canadienne. Pour ce faire, elle applique la législation fédérale qui établit les normes de qualité et les conditions de vente (Santé Canada, 2007c).

La Direction des aliments qui relève de la DGPSA est l'autorité fédérale en matière de santé chargée d'établir des politiques et des normes ainsi que de fournir des avis et des renseignements sur l'innocuité et la valeur nutritive des aliments (Santé Canada, 2005b). En vue de réaliser tout cela, certains produits alimentaires sont analysés au laboratoire des aliments, et l'accent est mis sur l'élaboration des politiques et sur la liaison entre les programmes, le public et les intéressés (Santé Canada, 2007b).

La Direction des aliments a aussi pour mandat d'évaluer le risque pour la santé humaine associé à l'exposition aux contaminants chimiques présents dans les denrées alimentaires. Lorsqu'elle détecte un risque jugé inacceptable, des mesures de gestion sont adoptées afin de diminuer ou d'éliminer le risque d'effets nocifs sur la santé attribuables à l'exposition à la substance chimique. Une mesure de gestion du risque consiste en l'établissement de *limites maximales* applicables aux contaminants chimiques présents dans les denrées alimentaires vendues au détail. Les limites maximales peuvent être établies par Santé Canada, mais c'est l'ACIA qui est chargée de leur application (Santé Canada, 2005a).

Le Bureau d'innocuité des produits chimiques fait partie de la Direction des aliments. Ce bureau gère, entre autres choses, les activités liées à l'élaboration des politiques, à l'établissement des normes et à l'évaluation du risque. Son principal objectif est de s'assurer que les niveaux de substances chimiques mesurés dans les denrées alimentaires ne présentent pas un risque pour la santé humaine. Les substances chimiques incluent les additifs alimentaires, les matériaux d'emballage, les allergènes alimentaires et les contaminants alimentaires (Santé Canada, 2007a).

Le Laboratoire des aliments comprend deux secteurs d'analyse, soit l'analyse chimique des aliments et la microbiologie. Au laboratoire, les denrées alimentaires sont analysées afin d'y repérer les substances chimiques toxiques, certains contaminants alimentaires tels que les résidus de médicaments vétérinaires et de polluants du milieu ainsi que les microorganismes pathogènes (Santé Canada, 2007b).

L'inspecteurat des produits alimentaires relève de l'ACIA (Santé Canada, 2007c). Le mandat de l'ACIA est vaste et complexe, puisque ses responsabilités découlent de 13 lois fédérales et de 42 règlements (ACIA, 2008). La mission de l'ACIA est d'empêcher que des contaminants dangereux soient introduits dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire (Santé Canada, 2007d). Ainsi, l'ACIA est chargée de surveiller la présence et les concentrations de contaminants chimiques retrouvés dans les denrées alimentaires, et de vérifier si ces concentrations respectent le règlement (Santé Canada, 2007d; Santé Canada, 2004a). Annuellement, environ 220 000 échantillons sont analysés afin de surveiller les concentrations de contaminants dans les aliments (Santé Canada, 2004a).

Ces analyses portent sur un large éventail de contaminants tels que (Santé Canada, 2007d) :

- les médicaments vétérinaires;
- les produits chimiques agricoles, y compris les pesticides;
- les radionucléides;
- les contaminants du milieu;
- les contaminants industriels;
- les autres auxiliaires de transformation et de fabrication des aliments qui sont réglementés.

Les produits et les secteurs réglementés par l'ACIA sont les suivants (ACIA, 2009a) :

- les aliments au détail;
- l'étiquetage;
- les fruits et les légumes frais;
- les fruits et les légumes transformés;
- les matériaux d'emballage et les produits chimiques non alimentaires;
- le miel;
- les œufs et les produits d'œufs;
- les poissons et les produits de la mer;
- les produits biologiques;
- les produits de l'érable;
- les produits laitiers;
- les produits de la viande et de la volaille.

L'ACIA s'assure aussi du respect des exigences étrangères en ce qui a trait aux exportations de denrées alimentaires de même que des exigences canadiennes en ce qui concerne les importations de ces mêmes types de produits (ACIA, 2009a). Bien que la responsabilité

fédérale en matière d'inspection des aliments revient à l'ACIA, d'autres ministères jouent un rôle dans la réglementation de l'importation de denrées alimentaires. À titre d'exemple, le ministère des Affaires étrangères et du Commerce international du Canada supervise l'importation de certains produits agricoles même s'il ne procède pas directement à l'inspection des marchandises (ACIA, 2009b).

2.2 NIVEAU PROVINCIAL

Le MAPAQ a pour mandat, par l'entremise du Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale (CQIASA) de la Direction générale de l'alimentation, de contribuer à la protection de la santé publique et à l'amélioration de la santé animale en assurant une surveillance sur toute la chaîne alimentaire (MAPAQ, 2008). Plus précisément, le CQIASA surveille la salubrité et l'innocuité des aliments, et la santé animale :

- en instaurant des programmes de surveillance de la santé animale et des aliments afin de détecter le plus rapidement possible les maladies d'origine animale et alimentaire;
- en observant toute la chaîne alimentaire, de la ferme à l'assiette du consommateur, en ayant recours à des services d'inspection et de contrôle dans les commerces alimentaires;
- en évaluant et en analysant les risques liés à la sécurité alimentaire et à la santé animale;
- en implantant des mesures de gestion des risques pour la santé et en les communiquant rapidement et de façon efficace;
- en informant les exploitants et les consommateurs sur la sécurité alimentaire (MAPAQ, 2008).

Le CQIASA a notamment pour mandat, selon la Loi sur les produits alimentaires (LRQ, chapitre P-29), d'inspecter les établissements alimentaires afin de vérifier l'innocuité des aliments ainsi que l'hygiène des lieux et du personnel. Il a donc la responsabilité d'inspecter les installations et le matériel des producteurs agricoles et les établissements alimentaires des secteurs de la transformation, de la distribution, de la vente en gros, de la vente au détail et de la restauration sur tout le territoire québécois. Toutefois, en ce qui concerne la ville de Montréal, le CQIASA lui délègue cette tâche (MAPAQ, 2008).

En plus de son mandat d'inspection, le CQIASA a la responsabilité de donner suite aux plaintes formulées par le consommateur. De cette façon, la surveillance qu'il exerce sur toute la chaîne alimentaire permet d'offrir continuellement aux consommateurs québécois des aliments sains et de qualité (MAPAQ, 2008).

Le CQIASA est composé de différentes directions :

- Direction de la coordination de l'inspection des aliments et des mesures d'urgence

La Direction a deux mandats principaux. Son premier mandat consiste à s'assurer que les activités d'inspection des aliments et de surveillance de la santé animale sont effectuées de façon uniforme. De plus, par l'entremise d'ententes particulières, elle coordonne les activités réalisées par l'équipe d'inspection de la ville de Montréal. Lors de situations

d'urgence, elle coordonne les activités de l'ensemble du MAPAQ qui assume la mission alimentaire (MAPAQ, 2008).

Comme deuxième mandat, la Direction gère aussi l'évolution de l'approche d'inspection basée sur les risques et les rappels d'aliments, et voit à la conformité de l'étiquetage des aliments (MAPAQ, 2008).

- Direction du laboratoire d'expertises et d'analyses alimentaires

Cette direction a pour mandat d'évaluer les risques alimentaires ainsi que d'élaborer et de mettre en place des programmes de surveillance et d'analyse des produits alimentaires. Elle effectue également des analyses en laboratoire des échantillons prélevés sur les aliments lors des inspections. Enfin, elle fournit une expertise basée sur l'évaluation scientifique des risques d'origine chimique, physique et microbiologique (MAPAQ, 2008).

- Direction du développement et de la réglementation

Cette direction a pour mission de préparer la documentation nécessaire au développement de l'inspection des aliments. De plus, elle élabore des guides de référence et des grilles d'évaluation afin que le personnel affecté aux inspections alimentaires possède les outils nécessaires lorsqu'il traite les dossiers d'enquête et de suivi. Par ailleurs, cette direction rédige et modifie les lois et les règlements nécessaires au CQIASA pour qu'il exécute son mandat d'inspection des aliments. Enfin, elle participe aux travaux des comités fédéral-provinciaux-territoriaux concernant la salubrité des aliments, les systèmes d'inspection et la réglementation des produits alimentaires (MAPAQ, 2008).

L'ACIA, qui est l'autorité fédérale dans ce domaine, intervient également en matière d'innocuité des aliments et de santé animale. Cependant, afin d'assurer une complémentarité des actions et d'éviter des chevauchements, des ententes de partage des responsabilités sont en vigueur dans plusieurs secteurs d'activité.

2.2.1 Faits saillants relatifs aux activités d'inspection

Le Québec possède des normes élevées en matière de salubrité et d'innocuité pour la production, la préparation, la distribution et la consommation des aliments. En effet, entre le 1^{er} avril 2007 et le 31 mars 2008, les équipes d'inspection du CQIASA et de la ville de Montréal ont effectué dans les 70 864 établissements alimentaires québécois un total de 60 702 inspections. De plus, ces équipes ont répondu à 5 850 plaintes et traité 1 073 déclarations de toxi-infections alimentaires (MAPAQ, 2008). Par ailleurs, à partir des prélèvements effectués sur les produits alimentaires lors des visites d'inspection, 75 791 analyses portant sur la vérification de l'innocuité et de la qualité des aliments ont été réalisées. Advenant le cas où un produit alimentaire représenterait un risque pour la santé humaine, soit à cause d'un contaminant soit à cause d'une substance allergène non déclarée, le produit serait retiré du marché. Lors d'un rappel de produits alimentaires, l'exploitant a la responsabilité de procéder au rappel, tandis que le CQIASA doit s'assurer que les produits alimentaires visés soient retirés du marché, et ce, sur tout le territoire québécois. Au cours de cette même période, le CQIASA a rappelé 56 produits alimentaires.

À ces rappels s'ajoute la vérification de l'efficacité de la procédure pour 110 autres rappels demandés par l'ACIA sur le territoire québécois (MAPAQ, 2008).

2.3 NIVEAU MUNICIPAL

En vertu d'une délégation de pouvoir du CQIASA, la ville de Montréal est la seule ville québécoise qui a la responsabilité de veiller à la qualité et à l'innocuité des aliments préparés, servis et vendus aux consommateurs sur son territoire. Ainsi, l'équipe d'inspection des aliments de la ville de Montréal doit s'assurer que tous les aliments destinés à la consommation humaine répondent aux exigences des lois et des règlements des gouvernements provincial et fédéral (ville de Montréal, non daté).

Pour ce faire, l'équipe d'inspection des aliments assure une surveillance constante de tous les établissements alimentaires des secteurs de la restauration, de la vente au détail, de la transformation, de la distribution et de l'entreposage des aliments. En fonction des risques pour la santé humaine, l'équipe inspecte les aliments et les activités reliées à la préparation, à la transformation, à la conservation et à la manipulation des aliments. Elle conseille aussi les exploitants de commerces alimentaires sur les bonnes pratiques qui assurent la sécurité des denrées consommées. Puis, elle réalise des analyses et des expertises relatives à la qualité et à l'innocuité des aliments (ville de Montréal, non daté).

L'équipe d'inspection des aliments intervient dans les endroits publics où les aliments sont consommés (restaurants, cafétérias, cantines mobiles, etc.), dans les établissements de commerce au détail où les consommateurs s'approvisionnent (épiceries, poissonneries, magasins d'aliments naturels, etc.) et lors d'événements spéciaux et de rassemblements populaires où sont aménagées des installations temporaires de vente d'aliments — Festival International de Jazz de Montréal, Festival Juste pour rire, etc. (ville de Montréal, non daté).

Lors de son intervention, à l'improviste, l'inspecteur évalue objectivement le niveau d'hygiène et de salubrité de l'établissement en vérifiant les aliments⁷, les méthodes de travail⁸, les manipulateurs⁹, le matériel¹⁰ et le milieu¹¹ dans lequel les opérations sont effectuées. À titre d'exemple, en 2007, l'équipe d'inspection a effectué 17 734 visites d'inspection dans les quelque 12 000 établissements de restauration et de vente au détail d'aliments de la ville de Montréal. Lors de ces visites, près de 6 100 infractions à la réglementation ont été signalées, et 5 465 échantillons d'aliments ont été prélevés. À partir de ces échantillons, 26 390 analyses de la qualité et de l'innocuité des aliments ont été effectuées (ville de Montréal, non daté).

⁷ L'origine, l'innocuité, l'étiquetage et la température des aliments sont vérifiés.

⁸ L'examen des méthodes de travail porte sur les procédés; les méthodes de cuisson; le réchauffage, le refroidissement et la décongélation des aliments; la présence éventuelle de contamination croisée ainsi que sur les procédures de nettoyage et de désinfection.

⁹ Les conditions d'hygiène telles que le lavage des mains et la tenue vestimentaire des manipulateurs affectés à la préparation des aliments sont évaluées.

¹⁰ L'état d'entretien et la propreté du matériel, tels l'équipement, les ustensiles et les produits d'emballage, sont vérifiés.

¹¹ Le milieu, soit l'environnement qui inclut les locaux, est inspecté en vérifiant la présence de sources de contamination physique, chimique ou environnementale.

En vertu d'une entente entre le MAPAQ et l'ACIA, l'équipe d'inspection vérifie également la conformité en matière d'étiquetage des aliments emballés par les détaillants ou les déclarations inscrites dans les menus, les affiches ou les autres documents mis à la disposition des consommateurs chez les restaurateurs (ville de Montréal, non daté).

2.4 COMMISSION DU CODEX ALIMENTARIUS

La Commission du Codex Alimentarius a été créée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Depuis sa création, la Commission du Codex Alimentarius est devenue un centre de référence international pour les questions relatives aux normes alimentaires (FAO/OMS, 2006), puisqu'on y dénombre actuellement 183 membres (182 pays membres et la Communauté européenne en tant qu'organisation membre). Le Canada est membre de cette commission depuis sa création. La participation canadienne au Codex est coordonnée par le bureau de contact du Codex pour le Canada, situé à la Direction des aliments de la Direction générale des produits de santé et des aliments de Santé Canada (FAO/OMS, 2006).

Le Codex est chargé de :

- développer des normes alimentaires et des lignes directrices;
- publier les normes alimentaires et les lignes directrices afin de protéger la santé des consommateurs;
- promouvoir les pratiques loyales dans le commerce alimentaire;
- coordonner les travaux en matière de normes alimentaires entrepris par des organismes aussi bien gouvernementaux que non gouvernementaux (FAO/OMS, 2006).

2.4.1 Normes du Codex

Les normes du Codex concernent les caractéristiques des aliments et peuvent porter sur toutes les caractéristiques réglementées par les organismes gouvernementaux, ou simplement sur l'une d'entre elles. À titre d'exemple, les LMR pour les résidus de pesticides ou de médicaments vétérinaires dans les denrées alimentaires sont des normes ayant une seule caractéristique. Certaines normes générales du Codex présentent à la fois des dispositions générales et particulières pour un produit. Ces normes s'appliquent aux additifs alimentaires et aux contaminants de même qu'aux toxines présentes dans les aliments. Quant à la norme générale du Codex pour l'étiquetage des produits alimentaires préemballés, elle inclut toutes les denrées alimentaires de cette catégorie. Cette norme peut s'appliquer partout où ces produits sont commercialisés.

2.4.1.1 Codes d'usage du Codex

Les codes d'usage du Codex définissent les pratiques en matière de production, de transformation, de fabrication, de transport et d'entreposage des aliments. Ces pratiques sont essentielles pour assurer la comestibilité et la sécurité sanitaire des aliments.

2.4.1.2 Normes relatives aux produits

Le groupe des normes relatives aux produits inclut le plus grand nombre de normes spécifiques du Codex. Ainsi, il existe des normes pour les produits suivants :

- céréales, légumineuses (légumes secs) et produits dérivés (incluant les protéines végétales);
- matières grasses, huiles et produits dérivés;
- poissons et produits dérivés;
- fruits et légumes frais;
- fruits et légumes transformés et surgelés;
- jus de fruits;
- viandes et produits dérivés : soupes et bouillons;
- lait et produits laitiers;
- sucres, produits à base de cacao et chocolat, et autres produits.

Les normes relatives aux produits contiennent des informations sur le champ d'application, la description, les facteurs essentiels de composition, les additifs alimentaires, les contaminants, l'hygiène, les poids et les mesures, l'étiquetage de même que sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage.

2.4.2 Fonctionnement de la Commission

En vertu de son règlement, la Commission du Codex Alimentarius a, entre autres choses, créé les Comités du Codex qui préparent les projets de normes à soumettre à la Commission. Parmi ces comités, certains s'occupent de questions générales alors que d'autres, de produits.

2.4.2.1 Comités du Codex s'occupant de questions générales

Les Comités s'occupant de questions générales sont également nommés *Comités horizontaux*. Ils élaborent des concepts et des principes d'intérêt général qui concernent l'ensemble des denrées alimentaires, des groupes d'aliments ou certains aliments. Ils examinent ou approuvent des dispositions ayant trait aux normes de produits et formulent aux consommateurs des recommandations relatives à leur santé et à leur sécurité. Leurs travaux intéressent tous les Comités s'occupant des produits étant donné que ces travaux s'appliquent à l'ensemble des normes relatives aux produits.

Six des comités s'occupant de questions générales doivent s'assurer que les dispositions particulières des normes du Codex sur les produits soient similaires aux principales normes et directives générales de la Commission dans leurs domaines de compétence. Ces comités sont les suivants :

- Comité sur les additifs alimentaires;
- Comité sur les contaminants dans les aliments;
- Comité sur l'hygiène alimentaire;

- Comité sur l'étiquetage des denrées alimentaires;
- Comité sur les méthodes d'analyse et d'échantillonnage;
- Comité sur la nutrition et les aliments diététiques ou de régime.

Le Comité sur les résidus de pesticides et le Comité sur les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments élaborent des LMR pour les substances chimiques employées en agriculture.

Le Comité sur les systèmes d'inspection et de certification des importations et des exportations alimentaires s'assure de l'application des normes aux denrées alimentaires faisant l'objet d'un commerce international.

2.4.2.2 Comités s'occupant des produits

Les Comités s'occupant des produits élaborent des normes sur des aliments spécifiques ou des catégories d'aliments. Ils sont suspendus ou dissous lorsqu'ils ont mené à terme leurs travaux. De nouveaux comités peuvent être formés afin d'évaluer des besoins particuliers en vue de l'élaboration de nouvelles normes. Actuellement, on dénombre cinq comités s'occupant des produits, soit :

- Comité sur les graisses et les huiles;
- Comité sur le poisson et les produits de la pêche;
- Comité sur les fruits et les légumes frais;
- Comité sur le lait et les produits laitiers;
- Comité sur les fruits et les légumes traités.

2.4.3 Groupes d'experts

Les normes, les directives et les autres recommandations du Codex reposent sur le principe d'une analyse scientifique rigoureuse réalisée par des experts et des spécialistes de différentes disciplines scientifiques. Des réunions d'experts sont donc organisées conjointement par la FAO et l'OMS.

Trois groupes d'experts de la FAO et de l'OMS élaborent des avis scientifiques, soit :

- le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA);
- la Réunion conjointe FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPPR);
- les Consultations mixtes FAO/OMS d'experts de l'évaluation des risques microbiologiques (JEMRA). Ce dernier groupe ne sera pas détaillé davantage. En effet, la présente étude traite spécifiquement de l'exposition de la population aux aliments contaminés par des produits chimiques.

2.4.3.1 Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires

Le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) examine les aspects chimiques, toxicologiques, etc., des contaminants et des résidus de médicaments vétérinaires présents dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine.

Trois comités du Codex, soit le Comité du Codex sur les additifs alimentaires, le Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments et le Comité du Codex sur les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments, déterminent quels seront les additifs alimentaires, les contaminants et les résidus de médicaments vétérinaires devant être soumis au JECFA pour évaluation. Ces comités voient ensuite à incorporer lesdits additifs, contaminants et résidus aux normes Codex.

Pour les additifs alimentaires, le JECFA élabore des principes pour l'évaluation de leur innocuité et établit des doses journalières admissibles (DJA) ou des doses journalières tolérables (DJT)¹² sur la base des renseignements toxicologiques et des autres renseignements dont il dispose. Il élabore également des normes d'identité et de pureté qui aideront à garantir que le produit commercialisé est de qualité appropriée (FAO/OMS, non daté).

En ce qui concerne les contaminants et les substances toxiques naturellement présentes dans les aliments, le JECFA établit des doses journalières admissibles provisoires (DJAP) ou des doses hebdomadaires tolérables provisoires (DHTP), lorsqu'il y a un niveau identifiable sans effet observé (FAO/OMS, non daté). Ces doses sont qualifiées de provisoires en raison des lacunes dans la base de données toxicologiques.

Dans le cas des médicaments vétérinaires, les LMR sont recommandées pour les tissus animaux, le lait et les œufs. Ces LMR doivent garantir que la quantité de résidus présents dans les aliments a peu de probabilité de dépasser la DJA lorsque le médicament a été utilisé adéquatement (FAO/OMS, non daté).

Plus de 1 300 additifs alimentaires de même que 25 contaminants et substances toxiques naturellement présentes dans les aliments, et les résidus d'environ 80 médicaments vétérinaires ont été évalués par le JECFA (FAO/OMS, non daté).

2.4.3.2 Réunion conjointe FAO/OMS sur les résidus de pesticides

La Réunion conjointe FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR) effectue des évaluations toxicologiques des résidus de pesticides, menant à une estimation de la dose journalière admissible — DJA (FAO/OMS, non daté). La JMPR propose des LMR pour les résidus de pesticides et les contaminants de l'environnement présents dans certains produits alimentaires en vue de garantir l'innocuité des denrées alimentaires contenant des résidus de pesticides. Ces LMR s'appuient principalement sur les niveaux de résidus estimés à la suite d'essais au champ contrôlés, comportant une utilisation des pesticides conforme à de bonnes pratiques agricoles (FAO/OMS, non daté). La JMPR recommande également des méthodes d'échantillonnage et d'analyse. Le Comité du Codex sur les résidus de pesticides et la JMPR coopèrent. En effet, le Comité du Codex sur les résidus de pesticides détermine les substances que la JMPR doit évaluer. Après l'évaluation, le Comité du Codex vérifie les LMR recommandées : si elles sont acceptables, elles seront transmises à la Commission du Codex pour être adoptées en tant que LMR Codex (FAO/OMS, 2006).

¹² Le JECFA distingue la DJA de la DJT. La DJA est utilisée lorsque l'exposition peut être contrôlée comme dans le cas des résidus de pesticides et des médicaments vétérinaires dans les aliments, et des additifs alimentaires. La DJT est utilisée pour les contaminants chimiques qui n'ont pas été ajoutés délibérément dans les aliments, c'est-à-dire pour d'autres contaminants que ceux ayant une raison de se trouver dans les aliments (ex. : dioxines, mercure).

3 ÉTABLISSEMENT DE LIMITES MAXIMALES DANS LES ALIMENTS

Un des rôles de Santé Canada est d'évaluer si la consommation d'aliments par les Canadiens pourrait entraîner un risque inacceptable pour leur santé. Pour ce faire, une des méthodes employées est de contrôler la contamination chimique alimentaire par l'établissement de limites maximales. Les sections qui suivent décrivent le processus d'établissement de ces limites maximales. Ces dernières sont regroupées en fonction de la nature du produit chimique, soit les LMR pour les pesticides, les LMR pour les médicaments vétérinaires, les limites de tolérance ou les normes pour les contaminants chimiques et les limites de tolérance pour les additifs alimentaires.

3.1 LIMITES MAXIMALES DE RÉSIDUS DE PESTICIDES

La définition de la LMR correspond à « [...] la plus grande quantité de résidus pouvant se trouver sur les aliments par suite d'une application maximale de pesticides selon les directives de l'étiquette. Les LMR représentent le niveau de résidus de pesticide sur ou dans une denrée traitée, au moment où cette denrée se retrouve sur le marché » (ARLA, 2003, p. 23).

C'est l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada qui est chargée de fixer les LMR des pesticides (ARLA, 2006). L'établissement des LMR fait partie du processus d'homologation des pesticides (Santé Canada, 2009a)¹³. Tout pesticide est homologué pour une ou plusieurs cultures spécifiques, et chaque LMR est établie pour une combinaison pesticide/aliment. Par exemple, la LMR du carbaryl, un insecticide, est de 0,2 ppm¹⁴ dans les pommes de terre et de 7 ppm dans les fraises.

L'ARLA calcule la valeur des LMR à partir de nombreuses données fournies par les titulaires d'homologation (ARLA, 2003). Ces données sont issues d'études réalisées sur ou dans tous les aliments d'origine végétale ou animale visés par une LMR. La source primaire de données provient d'une série d'essais menés sur les cultures en champ. Lors de ces essais, la quantité maximale de résidus¹⁵, qui reste sur ou dans les aliments après l'application du pesticide conformément à son mode d'emploi, est mesurée. De plus, la fréquence d'application doit être maximale et le délai d'attente avant la récolte doit être minimal. Plusieurs essais en des lieux distincts représentatifs sont exigés pour considérer, par exemple, les variations de climat ou de topographie entre les sites de culture (ARLA, 1998). À partir des résultats obtenus, l'Agence procède à des analyses statistiques complexes pour déterminer les valeurs qui seront retenues en tant que LMR (ARLA, 2005).

Si les cultures sont destinées à l'alimentation d'animaux de ferme ou si le pesticide est appliqué directement sur l'animal, alors l'ARLA exige que soient fournies les teneurs en résidus dans les matrices de ces animaux — viande, volaille, lait et œufs (ARLA, 1998).

¹³ En vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires, seuls les pesticides homologués peuvent être fabriqués, vendus, importés ou utilisés au Canada (Santé Canada, 2007a).

¹⁴ Partie par million ou partie par 10⁶ (l'abréviation *ppm* correspond à l'expression anglaise *part per million*).

¹⁵ En plus du pesticide lui-même, la notion de résidus comprend aussi tout métabolite, dérivé ou produit apparenté qui peut avoir des effets toxiques chez l'humain (ARLA, 2006).

D'autres types d'études peuvent s'avérer nécessaires, telles des études d'accumulation en champ dans les cultures de rotation¹⁶, des études de transformation alimentaire¹⁷ ou des études de dégradation¹⁸. Enfin, l'ARLA compile également des données complémentaires sur les résidus dans les aliments à partir, par exemple, des résultats des programmes de surveillance de l'ACIA, ou encore des études sur la diète totale réalisées au Canada ou aux États-Unis (ARLA, 2003).

En vertu de la Loi sur les aliments et drogues, l'Agence évalue si l'exposition de la population à des teneurs en résidus équivalentes aux LMR dans les aliments traités par le pesticide pose un risque pour la santé. Pour ce faire, une dose journalière probable d'exposition (DJP) est d'abord calculée (ARLA, 2006). Chaque LMR est multipliée par le taux de consommation de l'aliment concerné, puis chaque produit ainsi obtenu est ensuite additionné pour donner la DJP en mg/kg de poids corporel/jour (mg/kg pc/j). Des DJP sont calculées séparément pour la population générale et pour divers sous-groupes plus à risque comme les nourrissons, les enfants ou les femmes en âge de procréer. De plus, les DJP tiennent compte de l'exposition globale aux mêmes résidus par l'intermédiaire d'autres sources telles que l'eau potable ou un pesticide utilisé à la maison (ARLA, 2003).

Les DJP sont par la suite confrontées à une DJA, laquelle, tout comme la DJP, est exprimée en mg/kg pc/j (ARLA, 2003). L'ARLA détermine la DJA à partir de la compilation des données toxicologiques disponibles sur le pesticide. Une dose sans effet nocif observé (DSENO) est d'abord établie à partir d'études habituellement réalisées chez des animaux de laboratoire. Ensuite, la DSENO est divisée par un facteur d'incertitude, qui tient compte notamment des différences de sensibilité interspèce et intraespèce ou encore de la qualité de la base de données. Le facteur d'incertitude peut s'étendre de 100 à 3 000 (ARLA, 2003).

Pour déterminer si les LMR sont sécuritaires, l'ARLA évalue le risque en divisant chaque DJP par la DJA, et le résultat est ensuite multiplié par 100. Les mesures du risque ainsi obtenues sont exprimées sous forme de pourcentage (%) de la DJA. Le risque est jugé acceptable si le pourcentage est inférieur à 100 pour la population générale et pour tous les sous-groupes de la population (ARLA, 2003). Dans ce cas, les LMR sont également jugées acceptables, et le pesticide est alors homologué, pourvu que toutes les autres conditions requises soient remplies¹⁹. En revanche, lorsque le risque est jugé inacceptable, le pesticide est interdit de vente ou d'utilisation au Canada (Santé Canada, 2009a).

Après une consultation publique, les LMR des pesticides homologués deviennent des limites légales au sens de la Loi sur les produits antiparasitaires. Ainsi, au moment de la vente, un aliment dont la concentration en résidus dépasse la LMR établie pour cette combinaison

¹⁶ « Une culture de rotation est une culture plantée dans un champ après qu'on y ait récolté la culture principale. Les cultures de rotation peuvent contenir des résidus de pesticides appliqués à la culture principale ». (Thomas, 2008).

¹⁷ Les études de transformation ont pour objectif d'évaluer la différence entre les concentrations de résidus dans les aliments bruts et dans les aliments transformés (ARLA, 2003; Thomas, 2008).

¹⁸ Les études de dégradation évaluent la perte de résidus entre la récolte et la mise en marché de l'aliment (ARLA, 2003).

¹⁹ La valeur du pesticide est une autre condition d'homologation. La valeur est déterminée notamment par son efficacité à lutter contre les ravageurs. Lors de l'évaluation de l'efficacité, l'ARLA détermine la dose minimale d'application requise pour un traitement efficace (Santé Canada, 2009b).

aliment/résidu est retiré du marché et ne peut être vendu (Gouvernement du Canada, chapitre F-27, 2010). Depuis juin 2008, toutes les LMR établies sont publiées sur le site de Santé Canada et ne le sont plus dans le Règlement sur les aliments et drogues (Santé Canada, 2009a). Une LMR donnée s'applique au produit agricole brut, ainsi qu'aux aliments transformés qui le contiennent, à moins qu'une LMR distincte n'existe pour un aliment transformé. De même, cette obligation s'applique à la fois aux aliments cultivés au Canada et à ceux provenant de l'étranger (Santé Canada, 2009c).

3.1.1 Effets d'une exposition à court terme

La démarche d'évaluation du risque prévoit que soient aussi considérés les effets d'une exposition à court terme aux résidus du pesticide (ARLA, 2003). C'est pourquoi l'Agence peut établir une dose aiguë de référence (DARf), comme cela est le cas par exemple pour des inhibiteurs de la cholinestérase, tel le carbofuran²⁰ (ARLA, 2010). Dans ces circonstances, une DJP aiguë est alors calculée sur la base des valeurs de LMR et de taux de consommation les plus élevées. Quant au risque, il est calculé de la manière décrite ci-dessus pour les effets à long terme.

3.1.2 Effets cancérigènes

La caractérisation du risque telle qu'elle est présentée précédemment s'applique si le pesticide étudié cause d'autres effets que le cancer. Selon l'ARLA, la majorité des pesticides homologués au Canada ne cause pas le cancer chez les animaux de laboratoire (Santé Canada, 2009d). S'il y a des évidences qu'un pesticide est cancérigène, alors l'ARLA évalue le nombre de cas de cancer en excès, qui serait observé dans la population exposée au pesticide (ARLA, 2003). Encore une fois, le pesticide est homologué et les LMR fixées seulement si le risque est jugé acceptable. Toutefois, l'Agence ne définit pas ce qu'est un risque cancérigène acceptable.

3.1.3 Programme de réévaluation

Tous les pesticides ayant été homologués avant 1995 sont réévalués afin de s'assurer que l'utilisation de ces derniers n'entraîne pas de risque pour la santé. Dans le cadre de ce programme, l'Agence pourrait revoir certaines LMR. Les pesticides homologués depuis 1995 sont quant à eux réévalués tous les 15 ans (Santé Canada, 2007e).

3.1.4 Risques cumulatifs

Si des pesticides possèdent le même mécanisme de toxicité, le risque cumulatif est évalué en englobant l'exposition à l'ensemble de ces pesticides. À cet effet, l'ARLA a, depuis plusieurs années, entrepris la réévaluation de certains carbamates et d'organophosphorés selon l'approche cumulative des risques (Santé Canada, 2007e).

²⁰ Le *carbofuran* est un insecticide systémique de la famille des carbamates (ARLA, 2010).

3.1.5 Harmonisation des approches

L'ARLA travaille de concert avec d'autres pays pour harmoniser les processus de réglementation des produits antiparasitaires (Santé Canada, 2009e). Certaines mesures d'harmonisation touchent plus spécifiquement l'établissement des LMR. Par exemple, le groupe de travail technique sur l'harmonisation des LMR de l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA) a élaboré les fondements statistiques ayant trait à l'élaboration des LMR à partir des données d'essais sur le terrain (ARLA, 2005).

3.1.6 Abrogation de la norme générale relative à la LMR de 0,1 ppm

Selon le Règlement sur les aliments et drogues, les pesticides pour lesquels aucune LMR n'a été fixée ne peuvent se retrouver dans un aliment à une concentration supérieure à 0,1 ppm. Cette LMR générale a été adoptée à la fin des années 1970, principalement parce qu'à l'époque les méthodes analytiques ne permettaient pas de détecter les résidus à des concentrations inférieures à 0,05 ppm. Or, la sensibilité des méthodes d'analyse permet aujourd'hui de détecter des concentrations de résidus inférieures à 0,01 ppm (Santé Canada, 2006a).

Cette disposition du Règlement permet, par exemple, de vendre des aliments dont la teneur en résidus peut atteindre 0,1 ppm, et ce, même si les pratiques agricoles sont telles que la concentration pourrait être abaissée. De plus, cela permet à des aliments importés, qui contiennent des résidus de pesticides, d'être vendus au Canada même si aucune évaluation de leur LMR n'a été effectuée.

C'est pourquoi l'ARLA propose d'abroger la LMR générale et de la remplacer par des LMR spécifiques égales ou inférieures à 0,1 ppm. Ces LMR spécifiques seraient essentiellement fondées sur les « tolérances » (LMR) américaines inférieures ou égales à 0,1 ppm adoptées après l'entrée en vigueur du *Food Quality and Protection Act*, ou, pour les aliments importés, sur les LMR du Codex Alimentarius plus petites ou égales à 0,1 ppm (Santé Canada, 2006a).

3.2 LIMITES MAXIMALES DE RÉSIDUS DE MÉDICAMENTS VÉTÉRINAIRES

Les limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires sont fixées par la Direction des médicaments vétérinaires (DMV) de Santé Canada, qui les définit comme « [...] une concentration de résidus qui peuvent demeurer dans le tissu ou le produit alimentaire provenant d'un animal destiné à l'alimentation à qui on a administré un médicament vétérinaire. Cette limite représente la quantité de résidus, qui, croit-on, peut être consommée quotidiennement par un être humain tout au long de sa vie sans que cela n'ait d'effets indésirables sur sa santé » (Santé Canada, 2003a).

À moins qu'il ne soit cité autrement, le processus d'établissement des LMR pour les médicaments vétérinaires résumé ci-dessous s'appuie sur deux sources de données, soit l'information publiée sur le site Internet de Santé Canada (2003b) et celle provenant du JECFA (FAO/OMS, 2006a).

Le JECFA est mandaté, entre autres, par le Comité du Codex sur les résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments (CCRVDF) afin notamment de proposer des LMR pour des résidus de médicaments vétérinaires. Les LMR du JECFA sont évaluées par le CCRVDF avant d'être incorporées aux normes du Codex. Étant donné que des représentants canadiens siègent au CCRVDF et au JECFA, et que Santé Canada s'est engagé à promouvoir l'utilisation des normes du Codex comme base des politiques et des réglementations nationales (Santé Canada, 2004b), on peut supposer que, dans ses grandes lignes, le processus adopté par la DMV est conforme à ce qui est présenté ici, bien que des différences puissent survenir.

Les LMR sont déterminées pour une combinaison résidu/tissu comestible ou résidu/produit alimentaire. Les tissus comestibles sont les muscles, le foie, les reins et les matières grasses, tandis que les produits alimentaires sont le lait, les œufs et le miel. Par exemple, au Canada, la LMR de l'éprinomectine, un médicament antiparasitaire, est respectivement de 0,1 ppm et de 1,0 ppm dans les muscles et dans le foie des bovins. Dans le lait, la LMR pour ce médicament est de 0,02 ppm (Santé Canada, 2009f).

Pour définir les LMR, la DJA est établie à partir d'études sur des animaux de laboratoire. Contrairement à l'établissement des LMR pour les pesticides, les effets aigus ne sont pas systématiquement évalués. Le JECFA souhaite en ce sens développer une procédure pour établir séparément une DJA et une DARf, lorsqu'il est approprié d'estimer l'exposition à court terme.

De plus, les fabricants doivent effectuer des études sur le devenir de leur médicament dans les animaux destinés à la consommation humaine (animal cible). Les médicaments devraient être administrés à la dose maximale prescrite. Aussi, le devenir du médicament dans l'animal de laboratoire est comparé à celui obtenu chez l'animal cible afin de confirmer que le métabolisme est semblable chez les deux espèces.

Les données des études sur les animaux cibles servent dans un premier temps à déterminer les résidus²¹ préoccupants d'un point de vue toxicologique. Elles servent ensuite à établir, pour chaque tissu comestible ou chaque produit alimentaire, un ratio de la concentration en résidus totaux sur la concentration d'un résidu marqueur. Le recours à un résidu marqueur est utile quand vient le temps de surveiller la conformité d'un aliment d'origine animale. En effet, plutôt que de mesurer la concentration en résidus totaux, ce qui pourrait être fastidieux d'un point de vue analytique, seule la concentration du résidu marqueur est mesurée. Par exemple, pour l'éprinomectine, les résidus trouvés dans les bovins sont les deux composantes du médicament, soit l'éprinomectine B1a et l'éprinomectine B1b et quatre métabolites majeurs (Wells, 1998). Le résidu marqueur retenu par le JECFA et Santé Canada est l'éprinomectine B1a (Santé Canada, 2009f).

²¹ Les résidus comprennent le médicament sous sa forme inchangée ainsi que les principales substances formées à la suite de la dégradation du médicament par l'organisme de l'animal (métabolites majeurs). Le JECFA considère habituellement que le médicament et ses métabolites possèdent le même degré de toxicité.

Des opérations statistiques sont ensuite réalisées sur les concentrations du résidu marqueur mesurées pour obtenir des courbes de dissipation. Une courbe de dissipation représente la diminution des concentrations du résidu marqueur dans un tissu comestible ou dans un produit alimentaire en fonction du temps après le traitement. À partir de chacune des courbes de dissipation, une dose d'exposition aux résidus totaux est calculée pour un temps donné après le traitement. Par exemple, si l'on prend la concentration d'un résidu marqueur dans le foie au temps t après le traitement, alors la dose d'exposition en résidus totaux sera obtenue par l'équation suivante²² :

$$D_{RT} = \left(\frac{C_{RM}}{R_{RT/ RM}} \right) * TI_{FOIE}$$

Où :

D_{RT} = Dose d'exposition aux résidus totaux dans le foie au temps t (mg/j)

C_{RM} = Concentration du résidu marqueur dans le foie au temps t (mg/kg poids frais)

$R_{RT/ RM}$ = Ratio entre la concentration en résidus totaux dans le foie et la concentration du résidu marqueur dans le foie

TI_{FOIE} = Taux d'ingestion du foie pour un adulte de 60 kg (0,100 kg de poids frais/j)

De la même manière, dans chaque autre tissu comestible et dans chaque produit alimentaire, une dose d'exposition aux résidus totaux est calculée à partir de la concentration du résidu marqueur mesurée au même temps t . Pour ce faire, le JECFA a fixé arbitrairement des taux d'ingestion quotidiens pour un adulte de 60 kg, soit 300 g de muscles, 50 g de reins, 50 g de gras, 1 500 g de lait, 100 g d'œufs et 20 g de miel. Toutes les doses d'exposition ainsi estimées sont par la suite additionnées pour obtenir une DJP pour ce temps t . Contrairement aux LMR pour les pesticides, le JECFA ne calcule pas de DJP pour les sous-groupes sensibles de la population, bien qu'il soit spécifié dans le *Manuel de procédures* de la Commission du Codex Alimentarius que les groupes sensibles et à haut risque doivent être considérés (FAO/OMS, 2009a).

Plusieurs DJP sont calculées par itérations à des intervalles de temps réguliers après le traitement. Ensuite, chacune d'entre elles est comparée à la DJA. Selon le JECFA, lorsque la DJP passe sous la DJA, le délai après le traitement est suffisant pour que les concentrations restantes en résidus totaux dans l'animal soient sécuritaires (FAO/OMS, 2006b). Les concentrations du résidu marqueur mesurées dans les différents tissus et les différents produits alimentaires à ce temps t deviennent donc les LMR. La méthode analytique pour le résidu marqueur dans ces aliments est ensuite évaluée.

Afin de garantir le respect des LMR, la DMV établit un délai d'attente défini comme étant la période pendant laquelle on ne peut pas administrer le médicament à l'animal avant la production des aliments destinés à la consommation humaine (Santé Canada, 2009g). Dans le cas du lait, des œufs et du miel, on parle plutôt de période de retrait. Le délai d'attente ou la période de retrait doit apparaître sur l'étiquette du médicament vétérinaire.

²² Adaptée de FAO/OMS, 2006a (équation de la p. 34).

Les LMR des médicaments vétérinaires sont adoptées par processus réglementaire et elles sont publiées dans le Règlement sur les aliments et drogues. Lorsqu'une LMR a été fixée par la DMV, mais qu'elle n'a pas encore été adoptée, elle porte le nom de *limite administrative maximale de résidus* — LAMR (Santé Canada, 2003a).

3.3 LIMITES DE TOLÉRANCE OU NORMES DE CONTAMINANTS CHIMIQUES

Les contaminants chimiques sont définis par Santé Canada comme « [...] toute substance chimique n'étant pas intentionnellement ajoutée aux aliments [...] » (Santé Canada, 2008a). Ces contaminants peuvent provenir de l'environnement et entrer dans la chaîne alimentaire ou provenir d'une contamination accidentelle (lors du transport par exemple). Ils peuvent également se former lors de la transformation alimentaire, ou encore se former naturellement dans une denrée (toxines).

Deux types de limites maximales pour les contaminants chimiques sont établies par Santé Canada : les tolérances et les normes (Santé Canada, 2007f). Les tolérances ont une valeur légale et ont été adoptées dans le Règlement sur les aliments et drogues. À ce jour, des tolérances ont été adoptées pour l'arsenic, l'étain, le fluorure, le plomb et les aflatoxines (Gouvernement du Canada, C.R.C., chap. 870, 2010). Quant aux normes, elles n'apparaissent pas dans le Règlement.

Tout comme pour les LMR des pesticides et des médicaments vétérinaires, les limites maximales (LM) des contaminants chimiques dans les aliments sont déterminées à la suite de l'évaluation des risques potentiels pour la santé des consommateurs. La méthodologie reste la même, c'est-à-dire qu'une dose journalière probable d'exposition est confrontée à une dose journalière admissible. Lorsque le contaminant a la propriété de s'accumuler dans l'organisme, la dose d'exposition et la dose admissible sont calculées sur une base hebdomadaire ou mensuelle (FAO/OMS, 2009b).

C'est la Direction générale des aliments (DGA) qui est chargée d'effectuer ces évaluations. Sur son site Internet, Santé Canada stipule que la DGA décide elle-même de procéder à des évaluations à partir d'enquêtes menées à l'interne concernant la présence de contaminants dans les aliments, ou à partir d'autres sources d'informations existantes (Santé Canada, 2008b). Des évaluations sont aussi réalisées à la suite de demandes provenant de divers groupes gouvernementaux fédéraux (ex. : ACIA).

Plusieurs raisons peuvent mener à la conduite d'une évaluation des risques, notamment l'apparition de nouvelles substances chimiques synthétiques, la publication de nouvelles études toxicologiques ou encore l'accès à des données récentes sur les concentrations d'une substance dans un aliment — concentrations révélées par les résultats de l'étude sur la diète totale par exemple (Santé Canada, 2008b).

Cependant, une évaluation du risque portant sur la présence d'un contaminant dans un aliment ne mène pas automatiquement à l'élaboration d'une LM. À ce propos, la Commission du Codex Alimentarius stipule : « [...] on ne fixera de limites maximales que pour les denrées alimentaires dans lesquelles le contaminant considéré risque d'être présent dans des proportions suffisantes pour constituer un risque, compte tenu de l'exposition totale du

consommateur ». La Commission ajoute aussi que : « [...] établir des normes pour des aliments qui sont rarement consommés nécessiterait des activités de mise en œuvre effective qui n'auraient pas de résultats notables pour la santé » (FAO/OMS, 2009a, p. 90).

Lorsque Santé Canada décèle un risque pour la santé, le recours à l'établissement d'une LM est une des mesures de gestion envisagées (Santé Canada, 2008b). En effet, selon la situation, d'autres mesures peuvent être jugées plus adéquates pour diminuer l'exposition de la population aux contaminants chimiques. Par exemple, des consignes à la population relatives au mode de préparation des aliments ou des directives permettant de réduire la présence des contaminants peuvent être élaborées. De plus, un aliment ayant été contaminé à la suite d'un accident peut se voir enlever des étals des marchands (Santé Canada, 2007f).

À titre d'exemple, en 2006 et en 2007, la DGA a procédé à une évaluation du risque inhérente à la présence de benzène dans les boissons gazeuses et dans d'autres boissons (Santé Canada, 2008c); le benzène peut se former à la suite d'une réaction chimique entre des additifs contenus dans ces boissons. Les résultats de l'évaluation ne montraient pas de risques pour la santé, et ce, pour tous les groupes d'âge évalués, y compris les enfants. Santé Canada n'a pas établi de LM pour ce contaminant dans ces boissons, mais a recommandé que les concentrations ciblées soient au « niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre » selon l'approche ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). De même, un fabricant a reformulé son produit dont les teneurs en benzène étaient élevées afin de les abaisser. Il a également arrêté l'expédition au détail des produits de l'ancienne formulation (Santé Canada, 2008c).

En outre, à la suite de cas d'intoxication à la mélamine présente dans des préparations pour nourrissons en Chine, Santé Canada a plutôt opté en 2008 pour une norme provisoire de 0,5 ppm dans les préparations pour nourrissons et dans les préparations alimentaires qui constituent la seule source nutritive, entre autres, les substituts de repas (Santé Canada, 2008d).

La DGA avait alors calculé le risque pour un scénario qui prévoyait l'ingestion de préparation pour nourrissons à des teneurs en mélamine de 1, 2,5 et 20 ppm (Santé Canada, 2008e). L'évaluation de risque a permis de constater que toutes les DJP des bébés prématurés et des enfants âgés de 0 à 18 mois qui seraient exposés à 1 ppm de mélamine n'excéderaient pas la DJA de 0,35 mg/kg pc/j. Par souci d'harmonisation avec la norme de l'OMS, Santé Canada a abaissé la norme provisoire de 1 à 0,5 ppm (Santé Canada, 2008d). Une norme provisoire de 2,5 ppm dans les autres produits alimentaires qui contiennent du lait et des ingrédients dérivés du lait a aussi été fixée par une évaluation du risque.

3.4 LIMITES DE TOLÉRANCE POUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES

Selon Santé Canada, un additif alimentaire est « [...] toute substance chimique ajoutée à un aliment lors de la préparation ou avant l'entreposage, et qui s'intègre à celui-ci ou en modifie les caractéristiques pour l'obtention de l'effet technique désiré » (Santé Canada, 2009h). Il peut s'agir par exemple, d'agents colorants, d'édulcorants ou d'antiagglomérants. Les additifs autorisés au Canada sont indiqués dans le Règlement sur les aliments et drogues

avec leur limite de tolérance. Santé Canada évalue l'innocuité des additifs à partir des données transmises par les fabricants lorsque ces derniers font une demande d'autorisation. Tout comme pour les autres limites maximales, les limites de tolérance sont fixées pour une combinaison additif/aliment.

Certaines limites du Règlement sur les aliments et drogues portent l'appellation *bonnes pratiques industrielles* (Gouvernement du Canada, C.R.C., ch. 870, 2010). Cette désignation signifie que « [...] seule la quantité minimale de l'additif alimentaire nécessaire pour obtenir l'effet technique recherché est utilisée, et pas davantage » (Santé Canada, 2008f). Pour ces additifs, aucune préoccupation d'ordre toxicologique n'a été soulevée lorsqu'ils sont utilisés comme tels, et la détermination d'une limite maximale numérique n'a pas été jugée nécessaire. Cependant, Santé Canada prévoit remplacer par une limite de tolérance numérique la mention *bonnes pratiques industrielles* associée à certains additifs qui contiennent de l'aluminium (Santé Canada, 2008f).

La démarche d'établissement des limites de tolérance n'est pas présentée en détail, puisque, lors de l'élaboration de la présente étude, aucune donnée sur les résidus d'additifs dans les aliments n'a été relevée.

4 BILAN DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DES ALIMENTS

Les données descriptives sur la contamination chimique des aliments consommés au Québec sont issues principalement du PNSRC de l'ACIA, mais également de l'Étude canadienne sur l'alimentation totale et des études sur les contaminants chimiques réalisées par les différentes divisions du Bureau d'innocuité des produits chimiques de Santé Canada ainsi que de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent.

Les rapports annuels sur les résidus de produits chimiques du programme de surveillance de l'ACIA des années 2002-2003, 2003-2004 et 2004-2005 sont tirés des données de contamination des fruits et des légumes frais (pesticides et métaux) ainsi que des données de contamination des viandes et des œufs (pesticides, médicaments vétérinaires et métaux). Seules les données provenant des rapports et des publications de l'Étude canadienne sur l'alimentation totale et des études sur les contaminants chimiques de Santé Canada se rapportant au Québec sont indiquées.

4.1 FRUITS ET LÉGUMES FRAIS

4.1.1 Données générales

Pour les années 2002-2003, 2003-2004 et 2004-2005 respectivement, l'ACIA rapporte des résultats de 111 588, de 107 733 et de 106 386 analyses de résidus de pesticides et de métaux dans les fruits et les légumes frais canadiens et importés. Le nombre d'analyses effectuées sur des échantillons de fruits et de légumes frais importés est deux fois plus important que sur des échantillons de fruits et de légumes d'origine canadienne (tableau 1).

Tableau 1 Résidus de produits chimiques — Métaux et pesticides — Nombre d'analyses effectuées sur les fruits et les légumes frais de 2002 à 2005

Période	Nombre d'analyses	Nombre d'analyses positives (pourcentage)	Nombre d'analyses en infraction (pourcentage)	Taux de conformité (pourcentage)
Canadiens				
2002-2003	34 851	12 687 (36,4)	759 (2,2)	97,8
2003-2004	31 201	11 519 (36,9)	356 (1,1)	98,9
2004-2005	34 485	11 525 (33,4)	368 (1,1)	98,9
Importés				
2002-2003	76 737	15 507 (20,2)	1 608 (2,1)	97,9
2003-2004	76 532	26 391 (34,5)	781 (1,0)	99,0
2004-2005	71 901	23 039 (32,0)	590 (0,8)	99,2

Pour l'ensemble de ces trois années, des résidus ont été détectés dans 36 % des analyses de fruits et de légumes canadiens, et dans 29 % des analyses de fruits et de légumes importés. Le pourcentage des analyses effectuées sur les aliments végétaux canadiens, dépassant les LMR, est de 1,5 % (ce qui signifie un taux de conformité de 98,5 %), alors que

le pourcentage des analyses des aliments importés, dépassant les LMR, est de 1,3 % (pour un taux de conformité de 98,7 %).

4.1.2 Pesticides

Les pesticides suivants ont été recherchés dans les échantillons analysés par l'ACIA : alar, amitraze, bénomyl, dithiocarbamates, éthylènediamine, thiabendazole, perméthrine et plus de 85 autres pesticides (chlorprophame, captane, endosulfan, iprodione, etc.; le nombre exact n'est pas fourni), et ils ont été identifiés par l'entremise de la méthode d'analyse des multirésidus (AMR).

4.1.2.1 Nombre d'analyses

Les analyses réalisées sur les fruits et les légumes frais importés sont trois fois plus nombreuses que celles effectuées sur les fruits et les légumes produits au Canada. En 2002-2003, en 2003-2004 et en 2004-2005, respectivement 10 967, 9 865 et 11 050 résultats d'analyses de pesticides réalisées sur les fruits et légumes frais d'origine canadienne ainsi que 33 832, 29 863 et 24 840 résultats d'analyses de pesticides faites sur les fruits et les légumes frais importés sont rapportés dans les fichiers de l'ACIA (tableau 2). En 2004-2005, une baisse du nombre d'analyses réalisées sur les fruits et les légumes importés est observée comparativement à 2002-2003 et à 2003-2004. Toujours pour l'année 2004-2005, le nombre d'analyses effectuées sur les produits canadiens est plus élevé qu'au cours des deux années précédentes.

Tableau 2 Prévalence (détections positives) de pesticides dans les fruits et les légumes frais

Période	Nombre d'analyses	Nombre de positifs (pourcentage)	Nombre en infraction (pourcentage)	Taux de conformité (pourcentage)
Canadiens				
2002-2003	10 967	1 181 (10,8)	78 (0,7)	99,3
2003-2004	9 865	752 (7,6)	20 (0,2)	99,8
2004-2005	11 050	1 051 (9,5)	26 (0,2)	99,8
Importés				
2002-2003	33 832	4 191 (12,4)	193 (0,6)	99,4
2003-2004	29 863	3 452 (11,6)	122 (0,4)	99,6
2004-2005	24 840	2 501 (10,1)	139 (0,6)	99,4

Les pourcentages de résultats positifs (10,8, 7,6 et 9,5) obtenus lors des analyses faites sur les fruits et les légumes canadiens sont légèrement inférieurs aux pourcentages provenant des analyses effectuées sur les produits importés (12,4, 11,6 et 10,1). Par ailleurs, des taux de conformité au-delà de 99 % sont observés autant dans les échantillons de fruits et de légumes frais canadiens que dans ceux étant importés.

4.1.2.2 Échantillons analysés par la méthode des multirésidus

Le nombre d'analyses ne représente pas de façon adéquate le nombre d'échantillons de fruits et de légumes frais qui ont été soumis au programme de surveillance de l'ACIA, puisque les résultats de plusieurs analyses peuvent avoir été rapportés pour le même échantillon. Afin d'avoir une idée du nombre d'échantillons analysés par l'ACIA, les échantillons traités par la méthode AMR ont été considérés (tableau 3).

Tableau 3 Nombre d'échantillons analysés par la méthode AMR

Période	Total	Nombre de négatifs		Nombre de positifs		Nombre en infraction		Taux de conformité
	N	N	%	N	%	N	%	%
Canadiens								
2002-2003	3 023	2 391	79,1	632	20,9	67	2,2	98,8
2003-2004	2 398	1 903	79,4	495	20,6	17	0,7	99,3
2004-2005	1 835	1 414	77,1	421	22,9	12	0,67	99,3
Importés								
2002-2003	14 893	12 228	82,1	2 665	17,9	146	1,0	99,0
2003-2004	12 713	10 249	80,6	2 464	19,4	66	0,5	99,5
2004-2005	5 816	4 432	79,2	1 384	23,8	67	1,2	98,8

Le nombre d'échantillons analysés par la méthode AMR a diminué de 50 % en 2004-2005 par rapport aux années 2002-2003 et 2003-2004. Dans près de 80 % des échantillons analysés de 2002 à 2005, aucun des pesticides recherchés à l'aide de la méthode AMR n'a été détecté.

Les pourcentages d'échantillons de produits canadiens positifs pour les années 2002-2003, 2003-2004 et 2004-2005 sont respectivement de 20,9 %, de 20,6 % et de 22,9 %. Dans les échantillons de produits importés, les taux de détection de positifs pour ces trois années sont de 17,9 %, de 19,4 % et de 23,8 %.

Les échantillons dépassant les LMR sont peu nombreux, ce qui signifie des taux de conformité élevés de 98,8 %, de 99,3 % et de 99,3 % pour les échantillons de fruits et de légumes canadiens analysés durant les trois années. Ces taux dans les échantillons de produits végétaux importés en 2002-2003, en 2003-2004 et en 2004-2005 sont respectivement de 99,0 %, de 99,5 % et de 98,8 %.

4.1.2.3 Détermination des pesticides auxquels la population est plus susceptible d'être exposée par l'entremise de la consommation de fruits et de légumes frais

En vue de déterminer les pesticides auxquels la population est plus susceptible d'être exposée, une démarche de priorisation a été réalisée, qui prend en considération les fréquences de détection de résidus de pesticides dans les fruits et les légumes les plus consommés de même que les taux de consommation de ces aliments.

4.1.2.4 Pesticides les plus fréquemment détectés

Dans un premier temps, les 20 pesticides pour lesquels des résidus ont été plus fréquemment détectés dans les échantillons analysés par l'ACIA en 2002-2003, en 2003-2004 et en 2004-2005 ont été recensés. Un rang leur a été attribué en fonction de cette fréquence (rang 1 = fréquence de détection la plus élevée). Dans un deuxième temps, les pesticides les plus fréquemment détectés au cours des 3 années (de 2002 à 2005) ont été sélectionnés en fonction des deux critères suivants :

- les pesticides devaient se trouver parmi les 20 substances les plus fréquemment détectées durant les 3 années;
- les substances se trouvaient parmi les 10 pesticides les plus fréquemment détectés durant au moins une année sur ces trois années.

La fréquence de détection des résidus de pesticides dans les aliments végétaux canadiens diffère de celle des aliments importés, puisque les méthodes de lutte contre les ravageurs des cultures et les substances utilisées divergent selon les pays. Le tableau 4 présente, par ordre décroissant de fréquence, les pesticides les plus fréquemment détectés dans les fruits et les légumes frais canadiens et importés.

Tableau 4 Classement des pesticides selon la fréquence de détection dans les fruits et les légumes canadiens et importés de 2002 à 2005

Rang	Pesticides	
	Fruits et légumes canadiens	Fruits et légumes importés
1	Éthylènediamine	Éthylènediamine
2	Chlorprophame	Thiabendazole
3	Captane	Dithiocarbamates
4	Dithiocarbamates	Perméthrine
5	Endosulfan	Imazalil
6	Iprodione	Diphénylamine
7	Diphénylamine	Captane
8	Carbaryl	Iprodione
9	Myclobutanil	O-phénylphénol
10	Thiabendazole	Méthamidophos
11	Diméthoate	Carbaryl
12	Perméthrine	Chlorpyrifos
13	Bénomyl	Chlorprophame
14		Endosulfan
15		Méthomyl
16		Bénomyl

Les critères mentionnés précédemment ont permis de sélectionner 13 pesticides parmi ceux détectés dans les fruits et les légumes produits au Canada. Dans le cas des fruits et des légumes importés, 16 substances ont été sélectionnées sur la base de ces critères.

L'éthylènediamine arrive au premier rang quelle que soit la provenance des aliments. Le captane se classe au 3^e rang des pesticides les plus fréquemment détectés dans les aliments végétaux produits au Canada; il vient au 7^e rang pour ce qui est des aliments importés. L'imazalil, classé au 5^e rang des pesticides détectés dans les aliments importés, ne se retrouve pas parmi les 13 pesticides les plus fréquemment détectés dans les aliments canadiens. Le o-phénylphénol, le méthamidophos, le chlorpyrifos et le méthomyl se trouvent uniquement dans la liste des 16 pesticides les plus souvent détectés dans les végétaux importés, alors que le myclobutanil et le diméthoate se sont classés uniquement parmi les 13 substances les plus fréquemment détectées dans les aliments provenant du Canada.

À partir de ces critères, 18 substances différentes ont été sélectionnées comme étant les pesticides les plus fréquemment détectés dans les fruits et les légumes analysés dans le cadre du programme de surveillance des échantillons de vérification choisis au hasard par l'ACIA de 2002 à 2005.

L'éthylènediamine n'est pas retenue dans l'approche développée afin de déterminer les pesticides auxquels la population est plus susceptible d'être exposée. Cette substance peut être retrouvée comme produit de dégradation des pesticides du groupe éthylène bis-dithiocarbamates (EBDC) et, en ce sens, être considérée comme un résidu dans les fruits et les légumes. Cependant, ce n'est pas sa seule origine : en effet, l'ACIA considère que l'éthylènediamine provient aussi de sources industrielles. Les résidus de dithiocarbamates reflètent donc mieux la contamination des fruits et des légumes par les pesticides du groupe EBDC.

4.1.2.5 Fruits et légumes les plus consommés

Les données concernant la consommation des fruits et des légumes frais par la population canadienne proviennent de Statistique Canada, qui publie annuellement les statistiques sur les aliments. Dans ces documents, les quantités d'aliments disponibles pour la consommation humaine sont colligées à partir des données d'approvisionnement alimentaire canadien. Elles ont été ajustées pour tenir compte des pertes qui surviennent aux points de vente au détail, dans les ménages, lors de la cuisson et dans l'assiette. Les quantités de fruits et de légumes disponibles pour la consommation sont indiquées dans les rapports sous forme de kilogrammes par personne par année (kg/pers./an), ce qui représente la consommation apparente.

Les fruits et les légumes frais les plus consommés, parmi ceux qui se trouvent dans la base de données de l'ACIA, ont donc été sélectionnés à partir des *Statistiques sur les aliments – 2007* (Statistique Canada, 2008). En 2007, la quantité annuelle totale ajustée de fruits et de légumes frais disponibles pour la consommation est de 105,9 kg par personne (38,2 kg de fruits et 67,7 kg de légumes). Un pourcentage de la consommation apparente de chaque fruit et de chaque légume a été calculé en divisant la quantité de l'aliment disponible en kg/pers./an par la quantité totale de fruits et de légumes frais disponibles (c.-à-d. 105,9 kg/pers./an). Les fruits et les légumes dont le pourcentage de consommation apparente est égal ou supérieur à 0,5 % sont rapportés dans le tableau 5.

Cette approche a permis de sélectionner 15 fruits et 16 légumes. La quantité de pommes de terre fraîches et transformées (28,22 kg/pers./an) représente plus de 26 % de la quantité totale d'aliments disponibles. Les pommes (6,58 kg/pers./an) et les bananes (6,54 kg/pers./an) sont les aliments qui sont les plus consommés après les pommes de terre avec le même pourcentage de consommation apparente (6,2 %).

Tableau 5 Fruits et légumes les plus consommés au Canada

Fruits frais			Légumes frais		
	kg/pers./an	% ^a		kg/pers./an	% ^a
Pommes	6,58	6,2	Pommes de terre fraîches et transformées	28,22	26,6
Bananes	6,54	6,2	Laitues	5,79	5,5
Oranges	4,42	4,2	Tomates	5,24	4,9
Melons total	4,01	3,8	Carottes	4,61	4,4
Raisins	3,46	3,3	Oignons et échalotes	4,47	4,2
Fraises	2,02	1,9	Choux	2,68	2,5
Poires	1,59	1,5	Concombres	2,58	2,4
Ananas	1,08	1,0	Céleris	2,23	2,1
Dattes	0,98	0,9	Piments (poivrons)	2,14	2,0
Pêches	0,67	0,6	Citrouilles et courges	1,37	1,3
Bleuets	0,64	0,6	Brocolis	1,33	1,3
Goyaves et mangues	0,64	0,6	Champignons	0,94	0,9
Pamplemousses	0,57	0,5	Maïs	0,63	0,6
Prunes	0,56	0,5	Haricots verts et jaunes	0,63	0,6
Cerises	0,52	0,5	Rutabagas et navets	0,60	0,6
			Choux-fleurs	0,59	0,6
Consommation totale	38,2			67,7	

^a Le pourcentage de la consommation apparente des aliments représente la consommation en kg/pers./an par rapport à la quantité de fruits et de légumes frais disponibles, c'est-à-dire 105,9 kg/pers./an.

Source : Statistique Canada (2008).

4.1.2.6 Priorisation en fonction des taux de détection des pesticides dans les aliments les plus consommés

Afin de déterminer les pesticides auxquels la population est plus susceptible d'être exposée, la démarche prend en considération les taux de détection des 17 pesticides les plus fréquemment détectés²³ (tableau 4) dans les 15 fruits et les 16 légumes les plus consommés par la population canadienne de même que les taux de consommation de ces aliments (tableau 5).

²³ L'éthylènediamine n'est pas retenue dans l'exercice de priorisation, car, bien qu'elle puisse être un produit de dégradation des pesticides du groupe EBDC, l'ACIA considère qu'elle peut également provenir de sources industrielles.

Pour chacun des fruits et chacun des légumes les plus consommés au Canada, la fréquence de détection des 17 pesticides les plus fréquemment détectés dans les produits végétaux canadiens et importés a été compilée. À partir de ces nombres, les taux (pourcentages) de détection de ces pesticides dans les fruits et les légumes les plus consommés au Canada pour les années 2002-2003, 2003-2004 et 2004-2005 ont été calculés. Les moyennes des pourcentages pour les trois années représentent le taux de détection moyen du pesticide x dans le végétal y. L'indice est calculé en multipliant le taux de détection du pesticide x dans le végétal y par le taux de consommation du végétal y.

Les indices sont calculés à partir des équations suivantes :

$$\text{Équation 1} \quad I_{\text{total}} = I_{\text{fruit}} + I_{\text{légume}}$$

$$\text{Équation 2} \quad I_{\text{fruit}} = \sum (T_{d_p} \times T_{c_f})$$

$$\text{Équation 3} \quad I_{\text{légume}} = \sum (T_{d_p} \times T_{c_f})$$

Où :

I_{total} = Indice total du pesticide x

I_{fruit} = Somme des indices du pesticide x dans les fruits

$I_{\text{légume}}$ = Somme des indices du pesticide x dans les légumes

T_{d_p} = Taux (%) de détection du pesticide x dans le fruit ou le légume y

T_{c_f} = Taux (%) de consommation du fruit ou du légume y

Les résultats de ces calculs sont présentés dans le tableau 6. Parmi les 17 pesticides les plus fréquemment détectés, le chlorprophame a l'indice total le plus élevé, suivi des dithiocarbamates, du thiabendazole, de la perméthrine, du bénomyl, du captane et de la diphénylamine.

Tableau 6 Indices des pesticides

Nom du pesticide	Indice légume	Indice fruit	Indice total
Chlorprophame	1 324,37	2,18	1 327
Dithiocarbamates	712,66	140,33	853
Thiabendazole	170,47	442,72	613
Perméthrine	209,24	58,40	268
Bénomyl	77,23	187,45	265
Captane	19,96	232,78	253
Diphénylamine	6,34	240,94	247
Endosulfan	115,48	64,27	180
Carbaryl	39,10	95,19	134
Iprodione	44,46	78,70	123
Imazalil	0,00	110,54	111
Myclobutanil	35,73	68,20	104
Méthamidophos	59,77	26,63	86
Chlorpyrifos	40,57	25,66	66
Méthomyl	31,49	24,43	56
O-phénylphénol	9,19	30,92	40
Diméthoate	27,26	13,20	40

Chlorprophame

Le score élevé du chlorprophame est attribuable au taux de consommation élevé de pommes de terre par la population canadienne (26,6 %, voir le tableau 5) et au taux élevé de détection de ce pesticide dans les échantillons de pommes de terre provenant du Canada ou de l'extérieur du pays (tableau 7). Le chlorprophame est un herbicide de la famille des carbamates utilisé lors de l'entreposage des pommes de terre. Puisqu'il est retrouvé quasi exclusivement dans ce légume, l'indice légume ($I_{\text{légume}}$) est voisin de l'indice total (I_{total}) (tableau 6).

Tableau 7 Détection du chlorprophame

Origine	2004-2005			2003-2004			2002-2003			2002-2005
	Nombre	N détectés	%	N	N détectés	%	N	N détectés	%	% Moy
Pomme de terre										
Can.	227	75	33,0	229	61	26,6	314	90	28,7	29,4
Imp.	162	46	28,4	335	73	21,8	458	73	15,9	22,1

Dithiocarbamates

Pour les dithiocarbamates, une partie importante de l' I_{total} provient de l' $I_{\text{légume}}$ (tableau 6). Des résidus de dithiocarbamates ont été détectés surtout dans les choux, les brocolis et les choux-fleurs, autant importés que canadiens (tableau 8). En 2004-2005, ces pesticides ont été retrouvés dans 67,6 % des analyses effectuées sur des choux produits au Canada et dans 50 % de celles réalisées sur des choux importés. Des pourcentages du même ordre sont observés pour les analyses faites sur les brocolis canadiens et importés cette année-là (60 % et 58,6 %). Pour les trois années, les taux de détection moyens de ces pesticides dans les échantillons de choux canadiens et importés sont de 42,9 % et de 42,7 %. Toujours pour ces trois années, les taux de détection moyens dans les échantillons de brocolis canadiens et importés sont de 39,2 % et de 31,5 %. Les taux de consommation des choux, des brocolis et des choux-fleurs sont respectivement de 2,5 %, de 1,3 % et de 0,6 % (tableau 5).

Le taux de consommation des navets et des rutabagas est aussi de 0,6 %. En 2004-2005, des résidus de dithiocarbamates ont été retrouvés dans 24 des 31 échantillons de navets et de rutabagas produits au Canada, alors que ces pesticides n'avaient pas été recherchés en 2003-2004 et en 2002-2003 dans ces deux légumes. De plus, les dithiocarbamates ont été recherchés dans un nombre restreint d'échantillons (4) de navets et de rutabagas importés de 2002 à 2005 (tableau 8).

Tableau 8 Détection des dithiocarbamates

Origine	2004-2005			2003-2004			2002-2003			2002-2005
	N	N détectés	%	N	N détectés	%	N	N détectés	%	% Moy
Laitue										
Can.	74	14	18,9	26	4	15,4	35	7	20,0	18,5
Imp.	99	5	5,1	136	7	5,2	165	4	2,4	4,0
Oignon et échalote										
Can.	55	4	7,3	35	4	11,4	25	3	12,0	9,6
Imp.	36	2	5,6	44	3	6,8	39	3	7,7	6,7
Chou										
Can.	74	50	67,6	51	13	25,5	59	16	27,1	42,9
Imp.	40	20	50,0	46	18	39,1	38	15	39,5	42,7
Céleri										
Can.	19	4	21,1	28	4	14,3	28	4	14,3	16,0
Imp.	54	1	1,9	73	1	1,4	92	2	2,2	1,3
Brocoli										
Can.	30	18	60,0	19	2	10,5	25	9	36,0	39,2
Imp.	29	17	58,6	69	16	23,2	83	24	28,9	31,5
Chou-fleur										
Can.	19	4	21,1	27	4	14,8	27	8	29,6	21,9
Imp.	15	6	40,0	47	9	19,2	64	11	17,2	20,6
Champignon										
Can.	50	2	4,0	18	0	0,0	2	0	0,0	2,7
Imp.	9	3	33,3	5	1	20,0	8	5	62,5	40,9
Navet et rutabaga										
Can.	31	24	77,4	0	0	0,0	0	0	0,0	77,4
Imp.	1	0	0,0	3	2	66,7	0	0	0,0	50,0

Thiabendazole

L' I_{fruit} calculé pour le thiabendazole contribue majoritairement aux I_{total} de ce pesticide (tableau 6). Ce dernier a été détecté principalement dans les échantillons de pommes, d'oranges, de poires et de pamplemousses importés. Parmi ces fruits, les pommes et les poires sont aussi produites au Canada. Le thiabendazole a été détecté dans seulement 25 des 567 échantillons de pommes et dans aucun des 214 échantillons de poires provenant du Canada (tableau 9). Le taux de consommation des pommes (6,2 %) et des oranges (4,2 %) a influencé à la hausse le score du thiabendazole (tableau 5).

Tableau 9 Détection du thiabendazole

Origine	2004-2005			2003-2004			2002-2003			2002-2005
	N	N détectés	%	N	N détectés	%	N	N détectés	%	% Moy
Pomme										
Can.	84	10	11,9	216	9	4,2	267	6	2,2	4,4
Imp.	108	40	37,0	220	55	25,0	350	93	26,6	27,7
Orange										
Can.										
Imp.	176	70	39,8	376	66	17,6	395	92	23,3	24,1
Poire										
Can.	29	0	0,0	75	0	0,0	110	0	0,0	0,0
Imp.	84	28	33,3	173	28	16,2	255	48	18,8	20,3
Pamplemousse										
Can.										
Imp.	48	18	37,5	124	42	33,9	148	30	20,3	28,1

Perméthrine

La majeure partie de l' I_{total} de la perméthrine provient de l' $I_{\text{légume}}$ (tableau 6). La perméthrine a été retrouvée dans respectivement 15,0 %, 26,5 % et 13,3 % des analyses effectuées de 2002 à 2005 sur les échantillons de laitue, de céleri et de brocoli importés, alors qu'elle a été détectée à de rares occasions dans les analyses de ces mêmes légumes produits au Canada (tableau 10). Le taux de consommation total de ces trois légumes est de 8,9 % (tableau 5).

Tableau 10 Détection de la perméthrine

Origine	2004-2005			2003-2004			2002-2003			2002-2005
	N	N détectés	%	N	N détectés	%	N	N détectés	%	% Moy
Laitue										
Can.	71	0	0,0	171	0	0,0	178	0	0,0	0,0
Imp.	282	41	14,5	677	107	15,8	677	98	14,5	15,0
Céleri										
Can.	18	0	0,0	45	1	2,2	58	1	1,7	1,7
Imp.	18	8	44,4	244	60	24,6	267	72	27,0	26,5
Brocoli										
Can.	29	0	0,0	41	1	2,4	49	1	2,0	1,7
Imp.	83	13	15,7	331	44	13,3	286	36	12,6	13,3

Bénomyl

Le score du bénomyl (265) est attribuable, d'une part, au fait que ce pesticide est détecté dans 7 des 16 légumes et dans 7 des 15 fruits les plus consommés au Canada. D'autre part, les taux de détection de ce pesticide dans les échantillons de fraises canadiennes et importées sont respectivement de 16,7 % et de 30 %.

Captane

L' I_{fruit} calculé pour le captane contribue majoritairement aux I_{total} de ce pesticide étant donné qu'il est trouvé plus fréquemment dans les échantillons de fruits (tableau 6). Le captane est détecté principalement dans les échantillons de fraises et de bleuets canadiens et importés, et à un niveau moindre dans les pommes provenant du Canada et dans des raisins importés (tableau 11).

Tableau 11 Détection du captane

Origine	2004-2005			2003-2004			2002-2003			2002-2005
	N	N détectés	%	N	N détectés	%	N	N détectés	%	% Moy
Pomme										
Can.	135	33	24,4	253	1	0,4	341	8	2,3	5,8
Imp.	275	6	2,2	643	8	1,2	805	18	2,2	1,9
Raisin										
Can.	8	0	0,0	20	1	5,0	27	0	0,0	1,8
Imp.	247	23	9,3	586	50	8,5	666	58	8,7	8,7
Fraise										
Can.	28	17	60,7	71	19	26,8	59	16	27,1	32,9
Imp.	104	42	40,4	173	59	34,1	175	60	34,3	35,6
Bleuet										
Can.	24	3	12,5	43	17	39,5	65	26	40,0	34,9
Imp.	33	4	12,1	61	0	0,0	43	10	23,3	10,2

Diphénylamine

Des résidus de diphénylamine ont été détectés plus fréquemment dans les échantillons de pommes. Les taux moyens élevés de détection (tableau 12) de ce pesticide dans les échantillons de pommes provenant du Canada (11,9 %) et de l'extérieur du pays (25,5 %) associés au taux de consommation de ce fruit (6,2 %) contribuent largement au score obtenu pour ce type de pesticide.

Tableau 12 Détection de la diphénylamine

Origine	2004-2005			2003-2004			2002-2003			2002-2005
	N	N détectés	%	N	N détectés	%	N	N détectés	%	% Moy
Pomme										
Can.	135	30	22,2	253	33	13,0	341	24	7,0	11,9
Imp.	275	74	26,9	643	155	24,1	805	210	26,1	25,5

Imalazil

L' I_{total} et l' I_{fruit} calculés pour l'imalazil ont la même valeur, car ce pesticide est détecté quasi exclusivement dans les échantillons d'agrumes (oranges et pamplemousses).

4.1.2.7 Comparaisons des concentrations retrouvées avec les normes existantes

En général, les concentrations de pesticides mesurées, lorsque ces derniers étaient détectés, étaient dans plus de la moitié des cas inférieures à 10 % de la valeur de la LMR. Le tableau 13 rapporte les pourcentages de concentrations mesurées inférieures à 10 % de la valeur de la norme pour les fruits et les légumes canadiens ou importés.

Tableau 13 Pourcentages des concentrations de pesticides mesurées dont la valeur est inférieure à 10 % de la valeur de la LMR

Origine	Pourcentage		
	Concentration moyenne	Concentration minimale	Concentration maximale
Canadienne	50,0	71,7	34,8
Importée	68,7	82,9	56,5

En contrepartie, il y a peu de pesticides dont les concentrations mesurées présentent une valeur équivalant à plus de 50 % de celle de la LMR. Le tableau 14 présente les pourcentages de concentrations mesurées supérieures à 50 % de la valeur de la LMR pour les fruits d'origine canadienne ou importée.

Tableau 14 Pourcentages des concentrations de pesticides mesurées dont la valeur est supérieure à 50 % de la valeur de la LMR

Origine	Pourcentage		
	Concentration moyenne	Concentration minimale	Concentration maximale
Canadienne	8,7	6,5	17,4
Importée	5,2	3,2	9,4

4.1.3 Métaux

Les métaux recherchés par l'ACIA dans les fruits et les légumes, tant canadiens qu'importés, sont l'aluminium (Al), l'arsenic (As), le bore (B), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le sélénium (Se), l'étain (Sn), le titane (Ti) et le zinc (Zn).

Pour les métaux, le nombre d'infractions n'est pas pris en compte dans la compilation, puisque l'ACIA mentionne que « les infractions [...] n'ont pas toujours de rapport avec les critères de santé et sécurité établis dans la Loi et le Règlement sur les aliments et drogues. Elles peuvent indiquer simplement que les concentrations présentes étaient supérieures aux normes prévues pour l'espèce ou le tissu » (ACIA, 2010).

4.1.3.1 Fruits d'origine canadienne

Pour les années 2002 à 2005, le tableau 15 présente les pourcentages moyens de détection de métaux dans les fruits d'origine canadienne les plus consommés par la population canadienne. Dans ce tableau, on note que les pourcentages moyens de détection du B, du Cu, du Fe et du Mn sont supérieurs à 80 % pour tous les fruits d'origine canadienne, qui sont régulièrement consommés. À l'opposé, les pourcentages moyens de détection du Se et du Sn sont inférieurs à 10 %, et ce, pour tous les fruits. Quant aux pourcentages moyens de détection du Cr, ils varient de 41 à 60 %, alors que les pourcentages moyens de détection du Ti et du Zn se situent approximativement entre 70 et 90 % et entre 60 et 100 %. En ce qui concerne les pourcentages moyens de détection de l'Al, ils varient considérablement d'un fruit à l'autre. En effet, il est inférieur à 1 % pour les melons et supérieur à 90 % pour les fraises. Du côté du Ni, les pourcentages moyens de détection varient aussi grandement, mais de façon moins marquée que pour l'Al; ce pourcentage est de 2 % pour les pommes et de 67 % pour les pêches.

Les pourcentages moyens de détection des 4 métaux les plus préoccupants pour la santé publique, soit l'As, le Cd, le Hg et le Pb, sont inférieurs à 5 %. Seul le Cd présent dans les fraises d'origine canadienne a un pourcentage de détection supérieur à 5 %. Pour ces 4 métaux, les fraises, comparativement aux autres fruits, ont en général les pourcentages moyens de détection les plus élevés. En effet, les pourcentages moyens de détection de l'As, du Cd, du Hg et du Pb dans les fraises sont respectivement de 1,4 %, de 7,1 %, de 1,3 % et de 4,5 %. À l'opposé, aucun de ces 4 métaux n'est détecté dans les poires. Le Hg est seulement détecté dans les fraises. L'As est à la fois détecté dans les fraises et dans les pêches. Le Cd est détecté dans les pommes et dans les fraises, tandis que le Pb est détecté dans les pommes, les melons, les raisins, les fraises et les pêches.

Tableau 15 Pourcentages moyens de détection de métaux dans les fruits d'origine canadienne les plus consommés durant les années 2002 à 2005

Métal	Pomme	Melon ^a	Raisin	Fraise	Poire	Pêche
Al	25,8	0,8	72,8	91,4	21,8	61,2
As	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,5
B	99,3	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Cd	1,4	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0
Cr	52,5	55,5	57,8	41,0	59,9	53,1
Cu	79,9	91,7	100,0	94,7	92,6	87,9
Fe	79,9	83,3	98,7	99,2	81,1	88,9
Hg	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Mn	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ni	2,0	11,4	7,8	59,1	53,7	67,3
Pb	0,5	2,1	2,6	4,5	0,0	2,1
Se	0,7	0,0	2,6	4,1	1,4	3,8
Sn	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3
Ti	72,8	85,4	88,7	94,7	87,6	86,1
Zn	62,3	100,0	87,4	96,5	93,9	88,7

^a La catégorie melon inclut les melons et les melons d'eau.

4.1.3.2 Fruits importés

Pour les années 2002 à 2005, le tableau 16 présente les pourcentages moyens de détection de métaux dans les fruits importés les plus consommés par la population canadienne. À l'instar des fruits d'origine canadienne, les pourcentages moyens de détection du B, du Cu, du Fe et du Mn dans les fruits importés et consommés par la population générale sont supérieurs à 80 %. À l'opposé, les pourcentages moyens de détection du Se et du Sn sont souvent inférieurs à 10 %, tout comme pour les fruits d'origine canadienne.

Au même titre que pour les fruits d'origine canadienne, les pourcentages moyens de détection de l'Al varient considérablement d'un fruit à l'autre, passant de 11,6 % dans les goyaves et les mangues à 78,8 % dans les fraises. Quant aux pourcentages moyens de détection du Ni et du Zn, ils varient aussi d'un fruit à l'autre, mais de façon moins marquée que pour l'Al. En effet, ces pourcentages varient entre 2,9 et 57,0 % pour le Ni et entre 52,1 et 100 % pour le Zn. Dans le cas du Ti et du Cr, les pourcentages moyens de détection se situent respectivement entre 66,7 et 91,0 % et entre 46,2 et 74,0 %.

En ce qui concerne les pourcentages moyens de détection des 4 métaux les plus préoccupants pour la santé publique dans les fruits importés, ils sont généralement inférieurs à 5 %. Toutefois, des pourcentages moyens de détection plus élevés ont été notés dans les dattes et dans les fraises. En effet, dans les dattes, les pourcentages moyens de détection de l'As et du Pb sont respectivement de 33,3 et de 11,1 %, alors que, dans les fraises, le pourcentage moyen de détection du Cd est de 16 %.

Tableau 16 Pourcentages moyens de détection de métaux dans les fruits importés les plus consommés durant les années 2002 à 2005

Métal	Banane	Pomme	Melon ^a	Orange	Raisin	Ananas	Fraise	Poire	Pamplemousse	Datte	Citron	Pêche	Goyave et mangue
Al	16,5	32,9	12,8	16,0	77,3	15,0	78,8	26,0	13,4	36,1	12,2	43,4	11,6
As	0,9	1,5	1,7	0,6	2,4	1,3	0,6	2,0	1,9	33,3	2,3	0,7	0,9
B	100,0	99,5	97,9	99,8	100,0	100,0	100,0	99,5	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1
Cd	0,9	2,4	3,3	1,4	1,2	0,0	16,0	2,1	0,9	0,0	1,3	2,2	3,0
Cr	51,3	55,2	58,1	62,4	59,3	53,5	57,5	55,3	48,7	55,6	46,2	65,6	74,0
Cu	89,1	85,2	90,7	89,2	89,7	92,9	82,9	85,3	83,6	91,7	82,0	83,6	92,0
Fe	96,9	85,5	92,8	96,4	99,3	91,4	100,0	87,5	86,8	100,0	89,7	98,7	96,4
Hg	0,5	0,7	0,2	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,8
Mn	99,6	99,7	99,5	99,9	100,0	100,0	100,0	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ni	30,1	8,4	42,6	35,4	2,9	43,8	29,0	44,2	24,7	55,6	33,1	56,2	57,0
Pb	1,8	3,8	2,0	1,5	1,2	1,3	4,4	3,9	1,4	11,1	0,7	1,4	4,7
Se	5,8	3,3	7,0	2,7	2,8	3,3	9,7	3,7	2,7	16,7	1,5	3,7	4,7
Sn	1,2	0,5	0,3	0,3	0,2	0,0	0,6	1,3	0,0	0,0	1,6	0,7	1,2
Ti	86,1	77,8	80,6	86,8	91,0	70,0	87,5	81,0	83,2	66,7	78,6	81,5	85,6
Zn	99,6	52,1	91,1	89,5	72,9	92,9	93,5	83,1	76,0	100,0	85,2	91,7	91,3

^a La catégorie melon inclut les melons et les melons d'eau.

4.1.3.3 Légumes d'origine canadienne

Pour les années 2002 à 2005, le tableau 17 présente les pourcentages moyens de détection de métaux dans les légumes d'origine canadienne les plus consommés par la population. Dans ce tableau, on note que les pourcentages moyens de détection du B, du Fe, du Mn et du Zn sont supérieurs à 80 % pour tous les légumes d'origine canadienne, voire généralement supérieurs à 95 %. En revanche, les pourcentages moyens de détection du Sn sont inférieurs à 5 %, et ce, pour tous les légumes d'origine canadienne. Pour l'Al, le Cr, le Cu, le Ni, le Se et le Ti, les pourcentages moyens de détection varient considérablement d'un légume à l'autre. À titre d'exemple, le pourcentage moyen de détection du Ni dans les champignons est de 0 %, alors qu'il est de 90,9 % dans les haricots.

En ce qui concerne les pourcentages moyens de détection des 4 métaux les plus préoccupants pour la santé publique, ils sont variables. En effet, les pourcentages moyens de Cd détecté dans le brocoli et la pomme de terre d'origine canadienne sont respectivement de 0 et de 47,8 %. Quant aux pourcentages moyens de détection du Pb, à l'exception de la pomme de terre et de la laitue où ces pourcentages sont respectivement de 7,4 % et de 16,1 %, ils sont inférieurs à 5 % dans les autres légumes. Pour l'As, à l'exception des champignons où le pourcentage moyen de détection est d'environ 15 %, les pourcentages moyens de détection de l'As dans les autres légumes sont également inférieurs à 5 %. Finalement, le Hg n'est pas détecté dans plusieurs légumes. C'est dans les champignons qu'il est le plus souvent détecté, avec un pourcentage de 4,3 %.

4.1.3.4 Légumes importés

Pour les années 2002 à 2005, le tableau 18 présente les pourcentages moyens de détection de métaux dans les légumes importés les plus consommés par la population canadienne. À l'instar des légumes d'origine canadienne, les pourcentages moyens de détection du B, du Fe, du Mn et du Zn dans les légumes importés sont supérieurs à 80 %, voire généralement supérieurs à 95 %. Par contre, les pourcentages moyens de détection du Sn sont généralement inférieurs à 5 %. Du côté de l'Al, du Cr, du Cu, du Ni, du Se et du Ti, les pourcentages moyens de détection varient considérablement d'un légume à l'autre. À titre d'exemple, le pourcentage moyen de détection du Ni est de 3,7 % dans les champignons et de 77,7 % dans les brocolis.

Les pourcentages moyens de détection des 4 métaux les plus préoccupants pour la santé publique sont variables. À l'instar des légumes d'origine canadienne, le Hg n'est pas détecté dans plusieurs légumes importés (tableau 18). Lorsqu'il est détecté, les pourcentages moyens de détection sont, dans la majorité des cas, inférieurs à 5 %, à l'exception des champignons pour lesquels le pourcentage est de 6,6 %. Dans le cas de l'As, les pourcentages moyens de détection sont généralement inférieurs à 10 %, à l'exception des haricots et des champignons où les pourcentages moyens de détection de l'As sont respectivement de près de 14 % et de près de 40 %. Tout comme pour l'As, les pourcentages moyens de détection du Pb dans les légumes importés sont généralement inférieurs à 10 %, à l'exception de la laitue et des champignons où ils sont respectivement de 11,8 % et de 19,9 %. Quant aux pourcentages moyens de détection du Cd, ils varient considérablement d'un légume à l'autre, passant de 1,1 % dans les citrouilles et les courges à plus de 60 % dans la laitue.

Tableau 17 Pourcentages moyens de détection de métaux dans les légumes d'origine canadienne les plus consommés durant les années 2002 à 2005

Métal	Pomme de terre	Laitue ^a	Oignon et échalote ^b	Tomate ^c	Carotte	Chou ^d	Concombre ^e	Poivron	Céleri	Maïs	Brocoli	Citrouille et courge	Chou-fleur	Champignon	Haricot
Al	83,7	72,4	43,9	24,2	59,1	35,4	27,6	30,9	70,1	7,2	56,0	31,7	28,8	35,7	86,8
As	2,4	4,8	0,8	0,5	0,0	0,5	2,0	2,0	2,8	1,0	0,0	0,0	1,1	14,4	0,0
B	97,7	99,3	99,3	96,3	100,0	99,7	98,3	100,0	100,0	97,2	100,0	100,0	97,4	88,3	100,0
Cd	47,8	45,6	22,9	10,1	32,2	9,5	10,8	16,0	42,2	1,4	0,0	0,0	4,6	4,1	2,9
Cr	59,4	71,0	47,5	56,4	58,0	49,1	59,6	61,5	67,1	43,4	40,6	46,6	56,2	33,0	50,1
Cu	82,1	89,3	53,3	87,1	82,7	78,0	84,7	90,6	91,0	92,1	86,9	89,7	85,2	99,3	93,6
Fe	96,9	98,8	99,5	96,8	99,5	96,3	91,7	98,4	95,8	100,0	98,5	93,3	96,5	93,6	100,0
Hg	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	4,3	0,0
Mn	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	99,3	100,0
Ni	41,5	34,0	16,6	7,2	31,9	38,1	21,5	18,5	25,2	61,3	71,0	75,2	30,3	0,0	90,9
Pb	7,4	16,1	4,6	2,1	3,0	3,0	1,4	1,6	2,7	0,0	2,9	0,0	2,4	0,7	1,4
Se	3,0	5,0	3,4	1,8	0,9	10,7	3,7	2,6	2,6	9,7	22,8	0,0	14,7	68,1	0,0
Sn	1,1	0,5	1,9	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,1	1,1	0,0	4,3
Ti	80,2	90,4	53,3	86,6	83,4	78,0	85,0	89,4	92,3	90,5	87,7	86,8	85,2	73,3	93,6
Zn	99,8	100,0	98,6	90,7	99,8	99,2	96,3	98,9	96,2	100,0	100,0	97,9	97,4	99,3	100,0

^a Comprend la laitue à couper, la laitue frisée et la laitue fraîche.

^b Comprend les échalotes, les oignons doux, les oignons jaunes et les oignons verts.

^c Comprend les tomates de serre et les tomates fraîches.

^d Comprend les choux chinois et les choux frais.

^e Comprend les concombres de serre et les concombres frais.

Tableau 18 Pourcentages moyens de détection de métaux dans les légumes importés les plus consommés durant les années 2002 à 2005

Métal	Pomme de terre	Laitue ^a	Oignon ^b	Tomate ^c	Carotte	Chou ^d	Concombre ^e	Poivron	Céleri	Maïs	Brocoli	Citrouille et courge	Chou-fleur	Champignon	Haricot
Al	64,0	67,1	52,1	14,2	72,9	44,6	29,0	25,8	65,2	18,9	68,9	25,1	19,2	58,1	50,9
As	4,7	0,4	1,7	0,3	0,7	0,0	7,3	0,7	0,7	5,3	0,5	0,6	0,0	39,3	13,5
B	100,0	99,4	81,0	99,6	100,0	100,0	98,0	99,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	84,1	94,5
Cd	50,7	61,6	14,1	9,6	38,2	31,9	1,5	17,8	58,9	8,8	20,1	1,1	14,9	48,5	28,8
Cr	58,2	62,6	54,1	41,5	61,8	51,3	50,7	51,8	44,5	61,9	60,9	48,2	32,0	55,9	56,2
Cu	82,1	78,4	83,8	75,8	60,7	85,9	88,6	79,5	75,5	76,0	87,7	75,8	76,6	84,3	83,8
Fe	99,3	98,1	98,1	99,4	100,0	100,0	98,7	99,6	97,1	100,0	100,0	96,0	99,1	97,6	99,1
Hg	1,5	2,8	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,9	1,0	0,0	1,4	0,0	1,3	6,6	3,0
Mn	100,0	100,0	98,9	100,0	100,0	96,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	100,0	100,0
Ni	50,4	62,5	37,2	16,2	61,4	52,6	15,3	37,9	48,3	29,0	77,7	57,9	52,3	3,7	39,8
Pb	4,0	11,8	5,0	1,6	8,5	0,8	1,2	3,5	3,0	3,5	6,2	0,6	4,1	19,9	9,9
Se	5,9	3,3	10,6	2,5	12,5	5,5	1,7	5,5	9,2	8,5	17,6	1,5	7,7	24,9	16,0
Sn	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	3,7	1,2
Ti	51,6	84,1	84,2	61,2	81,3	85,9	87,9	77,5	77,4	76,0	89,1	75,8	75,7	84,3	83,6
Zn	100,0	97,9	95,1	82,8	98,7	100,0	90,9	96,6	91,5	100,0	100,0	98,4	98,4	100,0	98,9

^a Comprend la laitue à couper, la laitue frisée et la laitue fraîche.

^b Comprend les oignons, les oignons doux et les oignons verts.

^c Comprend les tomates de serre et les tomates fraîches.

^d Comprend les choux chinois, les choux verts frisés et les choux frais.

^e Comprend les concombres frais seulement.

4.2 VIANDES

Le tableau 19 montre le nombre d'analyses effectuées par l'ACIA sur les viandes pour la période de 2002 à 2005. Le nombre d'analyses effectuées sur les viandes canadiennes est considérable en comparaison du nombre d'analyses réalisées sur des viandes importées. En effet, les viandes importées ne représentent, respectivement pour les années 2004-2005, 2003-2004 et 2002-2003, que 2,3 %, 3,0 % et 2,8 % du total des échantillons analysés.

Tableau 19 Nombre d'échantillons de viandes analysés (2002-2005)

Période	Viande canadienne	Viande importée
2002-2003	106 137	3 067
2003-2004	103 560	3 255
2004-2005	118 137	2 803

Il est important de souligner qu'il s'agit bien d'analyses et non d'échantillons ou de nombre d'animaux testés. Le nombre d'animaux testés n'est pas fourni par l'ACIA. Aussi, il est difficile à « déduire » étant donné que, pour un même animal, des métaux et différents médicaments vétérinaires ont pu être recherchés. Dans le cas des viandes, il est impossible de faire ressortir une classe de contaminants présentant toujours le nombre le plus élevé d'analyses, contrairement aux fruits et aux légumes avec les pesticides AMR. Pour une même espèce animale, le tissu prélevé peut varier (ex. : foie, rein, muscle). S'agit-il du même animal? Par exemple, dans le cas du bœuf pour l'année 2004-2005, le nombre maximal d'analyses était observé pour le mercure dans le muscle (n = 419), alors que, pour l'année 2003-2004, le nombre maximal d'analyses était observé pour le chlorophénol dans le foie (n = 407).

Trois classes principales de contaminants sont recherchées dans les viandes par l'ACIA :

- les médicaments vétérinaires;
- les métaux;
- les produits chimiques agricoles qui incluent des pesticides et les chlorophénols.

Il faut souligner, néanmoins, que la recherche exhaustive de tous ces contaminants n'a été réalisée que pour les viandes d'origine canadienne. Dans le cas des viandes considérées, aucun métal n'a été recherché dans les viandes importées pour les années étudiées dans le présent document, ni hormone pour l'année 2004-2005, ni test de dépistage général des antibiotiques pour la même année. Compte tenu de la faible taille des échantillons et de l'absence de plusieurs produits recherchés dans les viandes importées, l'évaluation de la contamination des viandes se limitera à celles provenant du Canada.

4.2.1 Médicaments vétérinaires

La liste des médicaments vétérinaires recherchés est très complète et évolue avec les années. Les différentes classes ou substances suivantes peuvent être recherchées :

- **Antibiotiques**

L'ACIA procède à un test de dépistage général ou test d'inhibition de croissance. Elle recherche de manière plus particulière des sous-classes ou des antibiotiques plus spécifiques. Les méthodes analytiques ont évolué au cours des années et certaines classes, par exemple les glycosides, ont été spécifiquement recherchées en 2004-2005, mais ne l'étaient pas auparavant. Parmi les antibiotiques recherchés, il faut mentionner :

- les fluoroquinolones
- les pénicillines
- le ceftiofur (classe des céphalosporines)
- les sulfamidés
- les tétracyclines
- les glycosides
- les macrolides
- la spectinomycine (classe des aminosides)
- les ionophores : antibiotiques qui inhibent le transport des ions au travers des membranes cellulaires et le développement de certaines bactéries à Gram positif; ils auraient également des propriétés coccidiostatiques.
- certains antibiotiques dont l'utilisation est interdite (chloramphénicol, nitrofuranes, nitroimidazoles, carbadox).

- **Coccidiostatiques**

Ce sont des médicaments utilisés pour traiter des infections à protozoaires vivant dans la muqueuse intestinale de la volaille ou du bétail. Cette classe comprend, entre autres, le clopidol, le décoquinatate, l'halofuginone et la nicarbazine.

- **Anthelminthiques**

Ce sont des médicaments qui éliminent les vers parasitant l'organisme.

Les trois sous-classes suivantes sont retrouvées :

- pyrantel et tartrates de morantel
- benzimidazoles
- endectocides : les endectocides constituent une classe d'antiparasitaires utilisés depuis une vingtaine d'années, qui sont efficaces tant pour les parasites internes qu'externes.

- **Anti-inflammatoires non stéroïdiens**

Dans cette classe, la dipyronne, la flunixinine et la phénylbutazone sont recherchées.

- **Anti-inflammatoires stéroïdiens (dexaméthasone)**

- **β-agonistes**

Les β-agonistes (ex. : clenbutérol, cimatérol) ont pour effet, entre autres, de provoquer une stimulation cardiaque et une vasodilatation systémique. À très fortes doses, ils causeront une hypertrophie musculaire. Ils sont donc utilisés comme promoteur de croissance. Toutefois, leur usage est interdit au Canada.

- **Thyréostatiques (thiouracil)**

Il s'agit d'une classe de médicaments qui ont pour effet de diminuer les sécrétions de la thyroïde. L'administration de ces médicaments aux animaux d'élevage a pour résultat de les faire engraisser plus rapidement. L'utilisation à cet effet est interdite au Canada.

- **Hormones**

- Substances oestrogéniques (zéranol et métabolites, diéthylstilbestrol [DES] et autres stilbènes)
- Substances androgéniques (acétate de trenbolone et nortestostérone)
- Substances progestatives ou gestagènes (acétate de mélangestrol)

- **Tranquillisants et β-bloquants**

Les tranquillisants (acépromazine, azapérone, xylazine) et les β-bloquants (carazolol) sont utilisés pour gérer le stress lors du transport des animaux. Il faut noter que le carazolol n'est pas autorisé au Canada.

Les méthodes analytiques ont subi plusieurs modifications au cours des années. Par exemple, pour les années 2003-2004 et 2002-2003, plusieurs antibiotiques spécifiques étaient recherchés à la suite du dépistage général par une méthode multirésidus, tandis qu'à partir de 2004-2005, plusieurs autres antibiotiques ont été recherchés comme classe particulière de médicaments (ex. : pénicillines). Les organes dans lesquels les médicaments étaient recherchés ont également changé avec les années. Le lecteur pourra se référer aux notes relatives au tableau 20. Ces notes concernent des informations supplémentaires correspondant aux changements apportés tout au long de ces années.

Sur le total des analyses effectuées dans les viandes pour les années 2004-2005, 2003-2004 et 2002-2003 (tableau 19), respectivement 73 476, 73 071 et 75 979 échantillons étaient ciblés pour la recherche de médicaments vétérinaires, la différence étant des analyses de métaux et de produits chimiques agricoles. Très peu d'analyses ont permis de détecter la présence des médicaments vétérinaires. En effet, pour chacune des années citées précédemment, seulement 0,3 % des analyses étaient positives pour l'un des médicaments appartenant à l'une des classes énumérées ci-dessus. Cependant, comme il est mentionné antérieurement dans le présent document, il est impossible de connaître le nombre d'échantillons ou d'animaux positifs. Le tableau 20 présente les médicaments vétérinaires détectés dans la viande de bœuf, de porc, de veau, de mouton, de poulet et de dindon pour les trois années visées par cette étude exploratoire. Seuls les médicaments détectés parmi la liste citée précédemment se retrouvent dans ce tableau. En tout,

39 combinaisons de médicament/tissu/animal ont été positives pour au moins une des trois années couvertes par l'étude. Lorsqu'un médicament vétérinaire est détecté dans une viande, les pourcentages de détection sont faibles, ou, autrement dit, le médicament est retrouvé dans peu d'échantillons de viande parmi l'ensemble dans lequel il est recherché. En effet, lorsqu'un médicament est recherché dans une viande, le nombre d'échantillons positifs est généralement inférieur à 10 %, voire à 5 %. Les pourcentages de détection supérieurs à 5 % sont indiqués dans le tableau 21 pour ces 3 années.

Tableau 20 Bilan des médicaments vétérinaires détectés dans les viandes

Classe et médicament détecté	Animal	Tissu	Nombre d'années recherchées	Pourcentage de détection			Moyenne	Note	Pourcentage hors norme		
				2004-2005	2003-2004	2002-2003			2004-2005	2003-2004	2002-2003
Antibiotiques											
Général											
	Bœuf	Rein	3	2,0	2,3	2,3	2,2	1	2,0	2,3	2,3
	Porc	Rein	3	6,9	7,5	4,3	6,2	1	6,9	7,5	4,3
	Veau	Rein	3	1,2	0,6	0,0	0,6	1	1,2	0,6	0,0
	Mouton	Rein	3	0,4	0,0	0,0	0,1	1	0,4	0,0	0,0
	Poulet	Foie	3	1,6	0,0	0,6	0,7	1	1,6	0,0	0,6
	Dindon	Foie	3	0,0	7,1	4,3	3,8	1	0,0	7,1	4,3
Fluoroquinolones											
Ciprofloxacine	Bœuf	Foie	1			1,8	1,8	2			1,8
Ciprofloxacine (2003-2004) Enrofloxacin (2002-2003)	Mouton	Rein	3	0,0	0,7	0,4	0,4		0,0	0,7	0,4
Ionophores											
Monensin	Bœuf	Muscle	3	1,1	0,3	0,3	0,6		0,0	0,0	0,0
Lasalocide	Porc	Muscle	2	0,7	0,0		0,3	3	0,7	0,0	
Narasin (2003-2004) Lasalocide (2002-2003)	Poulet	Muscle	3	0,0	0,4	0,3	0,2		0,0	0,4	0,3
Lasalocide et monensin	Veau	Muscle	1	1,9			1,9	4	0,0		
Lasalocide	Dindon	Muscle	3	0,0	0,9	0,0	0,3		0,0	0,9	0,0
Monensin	Mouton	Muscle	2	1,6	0,0		0,8		1,6	0,0	
Lasalocide (2003-2004 et 2002-2003) et monensin (2002-2003)	Mouton	Rein	3	0,0	1,3	0,8	0,7		0,0	1,3	0,8
Pénicillines											
Pénicilline G	Veau	Foie	1			1,1	1,1	5			0,0

Tableau 20 Bilan des médicaments vétérinaires détectés dans les viandes (suite)

Classe et médicament détecté	Animal	Tissu	Nombre d'années recherchées	Pourcentage de détection			Moyenne	Note	Pourcentage hors norme		
				2004-2005	2003-2004	2002-2003			2004-2005	2003-2004	2002-2003
Antibiotiques (suite)											
Sulfamidés											
Sulfaméthazine	Porc	Foie	3	0,0	0,0	0,3	0,1		0,0	0,0	0,0
Tétracyclines											
Oxytétracycline	Porc	Foie	1			5,4	5,4	6			5,4
Oxytétracycline	Veau	Foie	1			7,9	7,9	6			7,9
Anthelminthiques											
Benzimidazoles											
Thiabendazole	Porc	Foie	3	0,9	0,0	0,0	0,3		0,0	0,0	0,0
Oxfendazole	Mouton	Foie	3	0,8	0,0	0,0	0,3		0,8	0,0	0,0
Endectocides											
Doramectine et Ivermectine	Bœuf	Foie	3	0,5	0,7	1,4	0,9	7	0,3	0,3	0,6
Ivermectine	Porc	Foie	3	0,0	0,0	0,2	0,1	7	0,0	0,0	0,2
Doramectine (3 ans) Éprinomectine (2003-2004 et 2002-2003) Ivermectine (2003-2004 et 2002-2003)	Veau	Foie	3	1,9	2,0	2,8	2,2	7	1,9	1,2	2,6
Coccidiostatiques											
Clopidol											
Clopidol	Poulet	Foie	3	0,7	0,0	0,9	0,6	8	0,0	0,0	0,0
Clopidol	Dindon	Foie	3	1,0	0,5	0,0	0,5	8	0,0	0,0	0,0
AINS											
Dipyronne	Porc	Point d'injection	1			14,3	14,3	9			14,3

Tableau 20 Bilan des médicaments vétérinaires détectés dans les viandes (suite)

Classe et médicament détecté	Animal	Tissu	Nombre d'années recherchées	Pourcentage de détection			Moyenne	Note	Pourcentage hors norme		
				2004-2005	2003-2004	2002-2003			2004-2005	2003-2004	2002-2003
Thyréostatiques											
Thiouracil	Bœuf	Foie	1	10,7			10,7	10	10,7		
Thiouracil	Veau	Foie	1	12,7			12,7	10	12,7		
Thiouracil	Mouton	Foie	1	14,3			14,3	10	14,3		
Hormones											
Substances oestrogéniques											
Zéranol et métabolites	Bœuf	Foie	3	0,0	2,7	0,7	1,1	11	0,0	2,7	0,7
Zéranol et métabolites	Porc	Foie	3	0,0	0,0	0,2	0,1	11	0,0	0,0	0,2
Zéranol et métabolites	Veau	Foie	3	1,2	2,8	4,7	2,9	11	1,2	2,8	4,7
Substances androgéniques											
Acétate de trenbolone	Bœuf	Foie	3	0,0	0,3	0,6	0,3		0,0	0,3	0,6
Acétate de trenbolone	Veau	Foie	3	0,8	0,0	1,2	0,7		0,8	0,0	1,2
Acétate de trenbolone	Mouton	Foie	3	0,0	0,0	0,4	0,1		0,0	0,0	0,4
Testostérone	Veau	Point d'injection	1	6,8			6,8		6,8		
Gestagène											
Acétate de mélangestrol	Bœuf	Gras	3	2,7	8,5	8,6	6,6		2,7	8,5	8,6
	Veau	Gras	3	0,0	0,3	0,0	0,1		0,0	0,3	0,0

Lorsque le terme *antibiotique général* est mentionné, il s'agit d'une méthode au cours de laquelle l'inhibition de la croissance des microorganismes est vérifiée. Cette méthode a également été utilisée sur d'autres tissus que ceux mentionnés dans le tableau, par exemple le muscle ou le foie. Dans le tableau, seuls les tissus pour lesquels il y avait des résultats positifs sont indiqués.

- Les fluoroquinolones ont été recherchées chez le bœuf les autres années concernées, mais pas dans le foie : 2004-2005 (muscle), 2003-2004 (rein et muscle) et 2002-2003 (rein). Aucun médicament de cette classe n'avait alors été détecté.
- Pour le porc, les ionophores n'ont pas été recherchés dans le muscle, mais dans le rein en 2002-2003. Les résultats étaient négatifs.
- Pour le veau, les ionophores n'ont pas été recherchés dans le muscle, mais dans le rein en 2003-2004 et en 2002-2003. Les résultats étaient négatifs.
- Les pénicillines sont systématiquement recherchées dans le muscle comme classe particulière de médicaments depuis 2004-2005. Tous les résultats de cette année étaient négatifs. Pour les années antérieures, les pénicillines étaient recherchées à la suite du dépistage général des antibiotiques par une méthode multirésidus.

- Les tétracyclines ont été recherchées pour les trois années couvertes par la présente étude. Les méthodes analytiques sont cependant différentes de même que les organes analysés. En 2004-2005, les tétracyclines étaient recherchées dans le muscle (et uniquement dans cet organe) de tous les animaux comme classe particulière de médicaments. Pour les deux autres années, les tétracyclines étaient recherchées à la suite du dépistage général des antibiotiques par une méthode multirésidus. De plus, les tétracyclines n'ont été recherchées dans le foie du porc et le foie du veau qu'en 2002-2003.
- Pour les trois années étudiées dans ce document, les méthodes analytiques des endectocides ont évolué. Une méthode multirésidus remplace peu à peu les méthodes de recherche de composés individuels. Afin de donner un portrait global, tous les résultats de recherche d'endectocides ont été additionnés, tant ceux provenant de la méthode multirésidus que ceux provenant de la recherche de composés individuels (ex. : ivermectine). Il faut également souligner que les endectocides n'ont pas été recherchés dans le poulet et le dindon.
- Le clopidol (coccidiostatiques) n'est recherché que chez le poulet, le dindon et les autres volailles. Il existe d'autres coccidiostatiques qui peuvent être utilisés chez les autres animaux de boucherie (bœuf, porc, etc.), mais aucun d'entre eux n'a été détecté.
- La recherche de dipyrone n'est de routine que depuis le rapport de 2004-2005. Le médicament est recherché dans le muscle et non pas au site d'injection. Tous les résultats étaient sous le seuil de détection.
- À propos du thiouracil, le rapport de l'ACIA de l'année 2004-2005 mentionne : « L'ACIA estime à l'heure actuelle que ces résidus proviennent de composés naturellement présents dans les aliments pour les animaux plutôt que de l'administration du composé sous forme de médicament vétérinaire. D'autres inspections l'an prochain aideront à résoudre la question ». Il faut également faire remarquer que le thiouracil a été recherché dans le boeuf, le veau et le mouton en 2003-2004 et en 2002-2003, mais pas dans le foie. Les résultats étaient sous le seuil de détection.
- Parmi les substances oestrogéniques recherchées on retrouve le zéranol et ses métabolites (taléranol et zéaralénone) ainsi que le DES et les autres stilbènes. Seulement le zéranol et ses métabolites ont parfois été détectés. Toutefois, seul le zéranol a été considéré pour le calcul des pourcentages, puisque lorsque les métabolites étaient détectés, le produit mère (zéranol) l'était toujours. Additionner le zéranol et les métabolites aurait surévalué le pourcentage de positifs. En 2004-2005, le zéranol et l'ensemble des stilbènes ont été recherchés lors de la même analyse. Par contre, pour les années 2003-2004 et 2002-2003, deux analyses ont été effectuées, une recherchant le zéranol et le DES, et l'autre, le zéranol et les autres stilbènes. Vu que la taille des échantillons n'était pas la même dans les deux cas, les auteurs de l'étude exploratoire ont considéré qu'il s'agissait de deux échantillons différents. Les pourcentages des deux années ont donc été calculés en additionnant les positifs pour le zéranol et les deux tailles d'échantillons.

Tableau 21 Médicaments vétérinaires présentant un pourcentage de détection supérieur à 5 %

Années	Médicament	Tissu	Animal	Pourcentage de détection
2004-2005	Thiouracil	Foie	Mouton	14,3
	Thiouracil	Foie	Veau	12,7
	Thiouracil	Foie	Bœuf	10,7
	Antibiotiques — Dépistage général	Rein	Porc	6,9
	Testostérone	Point d'injection	Veau	6,8
2003-2004	Acétate de mélangestrol	Gras	Bœuf	8,5
	Antibiotiques — Dépistage général	Rein	Porc	7,5
	Antibiotiques — Dépistage général	Foie	Dindon	7,1
2002-2003	Dipyron	Point d'injection	Porc	14,3
	Acétate de mélangestrol	Gras	Bœuf	8,6
	Oxytétracycline	Foie	Porc	7,9
	Oxytétracycline	Foie	Porc	5,4

En excluant le thiouracil pour lequel l'ACIA réalise des investigations plus poussées, les deux classes de médicaments ayant le plus souvent des pourcentages de détection supérieurs à 5 % sont les antibiotiques et les hormones (tableau 21). Par contre, pour la majorité des 39 combinaisons médicament/tissu/animal testées positives, le pourcentage de détection est inférieur à 2 % (tableau 20). Le nombre d'échantillons positifs pour l'ensemble des viandes échantillonnées est donc très faible.

Pour ce qui est des 39 combinaisons médicament/tissu/animal testées positives, 30 présentaient des pourcentages de hors-norme identiques aux taux de détection. Donc, pour ces 30 combinaisons, toutes les détections étaient des hors-norme. De ce nombre, 20 combinaisons étaient hors norme parce qu'aucune norme n'avait été établie pour ces médicaments, l'organe et l'animal mentionné. Aujourd'hui, ces combinaisons ne seraient plus considérées comme des hors-norme, car une LMR a été depuis adoptée (ou est en voie de l'être). Il s'agit :

- des inophores (narasin et lasalocid) dans le muscle de poulet;
- de l'oxytétracycline dans le foie de porc;
- de l'oxytétracycline dans le foie de veau;
- du zéranol dans le foie de bœuf;
- du zéranol dans le foie de veau;
- de l'acétate de trenbolone dans le foie de bœuf;
- de l'acétate de trenbolone dans le foie de veau;
- de l'acétate de trenbolone dans le foie de mouton;

- de l'acétate de mélangestrol dans le gras de bœuf;
- de l'acétate de mélangestrol dans le gras de veau.

Une comparaison avec les normes existantes a été réalisée pour toutes les concentrations moyennes, minimales et maximales obtenues par l'ACIA. Dans plus de la moitié des cas, les concentrations mesurées sont inférieures à 10 % de la valeur de la norme. Le tableau 22 présente les pourcentages de concentrations mesurées étant inférieures à 10 % de la valeur de la norme, et ce, pour les trois années couvertes par la présente étude.

Tableau 22 Pourcentages des concentrations de médicaments vétérinaires mesurées dont la valeur est inférieure à 10 % de la valeur de la norme

Années	Pourcentage		
	Concentration moyenne	Concentration minimale	Concentration maximale
2004-2005	64	64	55
2003-2004	69	77	46
2002-2003	50	67	39

Un certain nombre de concentrations mesurées représentent, comparativement à la norme, un pourcentage plus élevé. Pour 9 combinaisons médicament/tissu/animal, les concentrations moyennes, minimales ou maximales avaient une valeur égale ou supérieure à 50 % de la valeur de la norme. Le tableau 23 rapporte les combinaisons médicament/tissu/animal pour lesquelles les concentrations mesurées dans les échantillons sont supérieures ou égales à 50 % de la valeur de la norme. Il faut souligner que les pourcentages des concentrations de 3 combinaisons sont, par rapport à la norme, identiques pour les concentrations moyennes, minimales et maximales : acétate de mélangestrol/gras/veau, acétate de trenbolone/foie/boeuf et ivermectine/foie/porc. Si ces résultats s'avèrent similaires, c'est qu'un seul échantillon était positif parmi le lot d'échantillons analysés pour détecter ces médicaments.

Tableau 23 Médicaments dont les concentrations mesurées sont égales ou supérieures à 50 % de la valeur de la norme

Année	Médicament	Concentration	% de la norme
2004-2005	Acétate de mélangestrol/gras/boeuf	Moyenne	67
		Maximum	129
	Acétate de trenbolone/gras/veau	Maximum	50
2003-2004	Acétate de mélangestrol/gras/veau	Moyenne	86
		Minimum	86
		Maximum	86
	Acétate de trenbolone/foie/bœuf	Moyenne	110
		Minimum	110
		Maximum	110
	Acétate de mélangestrol/gras/bœuf	Moyenne	56
		Maximum	100
	2002-2003	Ivermectine/foie/porc	Moyenne
Minimum			107
Maximum			107
Acétate de mélangestrol/gras/bœuf		Moyenne	54
		Maximum	71
Acétate de trenbolone/foie/veau		Maximum	80
Oxytétracycline/foie/porc		Maximum	58

Mis à part l'ivermectine et l'oxytétracycline dans le foie de porc, toutes les autres combinaisons médicament vétérinaire/tissu/animal concernent des hormones.

4.2.2 Métaux

Les métaux ont été recherchés dans les muscles de tous les animaux canadiens étudiés. Cependant, la liste des métaux recherchés s'est allongée avec les années. Ainsi, en 2002-2003 et en 2003-2004, les métaux suivants étaient recherchés : Al, As, Cd, Hg, Ni, Pb, Se, Sn et Zn. À partir de 2004-2005, se sont ajoutés ces autres éléments : B, Cr, Cu, Fe, Mn et Ti.

Le tableau 24 indique les pourcentages de détection de ces différents métaux. En ce qui concerne la première liste de métaux citée antérieurement, il s'agit de la moyenne des pourcentages pour les trois années concernées par cette étude exploratoire. Dans le cas de la deuxième liste, il s'agit du pourcentage calculé pour l'année 2004-2005. Les hors-norme ne sont pas présentées, car l'ACIA, dans le cas des métaux, ne les considère pas comme étant de « vraies hors-norme ». Ainsi, dans le rapport de l'ACIA intitulé *Produits de viande et de volaille, évolution sur cinq ans des résidus chimiques et des additifs*, aucun pourcentage de hors-norme n'est retrouvé, et il est indiqué que « Le Canada a peu de normes prescrites par la loi pour les métaux toxiques dans les aliments » (ACIA, 2010).

Tableau 24 Bilan (pourcentages) des métaux détectés dans les viandes

Métaux	Bœuf	Porc	Poulet	Veau	Dindon	Mouton
Al	11,4	12,7	8,6	12,4	9,1	17,5
As	7,0	4,9	9,9	0,7	9,2	12,9
B	90,1	80,3	92,3	84,4	78,6	87,5
Cd	0,7	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5
Cr	41,1	75,0	61,3	67,0	81,5	79,3
Cu	99,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Fe	97,7	99,2	100,0	94,2	100,0	96,5
Hg	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Mn	99,5	99,2	100,0	99,6	100,0	99,5
Ni	6,4	4,4	6,4	2,5	5,1	9,1
Pb	2,5	1,7	1,9	3,1	1,9	2,8
Se	98,0	79,3	94,9	43,0	99,8	87,4
Sn	0,5	0,4	0,5	1,2	0,6	0,8
Ti	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Zn	97,3	96,4	99,2	98,0	98,9	98,1

Pour faciliter l'interprétation du tableau 24, les données ont été représentées sous la forme d'un histogramme (voir la figure 1). Ce dernier permet de constater que les pourcentages de détection présentent une dichotomie, c'est-à-dire, soit que :

- des pourcentages de détection élevés, supérieurs à 80 %, voire à 90 % (B, Cu, Fe, Mn, Ti Zn) sont observés;
ou
- des pourcentages faibles ou inférieurs à 10 % (As, Cd, Hg, Ni, Pb, Sn) sont notés.

Dans le cas des métaux les plus préoccupants pour la santé publique (As, Cd, Hg et Pb), l'As indique les pourcentages de détection les plus élevés, allant de 0,7 % chez le veau à 12,9 % chez le mouton. Pour le Cd, tous les pourcentages de détection sont inférieurs à 1 %. Dans le cas du Hg, mis à part pour le porc (0,3 %), toutes les analyses réalisées pour les autres viandes sont sous le seuil de détection. Finalement, les pourcentages du Pb sont d'environ 2 à 3 %.

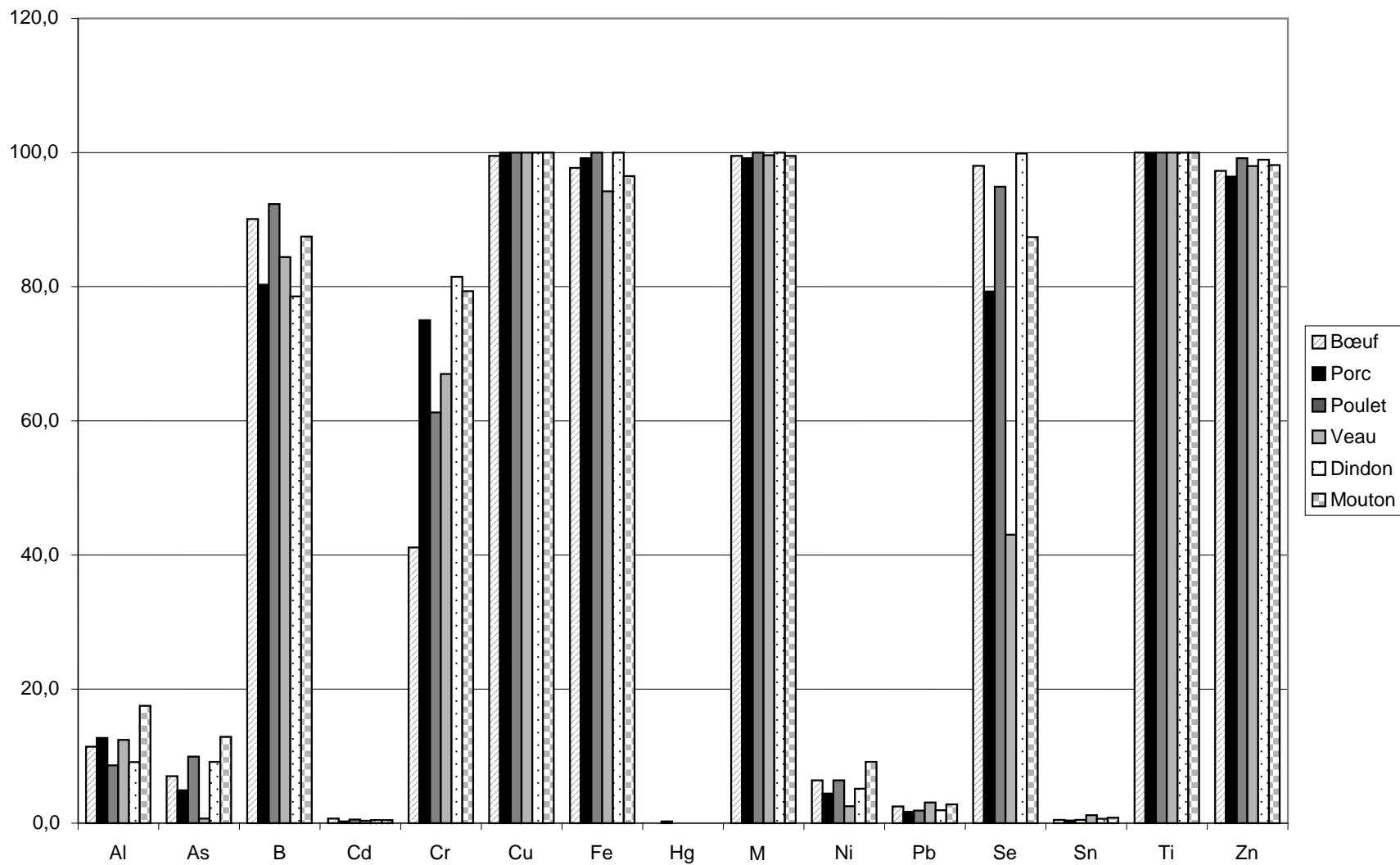


Figure 1 Bilan des pourcentages des métaux dans les viandes

4.2.3 Produits chimiques agricoles

Certains produits chimiques agricoles sont également recherchés dans les viandes par l'ACIA. Il s'agit des carbamates (foie), des chlorophénols (foie), des pesticides AMR (gras) et des pyréthrinés synthétiques. Le bilan des pourcentages de détection et de hors-norme est montré au tableau 25.

Selon les observations, les pourcentages de détection sont très faibles et les hors-norme plus encore. Il est par contre intéressant de souligner que malgré l'interdiction remontant à plusieurs années, le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) et surtout son métabolite le DDE (dichlorodiphényldichloroéthylène) sont toujours détectables dans le gras des différentes viandes considérées dans cette étude. La perméthrine est également détectable dans le gras du boeuf et du veau. Dans le cas du veau, la perméthrine a le taux de détection le plus élevé de tous les produits chimiques, soit 6,6 % en 2003-2004. Contrairement au DDT, l'usage de la perméthrine est autorisé.

Tableau 25 Bilan des produits chimiques agricoles

Classe et produit détecté	Animal	Tissu	Nombre d'années recherchées	Pourcentage de détection			Moyenne	Pourcentage de hors-norme		
				2004-2005	2003-2004	2002-2003		2004-2005	2003-2004	2002-2003
Chlorophénols										
PCP	Boeuf	Foie	3	0,75	0,74	1,06	0,85	0,00	0,00	0,00
PCP	Porc	Foie	3	4,23	1,30	1,08	2,20	0,35	0,00	0,00
PCP	Poulet	Foie	3	0,00	0,34	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
PCP	Veau	Foie	3	1,92	0,00	0,00	0,64	1,15	0,00	0,00
TCP (2004-2005) et PCP	Mouton	Foie	3	2,68	0,97	0,00	1,22	1,15	0,32	0,00
Pesticides organochlorés										
DDE	Boeuf	Gras	3	1,15	0,96	0,66	0,92	0,00	0,00	0,00
DDE	Porc	Gras	3	1,15	0,00	0,59	0,58	0,00	0,00	0,30
DDE	Poulet	Gras	3	0,00	0,38	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
DDE	Veau	Gras	3	0,39	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
DDE	Dindon	Gras	3	0,00	0,42	1,12	0,51	0,00	0,00	0,00
DDE	Mouton	Gras	3	0,83	0,00	0,38	0,40	0,00	0,00	0,00
DDT	Porc	Gras	3	0,76	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
DDT	Veau	Gras	3	0,39	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Lindane	Poulet	Gras	3	0,00	0,38	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Lindane	Veau	Gras	3	1,97	1,30	0,31	1,19	0,00	0,00	0,00
Lindane	Mouton	Gras	3	0,41	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00
Dieldrine	Porc	Gras	3	0,00	0,39	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Pyréthrine										
Perméthrine	Boeuf	Gras	3	0,00	0,32	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
Perméthrine	Veau	Gras	3	0,87	6,63	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00

4.3 OEUFS

Seules les données des années 2004-2005 et 2002-2003 sont présentées. Sur le site Internet de l'ACIA, les données pour les œufs restent les mêmes pour les années 2004-2005 et 2003-2004. Les auteurs de la présente étude ont donc déduit qu'il s'agissait des résultats de la campagne de 2004-2005, puisque des résultats de tétracyclines ont été notés et que ces composés n'étaient pas recherchés comme classe particulière de médicaments en 2003-2004.

4.3.1 Médicaments vétérinaires

Le tableau 26 présente les médicaments vétérinaires détectés dans les œufs pour les années 2004-2005 et 2002-2003. Le plus grand nombre de détections observé en 2004-2005 peut s'expliquer en partie par le fait que la taille de l'échantillon est plus appréciable (345) comparativement à celle l'échantillon de 2002-2003 (30). De plus, les tétracyclines n'étaient pas recherchées comme une classe à part en 2002-2003.

Toutes les détections de médicaments vétérinaires dans les œufs sont également considérées comme des hors-norme. En effet, au moment où les rapports de l'ACIA ont été publiés, il n'existait aucune norme pour ces médicaments dans les œufs. Depuis, une norme a été édictée pour l'oxytétracycline dans les œufs.

Les concentrations d'oxytétracycline mesurées pour les œufs positifs en provenance du Canada ont des valeurs se situant entre 5 et 13 % de la valeur de la norme. Un seul œuf provenant des États-Unis s'est avéré positif, avec une concentration équivalant à 6 % de la valeur de la norme.

Tableau 26 Bilan des médicaments vétérinaires retrouvés dans les œufs

Classe et médicament	Origine des échantillons	Années de détection	Pourcentage de détection	Pourcentage hors norme
Ionophores				
Lasalocide	Canada	2004-2005	8,7	8,7
Lasalocide	États-Unis	2004-2005	0,4	0,4
Narasin	Canada	2004-2005	0,9	0,9
Salinomycine	Canada	2004-2005	3,2	3,2
Clopidol				
Clopidol	Canada	2002-2003	0,4	0,4
Tétracyclines				
Oxytétracycline	Canada	2004-2005	0,6	0,6
Oxytétracycline	États-Unis	2004-2005	0,4	0,4

4.3.2 Produits chimiques agricoles

En 2004-2005, sur 319 œufs canadiens testés pour les pesticides AMR, il n'y avait qu'un seul échantillon où le DDE avait été détecté sans être hors norme, et pour l'année 2002-2003, il n'y en avait aucun (taille de l'échantillon 287).

Toujours en 2004-2005, parmi les 258 œufs canadiens testés pour les pyréthrinés, un échantillon était positif pour la deltaméthrine. Cette classe de produits chimiques agricoles n'a pas été recherchée en 2002-2003. Aucun produit chimique agricole n'a été détecté dans les échantillons en provenance des États-Unis.

4.3.3 Métaux et éléments

Le tableau 27 indique les pourcentages de détection des métaux et des éléments recherchés dans les œufs en provenance du Canada et des États-Unis pour l'année 2004-2005. Il s'agit de la seule année pour laquelle des résultats sont disponibles. Cinq métaux ou éléments ont été détectés dans plus de 80 % des cas, soit le B, le Cu, le Fe, le Ti et le Zn. Trois autres ont été détectés dans environ 50 % des échantillons (Cr, Mn Se), alors que les autres éléments ont été détectés beaucoup moins fréquemment. Les quatre éléments les plus préoccupants en termes de santé publique, soit l'As, le Cd, le Hg et le Pb, n'ont été retrouvés que dans très peu d'échantillons. De plus, aucune concentration mesurée n'est considérée comme hors norme. Les résultats relatifs aux métaux et aux éléments sont illustrés dans la figure 2.

Tableau 27 Pourcentages de détection des métaux et des éléments dans les œufs canadiens et importés

Métal ou élément	Pourcentage de détection	
	Canada	États-Unis
Al	1,0	3,2
As	1,4	0,5
B	96,9	100,0
Cd	0,5	0,0
Cr	43,8	50,8
Cu	81,5	82,9
Fe	99,2	97,6
Hg	2,1	0,0
Mn	48,6	54,0
Ni	9,1	11,1
Pb	0,5	0,0
Se	50,0	54,5
Sn	0,5	0,5
Ti	86,8	91,3
Zn	100,0	100,0

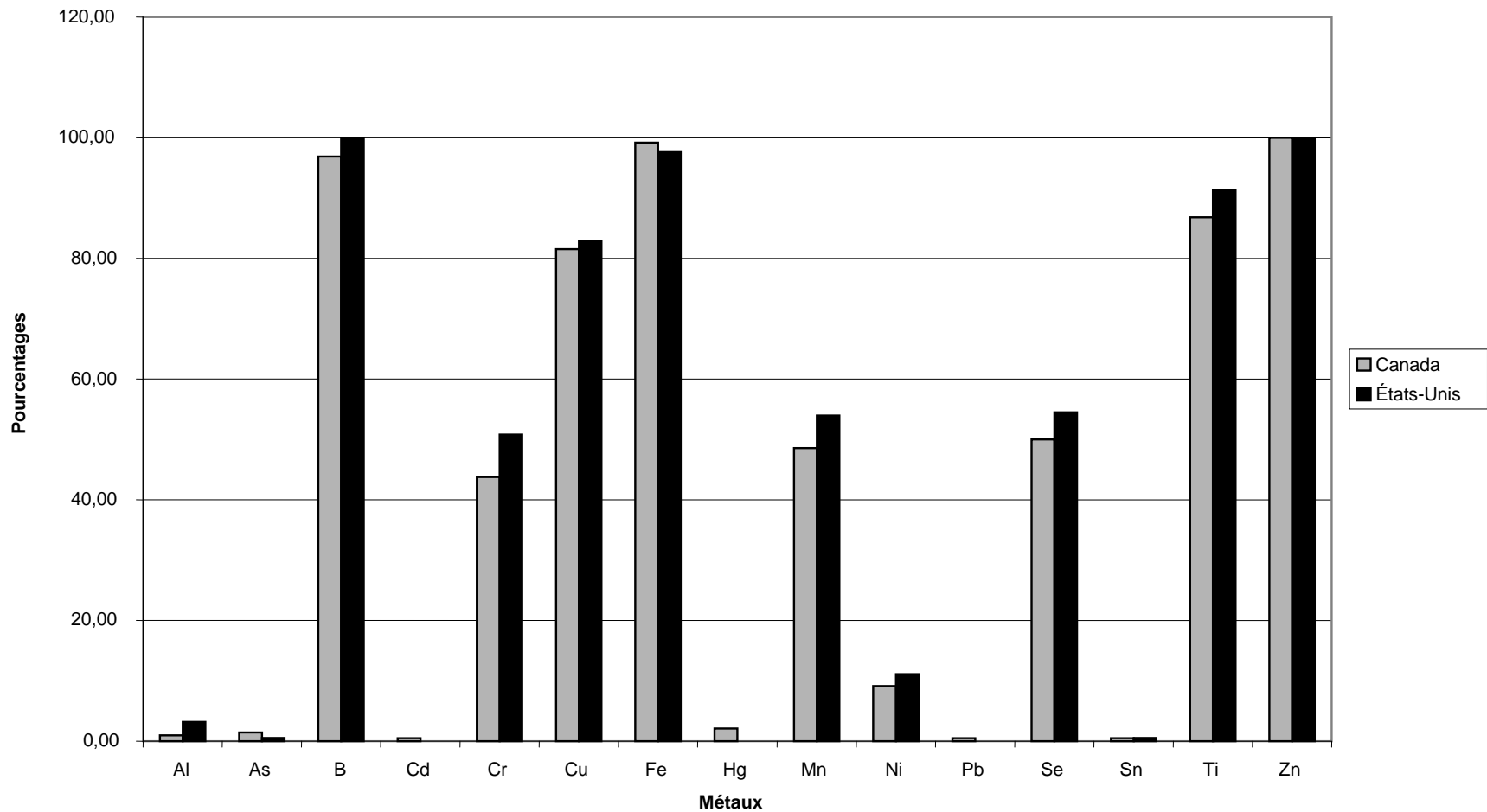


Figure 2 Bilan des pourcentages de détection des métaux et des éléments dans les œufs

4.4 DONNÉES PROVENANT DES ÉTUDES DE SANTÉ CANADA

4.4.1 *Étude canadienne sur l'alimentation totale*

Plusieurs autres pays réalisent des études semblables qui peuvent également être appelées *Étude sur le panier d'épicerie*. L'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* consiste à visiter 3 ou 4 épiceries dans plusieurs grandes villes canadiennes et à y acheter des aliments régulièrement consommés par la population. Ces aliments sont ensuite préparés de la même manière que lorsqu'ils sont consommés : cuits s'ils se mangent cuits, lavés, pelés s'il y a lieu, etc. Une fois préparés, les aliments sont mélangés (homogénéisés) pour former des échantillons composites²⁴ (environ 140 échantillons composites à l'heure actuelle). Différentes substances pourront y être recherchées comme les pesticides, les BPC, les médicaments vétérinaires, etc. (Santé Canada, 2009i).

Les villes visitées sont les grandes métropoles canadiennes. En général, une ville par année est visitée, sauf pour les années 1994 et 1995 où deux villes ont été visitées. Les années, et par conséquent les échantillonnages dans les différentes villes, sont regroupées en périodes. Santé Canada a défini 6 périodes distinctes, soit 1969 à 1973, 1976 à 1978, 1985 à 1988, 1992 à 1999, 2000 à 2004 et la plus récente, entamée en 2005, n'est pas finalisée (Santé Canada, 2009i). À chaque période correspondent des classes de contaminants recherchés, qui peuvent changer d'une période à l'autre.

La page Web de l'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* présente les villes visitées de 1992 à 2008. Comme cela a déjà été mentionné précédemment, les différents composés chimiques ne sont pas tous recherchés lors de chaque visite. Au Québec, la ville de Montréal a été échantillonnée en juillet 1993 et en mai 2003. Lors de la visite de 1993, des pesticides, des BPC, des dioxines/furanes et des microéléments ont été recherchés. Or, lors de la visite de 2003, ce sont les radionucléides qui l'ont été. Enfin, en octobre 2008, la ville de Québec a été visitée, mais la liste des contaminants recherchés n'était pas disponible au moment de la rédaction de la présente étude.

Les données sur les contaminants chimiques provenant de l'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* sont disponibles de deux façons différentes. Premièrement, la page Web présente les concentrations moyennes des contaminants recherchés pour chaque aliment analysé, et, dans certains cas, le calcul des apports alimentaires. Deuxièmement, plusieurs publications ont été écrites à partir de ces collectes d'aliments. Ces publications touchent souvent une période, regroupent donc plusieurs villes et ne concernent qu'une classe de contaminants. Il existe également des publications portant sur certaines études réalisées à partir des échantillonnages d'aliments, comme celles sur les dérivés des perfluorooctanes, qui ne font pas partie du programme de suivi de base pour la période concernée.

²⁴ Un échantillon composite est un échantillon dont plusieurs unités prélevées ont été regroupées et bien mélangées (voire homogénéisées) en vue de former un seul échantillon. Cette façon de faire permet de réduire le nombre d'analyses et de diminuer l'influence des valeurs extrêmes.

La page Web de cette étude contient peu d'informations concernant le calcul des apports alimentaires en contaminants. La seule information relevée est la suivante :

« [...] on regroupe les concentrations mesurées avec les données sur l'apport alimentaire (des estimations de la quantité de chaque groupe d'aliments consommés par la population canadienne) pour établir des estimations des apports alimentaires de ces substances chimiques chez les Canadiennes et les Canadiens [...] » (Santé Canada, 2009i).

Les apports alimentaires sont calculés pour 16 groupes d'âge différents.

Voici donc un résumé des données retrouvées. Il faut noter que seuls les tableaux et les publications où le Québec (Montréal) avait été échantillonné font partie de la présente étude exploratoire (Santé Canada, 2009i).

4.4.1.1 Données en provenance de la page Web de l'étude

• Montréal 1993

Biphényles polychlorés (BPC)

La page Web de l'étude sur l'alimentation totale fournit des concentrations de BPC totaux pour 50 aliments. Les concentrations de BPC variaient de 48 ppt²⁵ pour le lait écrémé à 13 440 ppt pour le poisson d'eau douce. Par ordre décroissant, les autres aliments dont les concentrations élevées en BPC avaient été notées sont les suivants : poissons de mer (5 315 ppt), crustacés (4 558 ppt), beurre (3 341 ppt) et poissons en conserve (3 217 ppt).

Les apports en BPC totaux ont été calculés à l'aide des concentrations retrouvées dans les aliments recueillis en 1993 à Montréal. Les enfants de 0 à 1 mois présentaient l'apport le plus élevé en BPC (23,79 ng/kg pc/jour), suivis des enfants de 4 à 6 mois (20,54 ng/kg pc/jour). La moyenne pour tous les groupes d'âge confondus est de 5,44 ng/kg pc/jour.

Dioxines/furanes

L'étude sur l'alimentation totale fournit des concentrations de dioxines/furanes exprimées en équivalents toxiques pour 44 aliments. Les concentrations de dioxines/furanes variaient de 0,013 ppt pour le lait écrémé à 0,614 ppt pour le beurre. Par ordre décroissant, les autres aliments dont les concentrations élevées en dioxines/furanes ont été notées sont les suivants : poissons d'eau douce (0,481 ppt), crustacés (0,451 ppt), abats comestibles (0,417 ppt) et fromage (0,357 ppt).

Tout comme pour les BPC, les apports alimentaires des dioxines et des autres substances apparentées avaient été calculés à l'aide des concentrations retrouvées dans les aliments recueillis en 1993 à Montréal. Ce sont encore une fois les enfants de 0 à 1 mois qui présentent l'apport le plus élevé (4,76 pg TEQ/kg pc/jour), suivis des deux groupes d'enfants de 2 à 3 mois et de 4 à 6 mois (4,25 ng de TEQ/kg pc/jour). La moyenne pour tous les groupes d'âge confondus est de 0,96 ng de TEQ/kg pc/jour.

²⁵ Partie par billion ou partie par 10¹² (l'abréviation *ppt* correspond à l'expression anglaise *part per trillion*).

Pesticides

Plusieurs pesticides différents ont été retrouvés dans les aliments. Aucune des concentrations mesurées ne dépassait la valeur des LMR. Il faut souligner que peu de LMR avaient été élaborées pour les aliments échantillonnés. Les pesticides présents dans 5 aliments ou plus se trouvent au tableau 28.

Tableau 28 Pesticides retrouvés dans au moins 5 aliments échantillonnés

Pesticide	Nombre d'aliments où le pesticide a été détecté
Endosulfan (total de l'endosulfan I et II et du sulfate d'endosulfan)	41
Diazinon	36
Malathion	25
Chlorpyrifos	16
Chlorprophame	14
Dieldrine	11
Dicofol	10
Diclorane	7
Chlordane (α et γ)	6
Linuron	5

Il est difficile d'évaluer les pourcentages de détection, car le nombre d'aliments pour lesquels la recherche a été faite n'est pas connu. Il est seulement indiqué que 140 aliments composites font l'objet de l'étude, mais impossible pour les auteurs de la présente étude exploratoire de savoir si tous les pesticides ont été recherchés dans tous les échantillons composites. Les auteurs peuvent toutefois constater, à partir des données du site Internet, qu'il y a 70 aliments différents dans lesquels on a retrouvé au moins un pesticide. Si l'on suppose que la recherche de pesticides a été réalisée dans les 140 échantillons composites, cela signifie que des résidus de pesticides ont pu être détectés dans environ 50 % des échantillons. Il est également intéressant de souligner que, pour les 70 aliments dans lesquels on a identifié des pesticides, on y détectait en général plus d'un pesticide. En fait, il n'y a que 15 aliments dans lesquels un seul pesticide était détecté.

C'est le beurre d'arachide qui présentait le nombre le plus élevé de pesticides différents (15), suivi des barres de chocolat (11), des biscuits (9), du maïs éclaté pour le micro-ondes (8), des concombres (7), des graines écalées (7) ainsi que des prunes, des pruneaux et des prunes en boîte (7).

Les concentrations de pesticides les plus élevées, retrouvées dans les aliments, sont indiquées dans le tableau 29.

Tableau 29 Concentrations de pesticides les plus élevées, qui sont retrouvées dans les aliments

Pesticide	Concentration (ppb) ^a	Aliment
Dicofol	257	Pomme crue
Phosalone	203	Pomme crue
Diclorane	116	Fruit
Diclorane	70	Pêche
Chlorprophame	60	Sucrerie, barre de chocolat

^a Partie par milliard ou partie par 10⁹ (l'abréviation *ppb* correspond à l'expression anglaise *part per billion*).

Une évaluation de l'apport alimentaire des différents pesticides se trouve sur la page Web de l'étude sur l'alimentation totale, et ce, pour les différents groupes d'âge. Cependant, les calculs des apports regroupent les campagnes d'échantillonnage couvrant les années 1993-1996, ce qui signifie qu'en plus des données provenant de l'échantillonnage effectué à Montréal, on a inclus les données provenant des villes d'Halifax, de Winnipeg, de Vancouver, d'Ottawa et de Toronto.

L'apport alimentaire moyen le plus élevé a été observé pour le chlorprophame (173,40 ng/kg pc/jour), suivi du diclorane (107,74 ng/kg pc/jour) et du captane (38,56 ng/kg pc/jour). Dans le cas de la grande majorité des pesticides, les apports calculés sont en général plus élevés chez les enfants, mais le groupe d'âge pour lequel cet apport est observé variera en fonction du pesticide. Ainsi, ce sont les enfants de 1 à 4 ans (garçons et filles) qui présentent l'apport le plus élevé en chlorprophame (446,61 ng/kg pc/jour), alors que, dans le cas du diclorane (2 666,14 ng/kg pc/jour), ce sont les enfants de 4 à 6 mois (garçons et filles). Par contre, pour le captane, ce sont les femmes de 65 ans et plus qui en ingèrent le plus (115,99 ng/kg pc/jour). Tous les apports calculés se situent bien en deçà de la DJA.

Microéléments

La page Web de l'étude sur l'alimentation totale donne les concentrations moyennes de 16 éléments recherchés dans 137 aliments. À quelques très rares exceptions, tous les éléments ont été détectés dans la totalité des aliments. Il semble qu'il n'y ait pas eu de comparaison avec des normes existantes. Lors de ces campagnes de surveillance, seuls les éléments suivants : Al, Cd, Cu, Mn, Pb, Ti et Zn étaient également recherchés par l'ACIA. Les concentrations de ces éléments pour des aliments identiques (fruits, légumes, viandes) sont du même ordre de grandeur dans les deux sources de données. Par contre, il est important d'ajouter que les comparaisons sont difficiles à faire, étant donné que, dans le cas de l'alimentation totale, il s'agit d'échantillons composites. De plus, dans le cas de l'ACIA, les moyennes retrouvées sont calculées avec les échantillons pour lesquels l'élément a été mesuré. Il faut également souligner que, parmi les 4 éléments jugés préoccupants en termes de santé publique, soit l'As, le Cd, le Hg et le Pb, seuls le Cd et le Pb ont été recherchés.

Des apports alimentaires moyens ont été calculés pour les différents éléments et différents groupes d'âge. Tout comme pour les pesticides dont il est question plus haut dans le document, ces apports ne sont pas calculés uniquement à partir des données provenant des

campagnes d'échantillonnage faites à Montréal, puisque la période couverte s'étend de 1993 à 1999. Les valeurs les plus élevées d'apport alimentaire (tous les âges confondus) ont été observées pour le Zn (203 µg/kg pc/jour), suivi de l'Al (134,71 µg/kg pc/jour) et du Mn (61,344 µg/kg pc/jour). De manière analogue aux pesticides, ce sont les enfants qui présentent les apports les plus élevés, et le groupe d'âge dans lequel on l'observe varie en fonction de l'élément. Par contre, contrairement aux pesticides, la classe des 65 ans et plus ne présente jamais les apports les plus élevés.

- **Montréal 2003**

Radionucléides

Toutes les concentrations des radionucléides recherchés (Cs-137, Cs-134, I-131, Cs-57 et Am-241) étaient sous la CMD (concentration minimale détectable) pour les 142 échantillons d'aliments. Aucun apport alimentaire n'a été calculé.

4.4.1.2 *Données en provenance de la littérature*

- **Biphényles polychlorés (BPC)**

La publication concernant les BPC date de 1998 (Newsome et collab.) et couvre les années d'échantillonnage de 1992 à 1996. Les résultats de 6 villes canadiennes ont été compilés. En plus de Montréal, les villes de Vancouver, de Winnipeg, de Toronto, d'Halifax et d'Ottawa ont été visitées.

Les concentrations de BPC totaux sont indiquées pour 50 aliments et pour chaque ville séparément. Il s'agit des mêmes valeurs que celles indiquées sur la page Web de l'étude sur l'alimentation totale, et aucune donnée supplémentaire pour la ville de Montréal ne peut être obtenue.

Les apports quotidiens de BPC ont été calculés pour chaque ville. Pour Montréal, l'apport quotidien total est de 5,44 µg/kg/j, ce qui correspond à la valeur retrouvée sur la page Web. La principale source d'exposition provient des produits laitiers (2,19 µg/kg/j), suivis du poisson (1,07 µg/kg/j) et de la viande (1,06 µg/kg/j). Les informations concernant l'exposition en fonction des classes d'aliments ne sont pas présentées sur la page Web de l'étude.

Les concentrations des différents congénères de BPC pour chaque aliment sont présentées et compilées pour les 6 villes. Par contre, il n'a pas été possible de trouver les données spécifiques pour Montréal. Les données sur les congénères sont compilées en termes de pourcentages de distribution pour 4 groupes d'aliments : produits laitiers, viandes, poissons et mets prêts à manger (*fast food*). À propos de cette distribution, les auteurs concluent : « *A comparison of the total tri- and tetra-chlorinated biphenyl content among these groups showed a significantly ($p < 0,01$) lower proportion of these congeners in fish. Among the individual higher chlorinated biphenyls, only No. 153 was significantly elevated in fish* » (Newsome et collab., 1998, p. 26).

Malheureusement, les auteurs ne donnent pas d'autres détails pour démontrer comment ils arrivent à cette conclusion.

• **Pesticides**

Newsome et collab. (2000) se sont servis des données sur les pesticides provenant de l'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* pour publier un article. De façon similaire à l'article traitant des BPC (voir plus haut), l'article de ces auteurs couvre les mêmes années et les mêmes villes canadiennes. Dans ce cas, aucune donnée concernant les villes individuellement n'a été retrouvée.

Parmi les aliments analysés, c'est le beurre d'arachide qui contient le plus grand nombre de pesticides avec 56 détections, suivi du beurre (50), du chocolat (46) et des concombres (45). Les pesticides prédominants dans le beurre d'arachide sont : le chlorpyrifos, la dieldrine, le β -HCH (hexachlorocyclohexane) et le p,p'-DDE, alors que les pesticides les plus détectés dans le beurre sont : la dieldrine, le HCB (hexachlorobenzène), l' α -HCH et le p,p'-DDE. Dans le cas des concombres, il est mentionné que la dieldrine et l'endosulfan sont les pesticides les plus fréquemment identifiés. Il faut noter que ce sont les seules données que contient cette publication concernant des aliments et des pesticides spécifiques.

Les différents pesticides recherchés dans les aliments sont regroupés en 4 classes (organochlorés, organophosphorés, carbamates et pesticides divers). Les pourcentages de détection sont présentés, pour chaque classe, dans le tableau 30.

Tableau 30 Pourcentages de détection dans les aliments par classe de pesticides

Classe	Pesticide	Pourcentage de détection par classe
Organochlorés	p,p'-DDE	28,9
	Sulfate d'endosulfan	12,2
	Dieldrine	9,3
	Endosulfan I	8,7
	Endosulfan II	7,8
Organophosphorés	Malathion	23,9
	Diazinon	12,3
	Chlorpyrifos	11,0
	Azinphos-méthyl	7,4
	Méthidathion	4,5
Carbamates	Carbaryl	5,6
	Méthomyl	2,5
	Méthiocarb SO ₂	1,2
	Méxacarbate	1,1
	Méthiocarbe	0,9
Divers	Captane	14,5
	Chlorprophame	10,0
	Trifluraline	9,8
	Iprodione	9,5
	Diclorane	6,7

Tiré de Newsome et collab. (2000).

Bien que les fongicides soient peu fréquemment détectés, les concentrations les plus élevées ont été observées pour les fongicides suivants : le chlorothalonil (228 ng/g), le diclorane (156 ng/g) et le captane (129 ng/g).

Il est difficile de comparer les données de cette publication avec celles que l'on retrouve sur la page Web de l'étude sur l'alimentation totale pour Montréal uniquement, car la publication couvre cinq années pendant lesquelles les méthodes analytiques ont évolué : « *Not all compounds were determined in composites from each city since advances in methodology development resulted in the incorporation of new compounds as the sampling proceeded* » (Newsome et collab., 2000, p. 848).

Des essais réalisés avec des pommes de terre et des pommes semblent montrer que le fait de cuire ou de transformer les aliments aurait tendance à diminuer les concentrations de pesticides. La recherche plus spécifique de pesticides dans les aliments destinés aux enfants a montré que ce sont les fruits (pommes et pêches) qui présentent les pourcentages de détection et les concentrations les plus élevés. Ceci est particulièrement vrai pour l'iprodione et le diclorane.

Enfin, il faut souligner que, contrairement aux BPC, aucun apport quotidien n'a été calculé pour les pesticides.

- **Médicaments vétérinaires**

Santé Canada autorise un certain nombre de médicaments vétérinaires pouvant être employés comme *médicaments d'urgence* en aquaculture. Pour vérifier la présence de médicaments vétérinaires (permis ou non), Santé Canada a utilisé des échantillons de poissons et de crevettes recueillis lors de l'étude sur l'alimentation totale pendant les années 1993 à 2004. En plus de Montréal (1993 et 2003), les autres villes canadiennes échantillonnées sont : Winnipeg, Ottawa, Whitehorse, Calgary, Saint John's et Vancouver (Tittlemier et collab., 2007a).

Les poissons et les crevettes ont été préparés comme s'ils devaient être consommés (cuits, peau enlevée, égouttés dans le cas de conserves, etc.). Par la suite, ils ont été mélangés pour former des échantillons composites. En tout, 30 échantillons composites ont été ainsi constitués. Pour les échantillons composites, on a regroupé ensemble les poissons marins, les poissons d'eau douce (principalement de la truite), les poissons en conserve (thon et saumon) et les crevettes. Ils ont été analysés pour 39 médicaments vétérinaires différents appartenant aux classes suivantes : quinolones et fluoroquinolones, vert de malachite et ses métabolites, tétracyclines, sulfamides, avermectine, métabolites du nitrofurane et amphénicol.

Des concentrations de médicaments vétérinaires ont été mesurées dans neuf des échantillons composites (quatre d'entre eux contenaient plus d'un résidu). Parmi ces neuf échantillons, six étaient des crevettes, deux des truites et un échantillon provenait d'un poisson marin (voir le tableau 31). Dans ce dernier, on a retrouvé du chloramphénicol, ce qui est très surprenant, puisqu'il ne s'agit pas de spécimens d'élevage (contrairement aux autres échantillons). Les auteurs émettent l'hypothèse que la présence du chloramphénicol proviendrait d'une contamination croisée lors des manipulations. Les médicaments les plus

souvent détectés étaient l'AOZ (métabolite de la furazolidone, un nitrofurane), suivi de l'enrofloxacin (quinolones) et d'un métabolite du vert de malachite. Les concentrations les plus élevées (4,3 ng/g) ont été mesurées pour l'acide oxolinique. Les auteurs de l'étude soulignent qu'aucun des médicaments vétérinaires retrouvés n'est autorisé au Canada pour l'aquaculture.

Tableau 31 Médicaments vétérinaires retrouvés dans les poissons et les fruits de mer

Espèce	Médicament vétérinaire	Nombre d'échantillons positifs
Poissons marins	Chloramphénicol	1
Poissons d'eau douce	Vert de leucomalachite (métabolite du vert de malachite)	2
Crevettes	AOZ (métabolite de la furazolidone [nitrofurane])	4
	Enrofloxacin (quinolones)	3
	Acide oxolinique (quinolones)	2
	AMOX (métabolite de la furaltadone [nitrofurane])	1
	SEM (métabolite de la nitrofurazone [nitrofurane])	1
	Vert de leucomalachite (métabolite du vert de malachite)	1

• Composés perfluorés

Santé Canada a utilisé les aliments recueillis (de 1992 à 2004 inclusivement) lors de ses études sur l'alimentation totale pour évaluer la contamination alimentaire des composés perfluorés. Ces composés étant très persistants, leur présence dans les aliments peut donc provenir d'une contamination environnementale. Comme ces composés possèdent d'excellentes propriétés hydrofuges et lipofuges, ils sont utilisés pour recouvrir les emballages de papier et de carton. Leur présence dans les aliments peut également s'expliquer par leur migration à partir des emballages. D'ailleurs, deux études portant sur trois groupes différents de composés perfluorés ont été réalisées. Une de ces études concerne le perfluorooctane sulfonamide et ses congénères — PFOSA (Tittlemier et collab., 2006), tandis que l'autre, le perfluorooctane sulfonate — PFOS et les acides carboxyliques perfluorés (Tittlemier et collab., 2007b).

Le PFOSA et ses congénères se dégradent en conjugués des acides perfluorés (PFA) auxquels appartiennent le PFOS et les acides carboxyliques perfluorés (Tittlemier et collab., 2007b). Le perfluorooctanoate (PFOA) est un des composés les plus étudiés parmi les acides carboxyliques perfluorés.

Le PFOSA et ses congénères ont été recherchés dans 151 échantillons composites regroupés en ces catégories d'aliments :

- produits de boulangeries, de pâtisseries et de confiseries;
- produits laitiers;
- œufs;

- aliments prêts à manger (*fast food*);
- poissons et fruits de mer;
- viandes;
- aliments préparés dans l'emballage.

Dans les deux études dont il est question antérieurement (Tittlemier et collab., 2006, 2007b), l'apport alimentaire a été calculé en multipliant les concentrations mesurées par les données de consommation d'aliments. Dans le cas du PFOS et des carboxylates perfluorés, il est indiqué que les données de consommation alimentaire incluent les consommateurs et les non-consommateurs.

Le PFOSA et l'un de ses congénères, le N-éthylperfluorooctane sulfonamide (N-EtPFOSA), ont été détectés dans toutes les catégories d'aliments, et le N-EtPFOSA est le composé le plus fréquemment mesuré (78 échantillons sur 151). C'est dans la catégorie des aliments prêts à manger (*fast food*) que les concentrations les plus élevées et les fréquences de détection les plus grandes ont été observées. Ceci était particulièrement vrai pour les frites, les sandwiches aux œufs pour le déjeuner et les pizzas. Les auteurs notent, par contre, que les concentrations dans les aliments prêts à manger (*fast food*) semblent avoir une tendance à diminuer pour la période de 1992 à 2004. Par contre, bien que les concentrations soient moins élevées, cette tendance à la baisse dans le temps n'a pas été notée pour les poissons et les fruits de mer (seule autre catégorie d'aliments pour laquelle on avait des données pour six années différentes). Enfin, l'apport alimentaire quotidien médian provenant de la somme du PFOSA et de ses congénères pour les adolescents et les adultes est estimé respectivement à 90 et à 55 ng/j (73 ng/j pour les deux populations réunies). L'exposition par la diète serait donc aussi importante que celle par l'intermédiaire de l'air et des poussières combinés (Tittlemier et collab., 2006).

Le PFOS et les carboxylates perfluorés ont été recherchés dans 54²⁶ échantillons composites, dont la moitié (25) a été recueillie en 2004. Les PFA ont été détectés dans 9 échantillons composites. Le PFOS était le composé le plus souvent détecté (7 échantillons sur 54), suivi par le PFOA (3 échantillons sur 54). L'exposition moyenne aux PFA a été calculée uniquement à partir des 25 échantillons de 2004²⁷. Elle a été estimée à 250 ng/j pour la population âgée de plus de 12 ans. C'est la consommation de viande de bœuf qui contribuerait le plus (80 %) à cet apport, et ce dernier représenterait 61 % de l'apport total estimé pour toutes les voies d'exposition. Finalement, les auteurs concluent qu'il existe une marge de sécurité importante (de l'ordre de 10⁴) entre l'exposition estimée et les doses toxiques déterminées chez les animaux de laboratoire (Tittlemier et collab., 2007b).

²⁶ Au début de l'article (Tittlemier et collab., 2007b), il est mentionné que le PFOS et les carboxylates perfluorés ont été recherchés dans 49 échantillons, mais, dans les résultats, il est toujours question de 54 échantillons. Aucune explication n'est apportée en relation avec cette différence dans la taille de l'échantillon.

²⁷ Les auteurs indiquent que le choix de n'utiliser que les échantillons de 2004 pour le calcul de l'exposition découle du fait que l'échantillonnage de 2004 était plus varié. Ces calculs de l'exposition, réalisés uniquement à partir d'un nombre restreint d'échantillons, de même que l'incertitude touchant la taille de l'échantillon (voir la note précédente) soulèvent des questions sur la fiabilité des résultats.

4.4.2 Études sur les contaminants chimiques réalisées par les différentes divisions du Bureau d'innocuité des produits chimiques (Santé Canada)

Plusieurs études ont été réalisées par Santé Canada en vue de documenter la contamination des aliments pour plusieurs substances différentes. Ces études peuvent porter sur des produits non recherchés lors de l'étude sur l'alimentation totale ou lors des activités d'inspection de l'ACIA (ex. : butylstannanes — *butyltin* en anglais), ou encore servir à documenter davantage une contamination particulière (ex. : captane dans les pommes).

4.4.2.1 *Butylstannanes*

Les butylstannanes appartiennent à la classe des organoétains. Cette classe de composés est utilisée, entre autres, dans la production de PVC et comme biocide (peinture antisalissure pour les bateaux). Ces produits ont été mesurés dans différents tissus biologiques : sang et foie chez l'humain, crabe, moule, etc.

Forsyth et Casey (2003) ont recherché les butylstannanes (monobutylstannane, dibutylstannane et tributylstannane) dans divers mollusques qu'ils ont achetés dans les supermarchés de sept villes à travers le Canada. Les mollusques recueillis provenaient non seulement du Canada, mais aussi de plusieurs autres pays : Chine, Danemark, France, Hollande, Indonésie, Corée, Nouvelle-Zélande, Les Philippines, Portugal, Thaïlande et États-Unis.

Sur tous les échantillons analysés (74), 62 présentaient des concentrations au-dessus du seuil de détection dans le cas d'au moins un type de butylstannane. Les concentrations les plus élevées (233 ng/g) ont été mesurées pour le tributylstannane dans un échantillon d'huîtres provenant de la Corée. Pour les 13 échantillons canadiens, la concentration la plus élevée était de 27,8 ng/g (palourdes). Les trois pays présentant les concentrations moyennes les plus élevées de tributylstannane étaient la Corée (107 ng/g), suivie par la Chine (17 ng/g) et la Thaïlande (11,2 ng/g). La moyenne pour le Canada était de 5,7 ng/g.

Dans le cas du dibutylstannane et du monobutylstannane, les concentrations les plus élevées étaient respectivement de 88,3 ng/g (moules, Thaïlande) et de 52,7 ng/g (moules, Thaïlande). À titre comparatif, les concentrations les plus élevées de ces deux composés dans les produits canadiens avaient des valeurs de 9,8 ng/g (mye) et de 8,4 ng/g (huîtres).

4.4.2.2 *Médicaments vétérinaires*

Les quinolones et les fluoroquinolones sont des classes d'antibiotiques pouvant être utilisées en médecine vétérinaire. Au Canada, leur usage n'est toutefois pas permis sur les poissons et les mollusques. Dans un article sur la mise au point d'une méthode analytique (Dufresne et collab., 2007), on trouve des données succinctes concernant la présence de ces antibiotiques dans des crevettes et du poisson. En 2001-2002, des échantillons de saumons (n = 11) et de crevettes (n = 19) ont été collectés dans des entrepôts de Montréal. Des truites locales (n = 14) ont également été recueillies dans des aquacultures au Québec et dans des marchés locaux de Montréal. À cela s'ajoutent 16 échantillons de crevettes et 13 de saumons recueillis dans trois autres villes canadiennes (Vancouver, Halifax et Toronto).

Trois échantillons de saumons (13 %) se sont avérés positifs pour les quinolones et sept échantillons de crevettes (37 %), pour les quinolones ou les fluoroquinolones. La concentration mesurée la plus élevée avait une valeur de 16 ng/g pour l'enrofloxacin (fluoroquinolones) dans un échantillon de crevettes.

4.4.2.3 Mercure dans le poisson

La présence de mercure (Hg) dans le poisson fait l'objet de recommandations pour la santé depuis la fin des années 1960. Les inquiétudes soulevées par ce contaminant touchent principalement la forme organique du mercure, soit le méthylmercure (MetHg), fortement présente dans le poisson. Le MetHg cause des effets neurologiques, en particulier chez l'enfant. Pour diminuer les risques reliés à ces effets, des normes ont été élaborées. Les concentrations en mercure total de tous les poissons vendus dans les marchés ne peuvent pas dépasser 5 ppm, à l'exception du requin, de l'espadon et du thon (frais et congelé). Pour ces trois poissons, un avis de Santé Canada a été émis en 2002. Cet avis recommandait que la population adulte limite la consommation de ces poissons à un repas par semaine. Quant aux femmes enceintes ou en âge de procréer et aux jeunes enfants, ils doivent, selon cet avis, se limiter à un repas par mois (Santé Canada, 2007g). L'ACIA est l'agence canadienne chargée d'appliquer cette norme. Pour ce faire, elle échantillonne les différentes espèces de poissons vendues au Canada.

À partir des données recueillies par l'ACIA lors de ses dernières campagnes d'échantillonnage et des données plus récentes de consommation de poisson, Santé Canada a réévalué l'exposition au mercure (Hg) par la consommation de poissons. Cette réévaluation a fait l'objet d'un rapport pouvant être consulté sur le site Internet de Santé Canada (Santé Canada, 2007g).

Une dose journalière probable (DJP) de MetHg a été calculée en utilisant l'équation suivante :

$$DJP = \frac{QP \times C}{P}$$

où

DJP : Dose journalière probable ($\mu\text{g}/\text{kg p.c./j}$)

QP : Quantité moyenne de poisson consommée chaque jour (g/j)

C : Concentration en MetHg ($\mu\text{g}/\text{g}$)

P : Poids corporel (kg)

La DJP a été calculée pour quatre sous-groupes de la population, soit :

- population adulte;
- femmes enceintes ou en âge de procréer;
- enfants âgés de 5 à 11 ans;
- enfants âgés de 1 à 4 ans.

Les valeurs choisies pour définir la consommation de poisson (QP) représentent des consommations moyennes des consommateurs **ayant effectivement** consommé du poisson. Ces valeurs, qui proviennent de l'enquête de Market Facts (1991, cité dans Santé Canada, 2007g), sont :

- 22 g/j pour la population adulte et les femmes enceintes et en âge de procréer;
- 14 g/j pour les enfants de 5 à 11 ans;
- 10 g/j pour les enfants de 1 à 4 ans.

Pour les quatre sous-groupes de la population déjà définis, des DJP ont été calculées pour différentes espèces de poissons. Les espèces choisies sont celles dont les concentrations moyennes d'Hg étaient supérieures ou égales à 0,2 ppm. La morue, la crevette et le thon ont été également considérés, car il s'agit de poissons et de fruits de mer très populaires et davantage consommés par la population. Les concentrations moyennes ont été utilisées, et on a considéré que tout le mercure mesuré était sous forme de méthylmercure (MetHg).

Les DJP calculées ont été par la suite comparées aux DJAP. La valeur de la DJAP de 0,47 mg/kg pc établie par l'OMS pour le MetHg a été employée pour la population adulte, alors que, pour les trois autres groupes d'âge, c'est la valeur de 0,2 µg/kg pc établie par Santé Canada, qui a été considérée.

Dans le cas de la population adulte générale, seul l'espadon pourrait conduire à un dépassement de la DJAP. Pour ce qui est des femmes enceintes ou en âge de procréer, les espèces suivantes seraient susceptibles, si elles étaient consommées sur une base régulière, d'entraîner un dépassement des normes : barracuda (des États-Unis), escolar, makaire, bar commun, requin, espadon, thon obèse et thon frais. En ce qui concerne les enfants de moins de 12 ans, la majorité des espèces de poissons considérées peut conduire à un dépassement de la DJAP (exception faite de la morue et de quelques espèces de thon). À propos des enfants, les auteurs du rapport concluent : « Dans le cas des enfants en bas âge (12 ans ou moins), une consommation régulière de poissons contenant en moyenne 0,3 ppm de mercure total ou plus (dont 100 % serait sous forme de méthylmercure) pourrait entraîner une valeur supérieure à la DJAP » (Santé Canada, 2007g, p. 30).

Les auteurs du rapport soulèvent quelques inquiétudes concernant le thon blanc (ou thon germon). La possibilité d'un dépassement de la DJAP avec ce type de poisson est relativement grande chez les jeunes enfants, étant donné qu'il s'agit d'un aliment très populaire et consommé de façon régulière par certains. À la suite de cette évaluation, Santé Canada a émis plusieurs recommandations sur la consommation du poisson, lesquelles peuvent être consultées à l'adresse suivante : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/environ/mercure/index-fra.php>.

Santé Canada a également publié un autre rapport concernant la gestion des risques reliés à la présence de mercure dans le poisson vendu au détail (Santé Canada, 2007h).

4.4.2.4 Pesticides

Santé Canada a réalisé et publié quatre études portant sur les pesticides dans les aliments. Un résumé de ces études est présenté au tableau 32.

Deux de ces études touchent plus particulièrement les enfants, soit l'étude portant sur les jus de pomme et de raisin (Rawn et collab., 2004) et celle concernant les aliments pour enfants (Rawn et collab., 2006a). La recherche de pesticides (carbamates) dans les jus de pomme et de raisin se justifie par le fait que ce sont les jus les plus consommés par les enfants. Parmi les carbamates recherchés, le carbaryl est celui que l'on détecte le plus souvent, tant dans les jus que dans les aliments pour enfants. Les fréquences de détection dans le cas des jus étaient supérieures lorsqu'il s'agissait de jus importés, alors que c'était le contraire dans le cas des aliments pour enfants. Il faut cependant souligner que, dans le cas des aliments pour enfants, la majorité des produits importés provenait de cultures biologiques.

Pour ces deux études, les apports alimentaires en pesticides ont été calculés et comparés aux DJA ou Drf aiguës et chroniques. Dans le cas des jus de pomme et de raisin, les apports ont été calculés en multipliant les concentrations mesurées par les quantités consommées qui ont été estimées dans l'étude de Dabeka et collab. (1993). Pour le pire scénario, soit une exposition aiguë, les auteurs ont pris la concentration maximale mesurée pour chaque pesticide. Les concentrations moyennes ont également été utilisées afin d'obtenir un scénario plus réaliste. Les groupes d'âge suivants ont été considérés :

- 0 à 1 mois;
- 1 à 3 mois;
- 3 à 6 mois;
- 6 à 9 mois;
- 9 à 12 mois;
- 1 à 4 ans;
- 5 à 11 ans.

Parmi les trois pesticides détectés, c'est le carbaryl qui a les apports les plus élevés, et le groupe d'âge le plus exposé est les enfants de 9 à 12 mois. Néanmoins, les doses d'exposition étaient inférieures aux DJA et aux Drf aiguës et chroniques, et ce, même pour le pire scénario.

Dans le cas des aliments destinés aux enfants, Rawn et collab. (2006a) ont calculé l'apport alimentaire en utilisant les données de consommation américaine provenant du *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES). Ils ont calculé l'apport en pesticides en multipliant la concentration de chaque carbamate mesuré dans un aliment donné par la consommation de cet aliment, et en faisant la somme de tous les aliments contenant ce type de carbamates. Bien que les auteurs de l'article indiquent qu'il s'agit d'un pire scénario, ils ne donnent pas d'explications supplémentaires sur le calcul de l'exposition. De même, les groupes d'âge choisis sont différents pour les deux carbamates détectés (méthomyl et carbaryl). Rawn et collab. concluent, par contre, que les doses d'exposition calculées sont inférieures aux DJA et aux Drf chroniques et aiguës.

Les deux autres études présentées au tableau 32 s'avèrent particulièrement dignes d'intérêt, car elles ont été réalisées dans des vergers du Québec (Rawn et collab., 2006b; Rawn et collab., 2007). Dans un des cas, la présence de résidus de captane sur les pommes a été vérifiée (Rawn et collab., 2007), et dans l'autre, la présence de pesticides organophosphorés (Rawn et collab., 2006b). Il est intéressant de constater que le captane et des pesticides organophosphorés étaient détectés dans tous les échantillons de pommes récoltées. Les auteurs mentionnent également que, dans tous les cas, les délais prescrits entre les arrosages et la cueillette étaient respectés. Dans le cas du captane, il est même indiqué que l'arrosage avait eu lieu le 27 mai et la cueillette le 9 septembre. Mis à part deux échantillons (pour le captane), toutes les autres concentrations mesurées respectaient les normes.

Tableau 32 Études réalisées par Santé Canada sur la présence de pesticides dans les aliments

Aliment	Pesticide recherché	Années des prélèvements	Lieu d'échantillonnage	Pourcentage d'échantillons positifs	Évaluation de l'apport	Référence
Jus de pomme et de raisin	Carbamates	Mars 2000 à mars 2001	Détaillants à travers le Canada	2,1 (oxamyl, jus de pomme) 4,3 (méthomyl, jus de pomme) 48,9 (carbaryl, jus de pomme) 81,8 (carbaryl, jus de raisin)	Note ^a	Rawn et collab. (2004)
Aliments pour enfants (conventionnels et biologiques)	Carbamates	2001-2003	Détaillants à travers le Canada.	7,6 (carbaryl, pour l'ensemble des aliments) 19 (carbaryl, pour les desserts aux fruits) 0,6 (méthomyl, pour l'ensemble des aliments) Aucun carbamate n'a été détecté dans les aliments biologiques	Note ^b	Rawn et collab. (2006a)
Pommes	Azinphos-méthyl Phosalone Phosmet	2003	Verger situé dans la province de Québec	100 (pour les 3 pesticides à l'étude)		Rawn et collab. (2006b)
Pommes	Captane	2003	Verger situé dans la province de Québec	100 (pourcentage de hors-norme 1,4 %)		Rawn et collab., (2007)

Notes d'évaluation de l'apport

^a Les doses d'exposition aux trois pesticides détectés étaient inférieures à la DJA (chronique et aiguë).

^b Les doses d'exposition aux deux pesticides détectés étaient inférieures à la DJA et aux Drf de l'U.S. Environmental Protection Agency (chroniques et aiguës).

4.4.2.5 *Mycotoxines*

Depuis 2002, neuf études ont été publiées par les chercheurs de Santé Canada concernant la présence de mycotoxines²⁸ dans plusieurs types d'aliments : cinq d'entre elles concernent les céréales et les autres touchent le café, les raisins secs, les vins et les jus de raisin ainsi que la bière. Un résumé de ces études est présenté au tableau 33.

Les mycotoxines représentent une classe de toxines regroupant plusieurs substances : ochratoxine, fumonisines B₁ et B₂, déoxynivalénol, aflatoxine, etc. (tableau 33). En fonction des méthodes analytiques disponibles, ce ne sont pas toutes les mycotoxines qui sont recherchées pour chaque classe d'aliments.

À partir du tableau 33, on peut rapidement constater que les mycotoxines ont été détectées dans tous les aliments testés et que les pourcentages de détection sont régulièrement élevés (plus de 40 % de détection). Enfin, il est important de souligner que, jusqu'à récemment, il n'existait aucune norme canadienne pour les mycotoxines dans les aliments. Les comparaisons effectuées dans ces études ont été réalisées avec les normes de la communauté européenne.

²⁸ Les mycotoxines sont des toxines produites par plusieurs espèces de champignons microscopiques, dont les moisissures, pouvant croître dans les aliments.

Tableau 33 Études réalisées par Santé Canada sur la présence de mycotoxines dans les aliments

Aliment	Mycotoxine recherchée	Années des prélèvements	Lieu d'échantillonnage	Pourcentage d'échantillons hors norme	Pourcentage d'échantillons positifs	Référence
Café (fèves, moulu et instantané)	Ochratoxine A		Détaillants à travers le Canada		42 (fèves et moulu) 30 (instantané)	Lombaert et collab. (2002)
Flocons de maïs	Fumonisines B ₁ et B ₂		Ottawa (provenance Canada et É.-U.)		88 (fumonisine B ₁) 48 (fumonisine B ₂)	Eun-Kyung et collab. (2003)
Céréales pour enfants (avoine, orge, soya, multigrains, biscuit de dentition, crème de maïs)	Déoxynivalénol Zéaralénone Ochratoxine A Fumonisine Alcaloïdes de l'ergot	1997-1999	Détaillants à travers le Canada		63 (déoxynivalénol) 33 (zéaralénone) 26 (ochratoxine A) 30 (fumonisine) 25 (alcaloïdes de l'ergot)	Lombaert et collab. (2003)
Raisins secs (raisins sultana, et de Corinthe)	Ochratoxine A	1998-2000	Détaillants à travers le Canada (provenance de différents pays)	Norme de la Communauté européenne : 4 (raisins) 5 (sultana)	79 (raisins) 59 (sultana) 100 (de Corinthe)	Lombaert et collab. (2004)
Vin et jus de raisin	Ochratoxine A	1999-2002	À travers le Canada (provenance du Canada et de différents pays)		35 (vin) 13 (jus)	Ng et collab. (2004)
Différents aliments à base de maïs (flocons, céréales, croustilles, tortillas)	Fumonisines B ₁ et B ₂	2003-2004	Ottawa (provenance du Canada et des É.-U.)		93 (fumonisine B ₁ , flocons et céréales) 13 (fumonisine B ₂ , flocons et céréales) 47 (fumonisine B ₁ croustilles et tortillas)	Park et collab. (2004)

Tableau 33 Études réalisées par Santé Canada sur la présence de mycotoxines dans les aliments (suite)

Aliment	Mycotoxine recherchée	Années des prélèvements	Lieu d'échantillonnage	Pourcentage d'échantillons hors norme	Pourcentage d'échantillons positifs	Référence
Bière	Aflatoxines B ₁ , B ₂ , G ₁ et G ₂	1998-2002	À travers le Canada (provenance du Canada et de différents pays)		Somme des détections et quantifications : 30 (aflatoxine B ₁) 15 (aflatoxine B ₂) 7 (aflatoxine G ₁) 16 (aflatoxine G ₂)	Mably et collab. (2005)
Céréales pour le petit déjeuner destinées aux adultes et céréales destinées aux enfants	Aflatoxines B ₁ , B ₂ , G ₁ et G ₂	2002-2005	À travers le Canada	Norme de la Communauté européenne pour l'aflatoxine B ₁ 4 (céréales au petit déjeuner) 1 (céréales pour enfants)	Céréales pour le petit déjeuner : 50 (B ₁); 28 (B ₂) 7 (G ₁) 2 (G ₂) Céréales pour enfants : 50 (B ₁) 22 (B ₂)	Tam et collab. (2006)
Céréales pour le petit déjeuner (maïs, avoine, riz, blé, multigrains et sarrasin)	NivalénoI DéoxynivalénoI HT-2, Zéaralénone Fumonisines Ochratoxine A	1998-2001	À travers le Canada	Normes de la Communauté européenne 1,2 (fumonisines) 1,9 (déoxynivalénoI) 0,6 (zéaralénone)	0,6 (nivalénoI) 46 (déoxynivalénoI) 0,6 (HT-2) 22 (zéaralénone) 40 (fumonisines) 35 (ochratoxine A)	Roscoe et collab. (2008)

4.4.2.6 Autres contaminants

D'autres publications réalisées par les chercheurs de Santé Canada sur certains autres contaminants sont disponibles. Elles ne seront pas traitées en détail, car les échantillonnages n'ont pas été effectués au Québec. Ces publications ne seront que brièvement décrites ici.

- **Benzène**

Le benzène peut se former sous certaines conditions dans les boissons non alcoolisées, à la suite de la réaction chimique entre l'acide ascorbique (vitamine C) et les sels de benzoate utilisés comme agent de conservation. Pour vérifier la présence de benzène dans ce type de boisson, Santé Canada a effectué deux études en 2006 et en 2007. Pour ces deux années, il a respectivement échantillonné 118 et 136 marques de boissons différentes dans la ville d'Ottawa. Pour l'année 2006, quatre produits présentaient des concentrations de benzène supérieures au critère canadien pour l'eau potable de 5 µg/l (maximum 23 µg/l), tandis que, pour l'année 2007, trois produits dépassaient ce critère (concentration maximale de 18 µg/l). À la suite de ces études, plusieurs fabricants ont modifié leur procédé de fabrication. Les données ainsi que l'évaluation du risque peuvent être consultées sur le site de Santé Canada à l'adresse suivante : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/index-fra.php>.

L'enquête de 2006 a aussi fait l'objet d'une publication (Cao et collab., 2007).

- **Acrylamide**

Deux publications ont été réalisées par les chercheurs de Santé Canada concernant l'acrylamide²⁹. En 2003, Becalski et collab. (2003) ont mis au point une méthode analytique afin d'étudier le processus de formation de l'acrylamide. Ils ont également vérifié les concentrations de ce composé dans des aliments (pains, céréales, pommes de terre frites et croustilles de pommes de terre) achetés à Ottawa. Pour les différentes classes d'aliments les concentrations variaient :

- croustilles : 530 à 3 700 ng/g
- pommes de terre frites : 200 à 1 900 ng/g
- céréales : 100 à 170 ng/g
- pains : 14 à 290 ng/g
- autres (café, amandes, graines) : 25 à 260 ng/g

Une deuxième publication, rédigée en 2004 par Becalski et collab., a trait à une étude sur la formation de l'acrylamide.

²⁹ L'acrylamide se forme par réactions chimiques dans les aliments lorsqu'ils sont cuits ou transformés à des températures élevées (> 120 °C). Les aliments d'origine végétale sont plus susceptibles de contenir de l'acrylamide, surtout si leur teneur en glucides est élevée et que leur teneur en protéines est faible.

- **Bisphénol A**

Le bisphénol A³⁰ a été recherché dans différentes formules de lait maternisé (Cao et collab., 2008) et dans des boissons gazeuses en cannette (Cao et collab., 2009).

Deux contenants de vingt et une marques de lait maternisé ont été échantillonnés à Ottawa. Le bisphénol A a été mesuré dans tous les échantillons. Les concentrations variaient de 2,27 ng/g à 10,2 ng/g. Une dose journalière probable de bisphénol A a été calculée pour différents groupes d'âge, soit des prématurés jusqu'à l'âge de 18 mois. Cette DJP a été calculée en utilisant les concentrations moyennes, minimales et maximales de bisphénol A mesurées ainsi que les quantités moyennes et maximales pouvant être bues en fonction de l'âge. Ce sont les enfants de 0 à 1 mois qui sont susceptibles d'avoir l'apport le plus élevé en bisphénol A, soit 1,35 µg/kg. Toutefois, cette valeur est en deçà de la DJAP de 25 µg/kg élaborée par Santé Canada (Cao et collab., 2008). Un rapport à ce propos peut être consulté sur le site Internet de Santé Canada à l'adresse suivante : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/packag-embal/bpa/bpa_hra-ers-fra.php.

Dans une autre étude, 72 boissons gazeuses ont été échantillonnées à Ottawa, et, pour 66 d'entre elles, le bisphénol A était à des concentrations mesurables. Les concentrations variaient de 0,032 à 4,5 µg/l, et 85 % des boissons présentaient des concentrations inférieures à 1 µg/l. Les auteurs ont estimé que si un adulte de 60 kg buvait une boisson gazeuse par jour contenant la concentration maximale, il ingérerait 0,027 µg/kg de bisphénol A. Cette dose serait encore une fois inférieure à la DJAP élaborée par Santé Canada (Cao et collab., 2009).

- **Semicarbazide**

Le semicarbazide (SEM) est un produit de dégradation de l'azodicarbonamide (ADA) utilisé comme agent gonflant des plastiques servant dans les joints d'étanchéité des contenants pour la nourriture. Le SEM peut également se retrouver dans les aliments par le fait que l'ADA est employé dans la farine comme agent de conditionnement. Becalski et collab. (2006) ont recherché le SEM dans 11 produits de boulangeries probablement échantillonnés à Ottawa (Dans la publication, il est indiqué que les achats ont été effectués localement.) Chaque produit a été acheté trois fois pour avoir des lots de fabrication différents. Les concentrations de SEM mesurées variaient de < 1 ng/g à 560 ng/g (moyenne de 112 ng/g).

- **Biphényles polychlorés (BPC), dioxines et furanes**

À la suite d'un échantillonnage réalisé dans les villes d'Halifax, d'Ottawa et de Vancouver, Rawn et collab. (2006c) ont évalué les concentrations en BPC, en dioxines et en furanes de 129 poissons et fruits de mer. Les échantillons de saumon contenaient les plus fortes concentrations de BPC (moyenne géométrique de 12,9 ng/g poids humide), alors que le crabe présentait les concentrations les plus élevées de dioxines et de furanes (moyenne géométrique de 0,002 ng/g poids humide). Lorsque les auteurs ont transformé les concentrations mesurées en équivalents toxiques (TEQ-OMS), aucune des espèces

³⁰ Le *bisphénol A* est une substance qui entre dans la composition de plastiques polycarbonates (PC) et de résines époxy. Ces produits peuvent être utilisés pour fabriquer des récipients qui entrent en contact avec les aliments, tels des bouteilles, des biberons ou des conserves.

échantillonnées ne dépassait la recommandation de l'OMS (4 pg de TEQ-OMS/g). Les concentrations totales de BPC et de dioxines et de furanes étaient également sous les recommandations canadiennes (2 000 ng/g pour la somme des BPC et 0,2 ng/g pour le 2, 3, 7, 8-TCDD).

- **Éthers diphényliques polybromés**

Les éthers diphényliques polybromés (EDPB) sont des produits ignifuges utilisés pour une vaste gamme de produits. Ces derniers ont tendance à s'accumuler dans l'environnement. En 2002, Santé Canada a évalué le contenu en EDPB de différents poissons et fruits de mer. Les échantillons ont été prélevés à Vancouver, à Halifax et à Toronto. Une partie des résultats des analyses effectuées se trouvent sur le site Internet de Santé Canada à l'adresse suivante : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/other-autre/fish-poisson/index-fra.php>.

Des résultats plus détaillés ont fait l'objet d'une publication (Tittlemier et collab., 2004). La truite et le saumon contenaient les concentrations les plus élevées. Sur son site Internet, Santé Canada conclut : « [...] l'opinion de Santé Canada est que les teneurs actuelles en EDPB décelées dans les produits alimentaires vendus au détail ne constituent pas une inquiétude pour la santé » (Santé Canada, 2004). Néanmoins, les auteurs de la présente étude exploratoire n'ont pu trouver d'explication à cette conclusion.

- **Mélatamine**

Suivant les problèmes de contamination par la mélatamine d'aliments pour bébés, auxquels la Chine a dû faire face, Santé Canada a réalisé une étude dans laquelle 80 préparations pour nourrissons ont été échantillonnées. La présence de mélatamine a été détectée dans 60 d'entre elles. Les concentrations mesurées étaient toutes inférieures à la norme provisoire de 1 ppm fixée par Santé Canada au moment de l'étude, de même qu'à la recommandation de l'OMS de 0,5 ppm fixée après la publication du rapport. Des informations plus détaillées sur cette étude sont accessibles sur le site Internet de Santé Canada à l'adresse suivante : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/melamine/index-fra.php>.

4.5 DONNÉES ISSUES DE L'ENTENTE CANADA – QUÉBEC SUR LE SAINT-LAURENT

4.5.1 Poissons d'eau douce

Le mercure (Hg) et les BPC sont deux contaminants répandus dans le fleuve. Depuis les années 1970, l'évolution de leur teneur dans la chair de poissons pêchés dans les lacs Saint-François, Saint-Pierre et Saint-Louis a été suivie (Painchaud et Laliberté, 2010). Painchaud et Laliberté (2010) ont constaté deux grandes tendances : 1) les concentrations moyennes de Hg et de BPC ont diminué depuis 1976 et 2) les concentrations moyennes actuelles sont généralement inférieures aux directives de Santé Canada concernant la commercialisation des produits de la pêche, soit 2 000 µg/kg pour les BPC et 0,5 mg/kg pour le mercure.

Cependant, la contamination par le mercure des poissons du lac Saint-Louis échappe à ces tendances. En effet, la concentration moyenne de Hg, mesurée en 2005 dans la chair des grands brochets, y est restée à peu près inchangée depuis 1976 (1,01 mg/kg). Cette teneur, tout comme celle mesurée en 2005 dans la chair des dorés jaunes (0,64 mg/kg), est aussi plus élevée que la directive de Santé Canada pour ce contaminant.

Selon Painchaud et Laliberté (2010), il est possible de consommer les poissons du Saint-Laurent sans danger, à la condition de respecter les recommandations du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/guide/>) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs — MDDEP et du ministère de la Santé et des Services sociaux — MSSS (MDDEP, 2002).

4.5.2 Ressources biologiques marines

Au début des années 1990, le ministère des Pêches et des Océans (MPO) a instauré un programme de suivi de la contamination organique et métallique d'espèces de poissons commerciaux et de crustacés de l'estuaire et de la partie nord du golfe du Saint-Laurent ainsi que du fjord du Saguenay (Lebeuf et collab., 2002). Les résultats de ce programme de surveillance montrent que la contamination de ces espèces comestibles est généralement faible et se situe sous les directives de Santé Canada pour la commercialisation des produits de la pêche en ce qui concerne les BPC, le DDT et le mercure.

Malgré qu'elles soient sous les directives de Santé Canada, les concentrations en BPC et en DDT dans les muscles de flétans du Groenland pêchés dans l'estuaire et dans le golfe sont plus grandes que celles mesurées chez les autres poissons et crustacés du Saint-Laurent, en raison du contenu lipidique plus élevé des muscles de ces poissons (Lebeuf et collab., 2002). Entre 1999 et 2001, la concentration en BPC chez cette espèce était d'environ 30 µg/kg et celle en DDT, d'environ 15 µg/kg. Les concentrations de ces deux contaminants sont aussi plus élevées dans les tissus hépatiques que dans les muscles.

De plus, la contamination par le mercure des ressources marines du fjord est plus élevée que celle observée dans l'estuaire et dans le golfe. La présence de mercure dans les muscles des crevettes nordiques et des crabes des neiges avoisine la valeur de la directive de Santé Canada de 0,5 mg/kg pour ce contaminant (Lebeuf et collab., 2002). Les concentrations de Hg dans les muscles du flétan du Groenland et de la morue sont aussi plus élevées dans le fjord. Bien que les eaux du fjord soient fermées à la pêche commerciale, la pêche sportive, comme la pêche blanche, y est pratiquée (Domaine d'intervention Santé humaine – Saint-Laurent Vision 2000, 2003).

En marge du programme de suivi des contaminants, le MPO a aussi publié d'autres données sur la contamination chimique des ressources du Saint-Laurent (Dufour et Ouellet, 2007). Parmi les plus récentes, Guillemart (2006) rapporte des concentrations moyennes de cadmium, mesurées entre 2002 et 2004 dans des pétoncles de cultures de la rive nord de l'estuaire, supérieures à la limite européenne de 1 mg/kg pour l'importation de mollusques bivalves. Le Canada n'a pas de directive pour la commercialisation des produits de la pêche en ce qui a trait au cadmium.

4.5.3 Mollusques et sauvagine

Plusieurs contaminants ont été trouvés dans des myes communes récoltées sur la côte nord de l'estuaire du Saint-Laurent dans le cadre d'une analyse de risque conduite auprès de cueilleurs de mollusques de cette région (Gagnon et collab., 2004). Les concentrations moyennes de 25 contaminants, obtenues à partir de 23 homogénats d'échantillons de myes, sont présentées.

Pour les différents congénères de BPC analysés, les concentrations varient entre 0,06 et 0,15 µg/g. Pour le naphthalène et le benzo(e)pyrène, elles sont de 8,42 µg/g et de 2,63 µg/g respectivement. De plus, elles sont respectivement de 0,05 µg/g et 0,04 µg/g pour le α-chlordane et le trans-nonachlor, de 0,15 µg/g pour l'hexachlorobenzène ainsi que de 0,12 µg/g pour le DDT et de 0,2 µg/g pour son métabolite, le DDE. En tout, les concentrations moyennes d'une dizaine de métaux sont rapportées. En ce qui concerne les concentrations moyennes des quatre métaux les plus préoccupants du point de vue de la santé publique, elles sont de 0,82 µg/g pour l'arsenic (total), de 0,05 µg/g pour le cadmium, de 0,09 µg/g pour le plomb et de 0,01 µg/g pour le mercure (Gagnon et collab., 2004).

Les auteurs de l'étude concluent que l'exposition à ces contaminants par la consommation de mye ne pose pas de risque pour la santé au regard des effets non cancérogènes. Toutefois, un risque cancérogène non négligeable (c'est-à-dire supérieur à 1×10^{-6}) a été démontré dans le cas de l'exposition aux BPC ainsi qu'à l'arsenic inorganique³¹, et ce, pour tous les scénarios d'exposition envisagés.

En terminant, une enquête effectuée au début des années 2000 auprès de chasseurs de sauvagine (surtout les oies, les bernaches et les canards barboteurs) du Saint-Laurent a permis de constater que ces oiseaux étaient faiblement contaminés par les métaux et par les composés organiques et inorganiques (Duschene et collab., 2001 et Duschene, 2001). Dans la majorité des cas, les concentrations des contaminants mesurées par le Service canadien de la faune étaient peu élevées, souvent sous les seuils de détection (Duschene, 2000). Par exemple, dans la chair des oies et des canards, les teneurs en mirex, en dieldrine, en chlordanes totaux, en dioxines et en furanes étaient très souvent non détectées ou à l'état de trace (Duschene et collab., 2001).

Par contre, certains échantillons ont montré des concentrations de mercure, de sélénium, de plomb et de BPC relativement élevées. C'est le cas notamment des harles de la région de Montréal qui présentaient la plus haute contamination au mercure, ou des macreuses pour lesquelles les concentrations en sélénium étaient relativement élevées (Duschene, 2000 et Duschene et collab., 2001). Néanmoins, cette enquête démontre que la consommation de la sauvagine du Saint-Laurent ne présente pas de risque pour la santé. Les auteurs de l'enquête ajoutent cependant que les chasseurs, qui sont aussi des consommateurs de poissons d'eau douce, devraient respecter les recommandations du *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce* (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/guide/>) afin de limiter leur exposition aux contaminants, notamment au mercure (Duschene, 2001 et Duschene et collab., 2001).

³¹ En considérant que 10 % de l'arsenic total mesuré est sous forme inorganique.

5 CONTAMINANTS EN ÉMERGENCE

5.1 FOOD ADDITIVES & CONTAMINANTS

La compilation de la revue *Food Additives & Contaminants*, de cinq années s'échelonnant de 2003 à 2007 inclusivement, a permis de répertorier 560 articles touchant les résidus chimiques dans les aliments. Une compilation de ces articles en fonction des différentes classes de contaminants est montrée dans le tableau 34. Les sous-classes les plus importantes y sont également indiquées.

Près du tiers des articles publiés pendant ces cinq années touchaient les mycotoxines. En effet, il s'agit de la classe de contaminants à laquelle les chercheurs se sont le plus intéressés. La deuxième classe de contaminants ayant particulièrement retenu l'attention des chercheurs est celle des produits migrant des emballages, et 19 % des 560 articles répertoriés débattent de ce sujet. Parmi cette classe, les phtalates et le bisphénol A sont les sujets les plus souvent traités. Il faut souligner que la classe comprenant les résidus migrant des emballages est une classe extrêmement complexe dans laquelle des composés chimiques très diversifiés peuvent se retrouver. À titre d'exemple, cette classe peut comprendre les métaux provenant des emballages métalliques, les produits provenant des cartons faits de matières recyclées, les dérivés du styrène, le PFOA, etc.

Après les produits d'emballage, ce sont les médicaments vétérinaires, les métaux et les pesticides qui sont le plus souvent étudiés. Il est intéressant de souligner qu'il s'agit des classes de substances recherchées auxquelles s'intéressent les programmes de surveillance de l'ACIA. La majorité des publications traitant des médicaments vétérinaires touchent les antibiotiques, soit 77 % de ces publications. Dans le cas des métaux, ce sont le Cd, le Hg et le Pb qui remportent la palme de l'intérêt, et, pour ce qui est des pesticides, ce sont les organophosphorés et les fongicides. Enfin, près de 60 % des publications étant consacrées aux pesticides concernent les contaminations multiples.

Tableau 34 Compilation des publications traitant des résidus chimiques dans les aliments en provenance du périodique *Food Additives & Contaminants*

Classe de substances	Total N articles	Pourcentage /Classe	Sous-classe	Sous-total
Médicaments vétérinaires	65	12	Hormones et facteurs de croissance	15
			Antibiotiques	50
Métaux	57	10	Cd	24
			Hg	20
			Pb	22
			As	10
Produits d'emballage	104	19	Phtalate	20
			Bisphénol A	12
Pesticides	68	12	OP	18
			Carbamates	12
			Fongicides	19
			Herbicides	9
			Pyréthroïdes	5
Mycotoxines	184	33	Fusarium	39
			Aflatoxine	39
			Ochratoxine	58
Acrylamide	17	3		
Organochlorés	31	6		
HAP	10	2		
Additifs	24	4		
Total	560			

Note : Le total pour le Cd, le Hg, le Pb et l'As est supérieur à 57, soit le nombre total de publications pour les métaux, car la majorité des publications traite de plus d'un métal.

5.2 PUBMED

La plateforme EBSCO a été employée, car elle permettait de réaliser une recherche plus exhaustive qu'en utilisant directement PubMed. Le principal avantage est qu'EBSCO interroge en même temps plusieurs bases de données bibliographiques, incluant PubMed. Ainsi, la recherche (en date du 29 janvier 2010) effectuée sur les cinq dernières années pour « *food safety AND (contaminant OR residue)* », en excluant le périodique *Food Additives & Contaminants*, a permis de dresser la liste de 263 titres dans PubMed et de 500 titres

répertoriés dans la plateforme EBSCO. Tous les titres cités par PubMed se retrouvaient dans EBSCO.

Après une première évaluation des résultats, la recherche par EBSCO a été affinée, en éliminant tous les articles traitant du transfert de contaminants dans la chaîne alimentaire. Après avoir ajouté les restrictions « *not food web* » et « *not food chain* », il ressortait un nombre de 423 articles. De ce nombre, 33 articles étaient des doublons, et des 390 restant, 220 répondaient aux critères de sélection.

Le tableau 35 présente la compilation des articles répertoriés dans PubMed en fonction des différentes classes de contaminants.

Tableau 35 Compilation des publications traitant des résidus chimiques dans les aliments à la suite de la recherche effectuée dans PubMed

Classe de substances	Total	Pourcentage/ classe	Sous-classe	Sous-total
Médicaments vétérinaires	87	39,6	Hormones et facteurs de croissance	13
			Antibiotiques	57
Métaux	17	7,7	Cd	7
			Hg	5
			Pb	3
			As	4
Produits d'emballage	13	5,9	Phtalate	4
			Bisphénol A	1
			PFO	2
			Emballage carton	2
Pesticides	65	29,6	OP	14
			Carbamates	4
			Fongicides	8
			Herbicides	1
			Pyréthroïdes	4
Mycotoxines	25	11,4	Fusarium	4
			Aflatoxine	5
			Ochratoxine	6
Acrylamide	0			
Organochlorés	8	3,6		
HAP	1	0,45		
Additifs	4	1,8		
Total	217			

Ce sont les mêmes cinq premières classes que celles de la compilation du périodique *Food Additives & Contaminants*, soit :

- les médicaments vétérinaires;
- les métaux;
- les produits migrant des emballages;
- les pesticides;
- les mycotoxines.

Par contre, le rang de ces classes diffère dans la méthode de sélection par PubMed. En effet, ce sont les articles concernant les médicaments vétérinaires qui arrivent en premier avec près de 40 % des articles leur étant consacrés, suivis par les pesticides avec environ 30 % des articles. Les trois places suivantes reviennent aux mycotoxines (11 % des articles), aux métaux (8 % des articles) et aux produits migrant des emballages (6 % des articles).

6 DISCUSSION

6.1 DONNÉES DISPONIBLES ET ALIMENTS COUVERTS

Le tour d'horizon de la présence de résidus chimiques dans les aliments consommés au Québec a permis de déterminer quels étaient les principaux acteurs œuvrant dans le domaine et de connaître les différentes sources de données sur la contamination proprement dite. Ainsi, les auteurs de l'étude exploratoire ont pu constater qu'ils disposaient de plusieurs sources de données fiables pour de nombreuses catégories d'aliments et de contaminants.

En se référant aux aliments couverts par la présente étude, on peut rapidement constater que les données du PNSRC de l'ACIA sont exhaustives concernant les fruits et les légumes, les viandes et les œufs. Par contre, les données de l'ACIA sur les produits laitiers et les produits transformés sont plus limitées. De plus, elles ne couvrent pas les poissons, les fruits de mer, les céréales, les graines oléagineuses et les légumineuses. En ce qui concerne ces trois dernières catégories d'aliments, c'est la Commission canadienne des grains qui est chargée d'en surveiller la salubrité, mais les données de surveillance ne sont pas rendues publiques.

Le manque de données concernant les aliments transformés et les produits céréaliers est en partie comblé par l'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* réalisée par Santé Canada, puisque tous les aliments régulièrement consommés par la population canadienne y sont inscrits. Cette information est importante, mais comporte néanmoins certaines lacunes. Parmi ces dernières, il faut noter que les différentes campagnes d'échantillonnage de contaminants ne sont pas maintenues avec les années. En effet, la campagne d'échantillonnage sur les pesticides s'est déroulée de 1993 à 1998 et n'a pas été reprise depuis. Les dernières données publiées remontent donc à plus de 10 ans (et à plus de 15 ans si on considère uniquement la ville de Montréal). Ce qui constitue un intervalle de temps assez long étant donné que l'utilisation des pesticides peut considérablement varier dans le temps en fonction, entre autres choses, de l'efficacité de nouveaux produits ou de leur persistance dans l'environnement. Une autre limite concernant l'étude sur l'alimentation totale provient du fait qu'on y analyse des échantillons composites, ce qui entrave la connaissance de la variabilité des concentrations mesurées.

Des informations concernant les produits céréaliers peuvent également être obtenues par l'entremise des études sur les contaminants chimiques de Santé Canada. Ainsi, cinq études ont été réalisées pour évaluer la présence de mycotoxines dans plusieurs aliments différents à base de céréales. Étant donné que les échantillons ont été recueillis à travers le Canada, on peut déduire que le Québec a été échantillonné. En outre, les auteurs de l'étude exploratoire remarquent qu'ils ne disposent pas de données sur la contamination de céréales non transformées, bien qu'elles soient très rarement consommées sans transformation.

Quoique l'ACIA effectue des échantillonnages sur le poisson vendu au Canada, les résultats de ces analyses ne se trouvent pas dans les rapports annuels sur les résidus de produits chimiques. Des échantillonnages sur les poissons vendus au Canada afin de vérifier leur contenu en mercure ont été réalisés par l'ACIA, mais l'analyse des résultats a été effectuée par Santé Canada (voir le point 4.3.2.3). D'autres données concernant le poisson ont été

recensées à partir de l'étude sur l'alimentation totale (BPC, médicaments vétérinaires, composés perfluorés) ou des études sur les contaminants chimiques de Santé Canada (butylstannanes). L'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent fournit également des résultats intéressants sur les contaminants retrouvés (les métaux, dont le Hg et les organochlorés) dans les poissons d'eau douce et les ressources marines (poissons, crustacés et mollusques).

Les produits laitiers représentent la classe d'aliments pour laquelle la quantité de données de contamination est la plus faible. En effet, bien que l'ACIA échantillonne certains aliments de cette classe, elle le fait principalement pour les fromages importés, et les tailles des échantillons sont très faibles. De plus, l'Agence échantillonne uniquement le lait cru.

6.2 CONTAMINANTS DÉTECTÉS

Plusieurs classes de contaminants sont recherchées et retrouvées dans les aliments, et ce, peu importe la source de données : programmes de surveillance, études sur l'alimentation totale ou études sur les contaminants chimiques de Santé Canada ou de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent.

Cette section de la discussion est dédiée au bilan de ces différents contaminants et évalue leur importance en termes de santé publique.

6.2.1 Pesticides

Une des premières observations qui ressort de l'examen des données issues du programme de surveillance de l'ACIA, relatives aux fruits et aux légumes, est le pourcentage non négligeable (de 17,2 % à 20,9 %) de spécimens dans lesquels au moins un pesticide a été détecté. Par contre, les concentrations mesurées respectent en général les normes établies (LMR), car le taux de conformité des échantillons est supérieur à 98,8 %.

Ces données en provenance de l'ACIA s'alignent sur les études menées par Santé Canada (voir la section 4.4). Dans l'*Étude canadienne sur l'alimentation totale*, environ 50 % des échantillons composites analysés contenaient au moins un pesticide. Pareillement, il ressort de la publication de Newsome et collab. (2000) que, sur 6 villes échantillonnées lors de l'étude sur l'alimentation totale, les pourcentages de détection du pesticide le plus souvent détecté variaient : 5,6 % (carbaryl pour les carbamates), 14,5 % (captane pour la catégorie divers), 23,9 % (malathion pour les organophosphorés) et 28,9 % (p,p'-DDE pour les organochlorés). Ces pourcentages sont du même ordre de grandeur que ceux observés par l'ACIA.

Les données issues de l'étude de Newsome et collab. (2000) sur l'alimentation totale confortent les observations de l'ACIA. En effet, des pesticides ont également été retrouvés dans des aliments préparés (beurre d'arachide, chocolat, etc.) ainsi que dans les fruits et les légumes frais. De plus, il a été constaté dans ces deux études que plusieurs aliments contiennent plus d'un pesticide. Quatre études de Santé Canada publiées par Rawn et collab. (2004; 2006a; 2006b; 2007) notent que des résidus de pesticides étudiés peuvent également être détectés dans une proportion importante d'aliments, bien que, dans la

majorité des cas, les normes soient respectées. Ainsi, le carbaryl a été retrouvé dans 49 % des échantillons de jus de pomme et dans 82 % des échantillons de jus de raisin (Rawn et collab., 2004). En ce qui concerne l'échantillonnage de pommes réalisé dans un verger québécois, 100 % des pommes contenaient des résidus de captane (Rawn et collab., 2007) ou de l'un des trois pesticides suivants : azinphos-méthyl, phosalone ou phosmet (Rawn et collab., 2006b). À titre de rappel, les temps prescrits entre les arrosages et la cueillette avaient été respectés.

Les pourcentages élevés de détection de pesticides observés justifient l'importance, pour les intervenants de santé publique, de s'intéresser à l'exposition aux pesticides par les aliments. En effet, il s'agit d'une exposition susceptible de toucher tout individu et qui concerne souvent plus d'un contaminant dans un même aliment.

Au point 4.1.2.4, 17 pesticides ont été priorisés en fonction de leur fréquence de détection et de leur présence dans les fruits et les légumes les plus consommés. Le tableau 36 rapporte ces pesticides et la classe à laquelle ils appartiennent. Les substances qui sont énumérées dans ce tableau correspondent aux principales classes de pesticides : organophosphorés, carbamates, pyréthriinoïdes, fongicides, etc. La gamme des principaux effets toxiques inhérents à ces différentes classes devrait être considérée lors d'éventuelles évaluations de l'impact sur la santé découlant de l'exposition de la population à ces contaminants par l'alimentation.

Tableau 36 Pesticides priorisés et classes correspondantes

Pesticide	Classe
Chlorprophame	Herbicide
Dithiocarbamates	Produit de dégradation du mancozèbe, manèbe, thirame, etc.
Thiabendazole	Fongicide
Captane	Fongicide
Perméthrine	Insecticide pyréthriinoïde
Diphénylamine	Antiéchaudure (traitement pour pommes et poires)
Endosulfan	Insecticide organochloré
Carbaryl	Insecticide carbamate
Imazalil	Fongicide
Iprodione	Fongicide
Myclobutanil	Fongicide
Méthamidophos	Insecticide organophosphoré
Bénomyl	Fongicide
Chlorpyrifos	Insecticide organophosphoré
Méthomyl	Insecticide carbamate
O-phénylphénol	Agent de conservation
Diméthoate	Insecticide organophosphoré

6.2.2 Métaux

Bien qu'à proprement parler, il ne s'agit pas d'une contamination puisque les métaux et les éléments se retrouvent naturellement dans l'environnement, ils sont présents dans tous les aliments.

Leur présence dans les aliments peut s'expliquer, d'une part, par le fait que les sols où poussent les fruits et les légumes peuvent contenir des concentrations élevées de certains métaux présents à l'état naturel dans l'environnement et, d'autre part, par les activités anthropiques. L'être humain peut être exposé aux métaux par l'intermédiaire de l'alimentation étant donné que les végétaux absorbent les métaux provenant des sols (Lenntech, 2008). Il est donc évident que les métaux qui sont naturellement présents dans l'environnement soient détectés dans les fruits et les légumes canadiens ou importés. De plus, certains métaux, notamment le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore et le nickel, sont considérés comme des éléments essentiels à la croissance des plantes vasculaires (Raven et collab., 2003). Par conséquent, ces métaux sont détectés dans la majorité des fruits et des légumes analysés. L'être humain peut donc être exposé à ces métaux par l'intermédiaire de l'alimentation, puisque les végétaux les absorbent des sols (Lenntech, 2008).

Les deux éléments les plus fréquemment rencontrés sont le B et le Fe. Ces éléments sont détectés par l'ACIA dans plus de 80 % des aliments, que ce soit les fruits, les légumes, les viandes ou les œufs. Le Mn est également identifié dans plus de 80 % des échantillons, exception faite des œufs, tandis que le Cu est fréquemment détecté dans les fruits, les viandes ainsi que les œufs. Quant au Zn, il est détecté le plus souvent dans les légumes, la viande et les œufs.

Pour ce qui est des quatre métaux les plus préoccupants en termes de santé publique (As, Cd, Hg et Pb), le tableau 37 indique les intervalles de pourcentages de détection pour chaque classe d'aliments vérifiée par l'ACIA. Les auteurs de la présente étude constatent que ces métaux sont le plus souvent détectés dans les fruits et les légumes. Cette observation n'est toutefois pas préoccupante, mais il serait toutefois pertinent de recommander que ces sources d'exposition soient prises en considération lorsqu'on évalue l'exposition totale à ces métaux.

Tableau 37 Pourcentages de détection d'arsenic, de cadmium, de mercure et de plomb dans les différentes catégories d'aliments

Catégorie d'aliments	As	Cd	Hg	Pb
Viandes	0,7-12,9	0,3-0,7	0-0,3	1,7-3,1
Œufs	0,5-1,4	0-0,5	0-2,1	0-0,5
Fruits	0-33,3	0-16	0-1,7	0-11,1
Légumes	0-39,3	0-61,6	0-6,6	0-19,9

Certaines inquiétudes peuvent être par contre soulevées relativement au mercure présent dans le poisson et les autres organismes aquatiques. En effet, l'évaluation du risque réalisée par Santé Canada démontre que, pour certains types de poissons, la DJAP des jeunes

enfants peut être dépassée. Les résultats issus de l'Entente Canada – Québec sur le Saint-Laurent ont fait état d'une contamination non négligeable par le mercure des poissons d'eau douce et des harles de la région de Montréal ainsi que de poissons marins et de crustacés du fjord du Saguenay. De même, la présence non négligeable d'arsenic inorganique dans les myes communes de la côte nord de l'estuaire du Saint-Laurent et de cadmium dans les pétoncles de culture a été constatée.

6.2.2.1 *Minéraux et oligoéléments*

L'arsenic, le bore, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fer, le fluor, l'iode, le manganèse, le molybdène, le nickel, le sélénium, le silicium, le vanadium et le zinc sont des oligoéléments (ANSES, 2010). Les oligoéléments sont définis comme étant des éléments chimiques présents en très faibles quantités dans l'organisme humain, et certains sont des éléments essentiels au fonctionnement de l'organisme. À titre d'exemple, le fer est essentiel à la formation de l'hémoglobine. Une carence en fer peut induire une anémie. Toutefois, une carence ou un excès en oligoéléments est susceptible d'entraîner des pathologies (ANSES, 2010).

Les oligoéléments peuvent être puisés dans les aliments. L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) énumère certains aliments riches en fer, en sélénium ou en zinc (ANSES, 2010). Par exemple, les œufs sont riches en ces trois oligoéléments. Ainsi, le Fe et le Zn ont été détectés dans plus de 97 % des œufs canadiens et importés, alors que le Se a été détecté dans environ 50 % des œufs.

Dans le cas des fruits et des légumes, l'ANSES (2010) rapporte que les dattes sont riches en fer et que les champignons sont riches en zinc. Ainsi, le fer a été détecté dans la totalité des dattes analysées, et le zinc, dans plus de 99 % des champignons analysés.

Certains oligoéléments ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent donc être puisés dans les aliments. Comme une bonne santé débute par une saine alimentation et qu'une saine alimentation repose sur un régime alimentaire équilibré qui fournit les quantités adéquates de nutriments, des apports nutritionnels de référence ont été établis pour les oligoéléments (National Academy Press, 2001).

6.2.2.2 *Apports nutritionnels de référence*

Les apports nutritionnels de référence sont fondés, entre autres choses, sur la quantité de minéraux dont l'organisme a besoin, c'est-à-dire la quantité nécessaire non seulement pour prévenir les carences, mais aussi pour réduire le risque de maladies chroniques. Avec la collaboration de scientifiques américains, Santé Canada définit les besoins nutritionnels des individus en bonne santé et élabore des recommandations nutritionnelles. La National Academy of Sciences détermine les apports nutritionnels de référence. Ces derniers comprennent plusieurs valeurs de référence ayant chacune son propre usage :

- **Besoin moyen estimatif — BME (*Estimated Average Requirement*)** — La quantité de nutriments jugée nécessaire pour répondre aux besoins de la moitié des individus en bonne santé d'un sexe donné et d'un âge précis.

- **Apport nutritionnel recommandé — ANR (*Recommended Dietary Allowance*)** — L'apport nutritionnel quotidien moyen jugé nécessaire pour répondre aux besoins de la quasi-totalité des personnes (97 à 98 %) en bonne santé d'un sexe donné et d'un âge précis.
- **Apport suffisant — AS (*Adequate Intake*)** — Il n'est établi que dans les cas où l'on ne dispose pas de données suffisamment précises pour établir un besoin moyen estimatif et un apport nutritionnel recommandé.
- **Apport maximal tolérable — AMT (*Tolerable Upper Intake Level*)** — L'apport quotidien continu le plus élevé qui n'entraîne vraisemblablement pas de risques d'effets indésirables sur la santé de la population générale (Santé Canada, 2010).

Un ensemble d'apports nutritionnels de référence est constitué pour chaque nutriment à propos duquel on dispose de suffisamment d'informations. Pour chaque nutriment, il existe un besoin moyen estimatif et un apport nutritionnel recommandé ou un apport suffisant.

Un apport maximal tolérable a été fixé pour plusieurs nutriments (Santé Canada, 2006c). Le tableau 38 présente les apports nutritionnels de référence de certains oligoéléments pour les adultes âgés de plus de 19 ans (National Academy Press, 2001).

Tableau 38 Apports nutritionnels de référence de différents oligoéléments pour des individus âgés de plus de 19 ans

	BME		ANR		AS		AMT	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Cr (µg/j)					35	25		
Cu (µg/j)	700	700	900	900			10 000	10 000
Fe (mg/j)	6	8,1 (préménopausées) 5 (postménopausées)	8	18 (préménopausées) 8 (postménopausées)			45	45
Mn (mg/j)					2,3	1,8	11	11
Se (µg/j)								
Zn (mg/j)			11	8			40	40

Les points suivants présentent une discussion détaillée sur la présence dans les aliments des quatre métaux les plus préoccupants du point de vue de la santé publique, soit le plomb, l'arsenic, le mercure et le cadmium.

6.2.2.3 *Plomb*

Le plomb étant omniprésent dans l'environnement, on le retrouve à l'état de trace dans presque tous les aliments. Les particules de plomb aéroportées se déposent directement sur les cultures où elles peuvent s'infiltrer dans le sol, puis être absorbées par les végétaux (Panisset et collab., 2003). En règle générale, la quantité de plomb augmente dans les plantes au fur et à mesure de leur croissance. Ce métal est absorbé et emmagasiné différemment dans les racines et dans les feuilles des plantes. À titre d'exemple, les feuilles de laitue peuvent emmagasiner sept fois plus de plomb que les racines des carottes. Les feuilles de betteraves contiennent plus de plomb que les racines de ce légume. On ne peut donc pas conclure que les légumes-racines renferment plus de plomb que les légumes-feuilles. De plus, le plomb est très peu absorbé et emmagasiné dans certains fruits et légumes, notamment, les tomates, les pommes et les concombres (ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2008). Dans le cas des animaux de consommation et des poissons, la majeure partie du plomb qu'ils absorbent se concentre dans les os, mais on en retrouve également dans les tissus mous, particulièrement dans le foie et les reins (Panisset et collab., 2003).

Il y a environ 20 ans, on évaluait que 30 % de l'apport alimentaire en plomb provenait de la consommation de céréales, de fruits et de légumes, tandis que plus de 60 % de cet apport provenait de boissons et de jus de fruits entreposés dans des boîtes de conserve soudées au plomb (Panisset et collab., 2003). En 1992, Santé Canada évaluait que cette dernière source de contamination représentait entre 13 et 22 % du plomb que les personnes ingéraient par l'intermédiaire des aliments. De plus, Santé Canada estimait que l'apport en plomb provenant des aliments était de 82,4 % (52,5 µg/j) pour les adultes comparativement à près de 51 % (15,0 µg/j) pour les enfants âgés de moins de 2 ans (Santé Canada, 1992). Depuis, l'apport en plomb de la ration alimentaire a diminué de façon manifeste à la suite des réglementations adoptées pour éliminer la soudure au plomb dans la fabrication de boîtes de conserve et pour interdire l'utilisation du plomb dans l'essence (Santé Canada, 1992, 2009j). Cependant, certains aliments importés sont encore emballés dans des boîtes de conserve soudées au plomb (Santé Canada, 2009j).

6.2.2.4 *Arsenic*

La principale source d'exposition à l'arsenic est essentiellement l'ingestion d'aliments et d'eau contaminée (OMS, 2001). Dans les aliments, la source alimentaire prédominante de l'arsenic est les fruits de mer/les poissons, suivis du riz/des céréales de riz, des champignons et de la volaille (ATSDR, 2007). L'arsenic est trouvé dans la volaille et le bétail, puisqu'il est utilisé comme additif dans les aliments destinés à ces types d'animaux (OMS, 2001).

L'arsenic peut être détecté dans les fruits et les légumes, puisque ce métal est présent naturellement dans la croûte terrestre. Ainsi, il se trouve dans les sols où poussent les cultures et est absorbé par les végétaux (gouvernement de l'Ontario, non daté). De plus, à la suite des dépôts de particules d'As aéroportées, les végétaux peuvent accumuler ce métal par captage radiculaire ou par adsorption foliaire (OMS, 2001). Toutefois, la majorité des légumes tolère mal l'As présent dans les sols et ne peut pas croître dans un tel milieu. Les

parties comestibles des plantes n'accumulent pas l'As à une concentration susceptible de présenter des effets néfastes pour la santé humaine. Les concentrations les plus élevées d'As se retrouvent généralement dans les légumes-racines, particulièrement dans les betteraves et les radis (Gouvernement de l'Ontario, non daté).

Les résultats de l'étude britannique sur l'alimentation totale, effectuée en 1997, ont révélé que 94 % de l'apport total en As de la population générale provenait des produits de la mer (U.K. MAFF, 1999). Au Canada, on a signalé que les concentrations d'As dans les poissons d'eau salée destinés à la consommation humaine se situaient entre 0,4 et 118 mg/kg, alors qu'elles n'atteignaient que 0,44 µg/kg dans la viande et la volaille (Santé Canada, 2006b). Malgré le fait que les produits de la mer contiennent des concentrations élevées en As, une portion importante de l'As présent dans ces aliments est sous forme organique (ex. : arsénobétaïne) et n'est pas biodisponible. Par conséquent, cette forme d'As est considérée comme étant relativement non toxique et ne causant pas d'effets sur la santé. En effet, il a été estimé qu'environ 75 % de l'apport d'As d'origine alimentaire se présente sous forme organique, et 25 %, sous forme inorganique (Santé Canada, 2006b). Pour la population canadienne, on estime que les apports quotidiens moyens d'As total dans l'alimentation sont les suivants (Santé Canada, 2006b) :

- 14,9 µg chez les enfants âgés de 1 à 4 ans;
- 29,9 µg chez les enfants âgés de 5 à 11 ans;
- 42 µg chez les adultes âgés de plus de 20 ans.

6.2.2.5 *Mercur*e

L'exposition humaine au mercure est généralement attribuable à l'alimentation. Pour l'ensemble de la population, la consommation de poisson constitue la principale source d'exposition mercurielle. On trouve des traces de mercure dans presque tous les types de poissons (Santé Canada, 2007g), mais plus particulièrement chez les prédateurs, notamment le requin, l'espadon, certaines espèces de thon, l'escolar, le voilier et l'hoplostète orange (Santé Canada, 2009k). Les poissons d'eau douce prédateurs comme le brochet, l'achigan et le doré jaune peuvent également contenir des concentrations élevées de mercure (Santé Canada, 2009k).

Le mercure présent dans le poisson est sous forme inorganique et organique (méthylmercure); le méthylmercure étant la forme chimique prédominante (Santé Canada, 2007g). Répandu dans l'environnement, le mercure est transformé par l'activité bactérienne des végétaux et des sédiments marins et aquatiques en méthylmercure, une forme de mercure hautement toxique qui est susceptible de s'accumuler et de se bioamplifier tout au long de la chaîne alimentaire. En effet, les concentrations de méthylmercure augmentent en aval de la chaîne alimentaire, du plancton aux poissons de grande taille, et des poissons aux mammifères, y compris les humains (Santé Canada, 2004c).

Par ailleurs, l'Hg est un métal que l'on trouve à l'état naturel dans le sol. Toutefois, en raison de la faible absorption par les plantes du mercure présent dans le sol, la présence de Hg dans les fruits et les légumes est très faible (Santé Canada, 2007g). En effet, entre les années 2002 et 2005, les pourcentages moyens de détection de ce métal dans les fruits

canadiens ou importés étaient inférieurs à 5 %. Les pêches importées présentaient le pourcentage de détection le plus élevé, soit 1,7 %, parmi les fruits régulièrement consommés par la population canadienne. Pour les mêmes années, les champignons importés avaient le pourcentage de détection le plus élevé, soit 6,6 %, des légumes les plus consommés par les Canadiens.

6.2.2.6 *Cadmium*

La contamination environnementale par le Cd provient du milieu naturel et de sources industrielles et agricoles. Au cours des dernières décennies, l'utilisation d'engrais contenant du Cd a, entre autres choses, contribué à la contamination des sols et, par conséquent, a fait augmenter la concentration de Cd dans les récoltes (EFSA, 2009). La présence de Cd dans les fruits et les légumes peut provenir, d'une part, du dépôt de particules aéroportées de cet élément sur les feuilles et les autres parties aériennes des végétaux et, d'autre part, de l'absorption par les racines du Cd issu du sol (Santé Canada, 1986).

À l'exception des individus exposés professionnellement au Cd et des fumeurs, la principale source d'exposition au Cd de la population générale est les denrées alimentaires (EFSA, 2009; Santé Canada, 1986).

Bien que les algues, les poissons et les fruits de mer de même que le chocolat présentent les concentrations en Cd les plus élevées dans les denrées alimentaires, les aliments qui contribuent le plus à l'exposition alimentaire au Cd, surtout étant donné leur forte consommation, sont les céréales, les légumes, les noix et les légumes secs, les féculents ou les pommes de terre de même que la viande et les produits à base de viande.

Dans la population générale, les végétariens présentent un taux d'exposition alimentaire plus élevé au Cd, vu leur importante consommation de céréales, de noix, de graines oléagineuses et de légumes secs. De plus, les consommateurs réguliers de mollusques bivalves et de champignons sauvages ont également un taux d'exposition alimentaire au Cd plus élevé (EFSA, 2009).

6.2.3 **Médicaments vétérinaires**

Globalement, les auteurs de l'étude exploratoire ont constaté que la contamination des viandes par les médicaments vétérinaires apparaît inférieure à celle des fruits et des légumes par les pesticides : les taux de détection des médicaments vétérinaires et des produits chimiques agricoles sont inférieurs aux taux de détection des pesticides dans les fruits et les légumes. Bien qu'il soit impossible de connaître le nombre d'échantillons positifs, le pourcentage d'analyses positives est, quant à lui, inférieur à 1 %. De plus, lorsqu'un médicament vétérinaire est détecté dans une viande spécifique (ex. : foie de porc), le pourcentage d'échantillons positifs est faible. En effet, il faut rappeler que, sur les trois années étudiées dans le présent document, lorsqu'un médicament était détecté dans une viande donnée, ce ne sont pas tous les échantillons de viande qui étaient positifs. Le taux d'échantillons positifs était inférieur à 2 % dans plus de 70 % des cas. Seuls 12 médicaments trouvés dans une viande donnée ont montré des taux de détection supérieurs à 5 %.

Les deux classes de médicaments vétérinaires présentant les pourcentages de détection les plus élevés sont les antibiotiques et les hormones, et cela, bien que les taux de détection demeurent relativement bas.

Les concentrations des médicaments vétérinaires détectés dans les viandes sont faibles. Elles ont des valeurs inférieures à 10 % de la valeur de la norme dans plus de la moitié des cas. Les concentrations les plus élevées par rapport à la norme ont été observées dans le cas des résidus d'hormones.

Les données de Santé Canada fournissent un complément d'information concernant les médicaments vétérinaires. Ces données touchent les poissons et les fruits de mer.

Dans le cadre de l'étude sur l'alimentation totale, des résidus d'agents anti-infectieux ont été retrouvés dans près du tiers des échantillons. En consultant les données des études sur les contaminants chimiques de Santé Canada, on remarque que des quinolones ont également été détectées dans 13 % des échantillons de saumons et des fluoroquinolones, dans 37 % des échantillons de crevettes. Ces pourcentages de détection sont supérieurs à ceux observés par l'ACIA pour les viandes.

D'après ces observations, il serait opportun d'assurer une surveillance particulière pour ces deux classes de médicaments vétérinaires (les antibiotiques et les hormones), et ce, malgré leur faible taux de détection.

6.2.4 Autres contaminants

Plusieurs autres contaminants que ceux rapportés par l'ACIA ont été recherchés et détectés dans les aliments potentiellement consommés au Québec. Les données les concernant proviennent des différents programmes de Santé Canada.

L'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* fournit des informations sur les concentrations mesurées et les apports calculés pour les BPC et les dioxines/furanes. Cependant, l'enquête menée à Montréal date de 1993. Depuis cette période, elle n'a pas été reconduite dans une ville québécoise³². Une étude publiée en 2004 (Gagnon et collab., 2004) indique que les concentrations de BPC dans les myes communes de la côte nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent peuvent être une source de préoccupations. Il faut rappeler que les concentrations de BPC et des autres composés organochlorés ont diminué ces dernières années.

L'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* permet de constater que les composés perfluorés étaient relativement répandus dans l'environnement. Leur présence dans les aliments peut être due à leurs propriétés hydrofuges et lipofuges efficaces pour préserver l'intégrité des emballages de papier et de carton.

³² À part la ville de Québec en 2008, mais les résultats n'avaient pas encore été dévoilés par Santé Canada au moment de la rédaction de la présente étude.

Les résidus de PFOSA ou de PFOS semblent être très répandus dans les aliments. Ceci est particulièrement vrai pour les PFOSA identifiés dans toutes les catégories d'aliments analysés. L'évaluation de l'exposition effectuée par Santé Canada signale que l'alimentation serait en cause dans au moins 50 % de l'exposition totale à ces composés. Il serait intéressant de réaliser d'autres études sur le sujet.

Les butylstannanes constituent une autre classe de toxiques détectés dans les mollusques pouvant être commercialisés sur les marchés québécois. Plus de 80 % des échantillons analysés contenaient au moins un de ces composés. Les concentrations trouvées étaient par contre beaucoup plus faibles dans les mollusques canadiens que dans les mollusques importés, en particulier dans ceux provenant de l'Asie.

Les mycotoxines sont l'une des classes de toxiques ayant suscité l'attention dans les études sur les contaminants chimiques de Santé Canada. En effet, les toxines sont régulièrement détectées dans plusieurs classes d'aliments et ne sont pas dépourvues d'effets toxiques. Le Centre international de Recherche sur le Cancer a classé les aflatoxines comme étant cancérigènes pour l'humain et l'ochratoxine ainsi que la fumonisine comme étant possiblement cancérigènes. Quant à la zéaralénone, elle est un composé ayant des propriétés oestrogéniques.

6.3 CONTAMINANTS EN ÉMERGENCE

Les deux approches employées pour déterminer les contaminants en émergence dans les aliments ont fait ressortir les mêmes classes de contaminants : médicaments vétérinaires, métaux, mycotoxines, pesticides et produits migrant des emballages. Il n'y a que l'ordre qui diffère entre les deux approches de priorisation.

Dans le cas de la revue effectuée dans *Food Additives & Contaminants*, les deux classes de contaminants auxquelles le plus de publications ont été consacrées sont les mycotoxines et les substances migrant des produits d'emballage. Compte tenu du nombre de publications qui leur est dédié, ces deux classes peuvent être réellement considérées comme des contaminants en émergence. Au moment d'écrire cette étude exploratoire, elles n'étaient prises en considération par aucun programme de surveillance.

La revue effectuée dans PubMed (EBSCO) priorise les médicaments vétérinaires et les pesticides. Cependant, ils ne peuvent pas être considérés comme des contaminants en émergence, puisqu'ils relèvent des programmes de surveillance et constituent deux classes de contaminants suivies de près. Toutefois, ces deux « premières places » indiquent qu'ils restent des contaminants prioritaires. Il faut rappeler que la revue *Food Additives & Contaminants* avait été exclue de la recherche PubMed afin d'éviter les recoupements. Si cette élimination n'avait pas été exécutée, il se pourrait que les articles relatifs aux mycotoxines et aux composés migrant des emballages soient présents en plus grande proportion dans cette revue d'articles.

6.4 CONTAMINANTS À PRIORISER

À partir de cette compilation de données provenant de l'ACIA et des différents programmes de Santé Canada, certaines classes de contaminants peuvent être privilégiées sur la base de leur fréquence de détection. Les deux classes qui ressortent sont :

- les pesticides dans les fruits et les légumes;
- les métaux.

Dans le cas des pesticides, il est intéressant de souligner que l'*Étude canadienne sur l'alimentation totale* démontre que, bien que les composés varient dans le temps, des résidus de pesticides restent présents.

Dans le cas des métaux, l'intérêt que l'on devrait leur porter proviendrait surtout du fait que la connaissance des concentrations retrouvées permettrait de raffiner davantage les calculs de l'exposition alimentaire en vue d'une évaluation de l'exposition totale. De plus, il s'avère impossible d'ignorer que les concentrations de mercure retrouvées dans certains poissons peuvent dans quelques cas conduire à un dépassement de la DJAP.

L'importance de ces deux classes de contaminants est corroborée par les revues de littérature réalisées dans *Food Additives & Contaminants* et PubMed. En effet, on observe un nombre important de publications traitant de ces deux classes de contaminants. Les revues effectuées dans *Food Additives & Contaminants* et PubMed indiquent également que les médicaments vétérinaires ne doivent pas être oubliés. Effectivement, de nouvelles molécules mises sur le marché nécessiteront des études de toxicité, de toxicocinétique et de mise au point de méthodes analytiques.

En ce qui concerne les contaminants en émergence, deux classes ressortent, soit les mycotoxines et les contaminants migrant des produits d'emballage. Il s'avère essentiel de suivre la littérature scientifique à leur sujet.

6.5 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

L'évaluation de l'exposition reste un point qui mérite d'être soulevé. En effet, dans les différentes publications étudiées, la méthodologie utilisée pour évaluer l'exposition n'est pas très élaborée, bien que plusieurs études de Santé Canada (diète totale, mercure, carbamates, benzène, bisphénol A, mélamine, composés perfluorés) aient fait cet exercice. À la lecture de ces publications, on peut relever que lorsque la méthodologie d'évaluation de l'exposition est indiquée, les auteurs des différents articles utilisent toujours des données moyennes de consommation d'aliments. Il est donc difficile de connaître la variabilité en ce qui a trait à l'exposition. De fait, le seul paramètre qui a varié dans un nombre limité de situations est la concentration. Par exemple, dans l'étude de Rawn et collab. (2004) relative aux pesticides présents dans les jus de pomme et de raisin, la concentration maximale mesurée a été employée pour évaluer l'exposition aiguë aux pesticides, en plus de la concentration moyenne.

De plus, aucune évaluation probabiliste³³ n'a été effectuée : ces calculs s'avéreraient importants à exécuter afin de connaître la probabilité qu'un individu soit exposé à une dose supérieure à la DJA.

Toujours concernant l'évaluation de l'exposition, les doses d'exposition calculées sont parfois comparées à la DJA, mais l'exposition totale, c'est-à-dire en intégrant les autres voies d'exposition, n'est pas calculée.

Enfin, il serait important de procéder à des études de biosurveillance, qui mettraient en relation les aliments consommés et les concentrations mesurées de différents contaminants dans les milieux biologiques.

³³ « Approche d'évaluation de l'exposition qui recourt à des distributions statistiques de valeurs pour définir les paramètres entrant dans le modèle d'exposition et qui permet ultimement de générer une distribution de valeurs de doses d'exposition dans la population ou le groupe d'individus étudié, en fonction de la variabilité et/ou de l'incertitude sur les paramètres d'entrée du modèle » (MSSS, 2011).

CONCLUSION

Les bénéfices associés à une saine alimentation composée d'aliments variés sous-tendent la pertinence de renforcer la surveillance des contaminants alimentaires au Québec afin de s'assurer que la population a accès à des aliments salubres et que l'exposition aux contaminants alimentaires est maintenue à un niveau sécuritaire.

Cette étude portant sur la présence de résidus chimiques dans les aliments consommés au Québec donne de l'information sur les principaux acteurs chargés de la salubrité chimique des aliments et sur les responsabilités de chacun de ces acteurs.

L'étude des données de contamination disponibles a permis de constater que les taux de résidus chimiques dans les fruits et les légumes respectent les normes dans la majorité des cas. Toutefois, les pesticides dans les fruits et les légumes demeurent un contaminant prioritaire à surveiller, car des résidus sont tout de même détectés dans plusieurs échantillons, et cette détection est continue dans le temps.

Le mercure dans le poisson mériterait également l'intérêt de la santé publique, puisqu'il s'agit du seul contaminant pour lequel on a observé, dans certains cas, des dépassements de la DJAP.

Du côté des contaminants en émergence, les mycotoxines constituent la classe de contaminants vers laquelle l'attention devrait se diriger. Cette classe de toxines très répandues dans les aliments n'est pas dépourvue de toxicité. De nombreuses recherches et de nombreux développements se réaliseront à leur sujet. Il est probable qu'à l'avenir certains composés de cette classe feront partie des programmes de surveillance.

La deuxième classe de contaminants en émergence à surveiller est celle des composés migrant des emballages. Cette classe est très étendue et comporte plusieurs catégories de substances différentes. Toutes ces substances ne peuvent pas être considérées en même temps. Une des premières choses pouvant être réalisées afin de mieux cerner la situation serait une revue de la littérature existante, qui permettrait de répertorier les contaminants les plus fréquemment détectés ainsi que les données toxicologiques leur étant associées.

L'étude réalisée a notamment établi que l'évaluation de l'exposition aux contaminants chimiques en provenance des aliments pourrait être raffinée.

La variabilité des doses reçues par l'intermédiaire des aliments pourrait être mieux définie avec, entre autres, des simulations de Monte Carlo. Différents scénarios d'exposition pourraient également être élaborés pour obtenir une idée plus précise de l'exposition de certains sous-groupes de la population ayant des habitudes alimentaires particulières (ex. : végétariens, grands mangeurs d'un aliment). Ces démarches pourraient aussi permettre de raffiner l'évaluation de l'exposition des sous-groupes sensibles (enfants, femmes enceintes, etc.).

Finalement, l'exposition par les aliments pourrait être mise dans une perspective plus globale d'exposition, regroupant toutes les autres voies d'exposition.

RÉFÉRENCES

- Agence canadienne d'inspection des aliments – ACIA. (2008). Budget des dépenses 2008-2009. Partie III – Rapport sur les plans et les priorités. Disponible au site : <http://www.tbs-sct.gc.ca/rpp/2008-2009/inst/ICA/ICA01-fra.asp>. Consulté le 28 février 2010.
- Agence canadienne d'inspection des aliments – ACIA. (2009a). Aliments. Disponible au site : <http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/fssaf.shtml>. Consulté le 3 septembre 2009.
- Agence canadienne d'inspection des aliments – ACIA. (2009b). Guide relatif à l'importation commerciale de produits. Disponible au site : <http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/imp/guide1f.shtml>. Consulté le 28 février 2010.
- Agence canadienne d'inspection des aliments – ACIA. (2010). Rapports annuels sur les résidus de produits chimiques. Disponible au site : <http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/microchem/resid/residf.shtml>. Consulté le 22 octobre 2010.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail – ANSES. (2010). Alimentation humaine – Les minéraux et oligo-éléments. Disponible au site : <http://www.anses.fr/>. Consulté le 25 novembre 2010.
- Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire – ARLA. (1998). Lignes directrices sur les résidus chimiques (Dir98-02). Ottawa.
- Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire – ARLA. (2003). Évaluation de l'exposition aux pesticides contenus dans les aliments. Guide de l'utilisateur (SPN2003-03). Ottawa. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/pubs/pest/pol-guide/spn/spn2003-03-fra.pdf. (Consulté le 12 février 2010).
- Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire – ARLA. (2005). Orientations concernant l'établissement de limites maximales de résidus de pesticides (LMR) à la lumière de données d'essais sur le terrain (POR2005-04). Ottawa.
- Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire – ARLA. (2006). Établissement de limites maximales de résidus (LMR) de pesticides en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires plutôt que de la Loi sur les aliments et drogues : Consultation sur les LMR proposées (PMRL2006-01). Ottawa.
- Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire – ARLA. (2010). Décision de réévaluation RVD2010-16, Carborufan (PMRL2006-01). Santé Canada. Ottawa.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR. (2007). Toxicological profile for arsenic. Disponible sur le site : <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>. Consulté le 26 août 2009.

- Autorité européenne de sécurité des aliments – EFSA (2009). Avis scientifique – Le cadmium dans l'alimentation. Avis du groupe scientifique sur les contaminants de la chaîne alimentaire (Question no EFSA-Q-2007-138). Adopté le 30 janvier 2009. Disponible au site : http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/contam_ej980_cadmium_fr_summary,0.pdf?ssbinary=true. Consulté le 31 août 2009.
- Becalski, A., Lau, B.P.Y., Lewis, D. et Seaman, S.W. (2003). Acrylamide in foods: occurrence, sources, and modelling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(3):802-808.
- Becalski, A., Lau, B.P.Y., Lewis, D., Seaman, S.W., Hayward, S., Sahagian, M., Ramesh, M., et Leclerc, Y. (2004). Acrylamide in french fries: influence of free amino acids and sugar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(12):3801-3806.
- Becalski, A., Lau, B.P.Y., Lewis, D. et Seaman, S. (2006). Semicarbazide in canadian bakery products. *Food Additives and Contaminants* 23(2):107-109.
- Cao, X.L., Casey, V., Seaman, S., Tague, B. et Becalski, A. (2007). Determination of benzene in soft drink and other beverages by isotope dilution headspace gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of AOAC International* 90(2):479-484.
- Cao, X.L., Dufresne, G., Belisle, S., Clement, G., Falicki, M., Beraldin, F. et Rulibikiye, A. (2008). Levels of Bisphenol A in canned liquid infant formula products in Canada and dietary intake estimates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(17):7919-7924.
- Cao, X.L., Corriveau, J., et Popovic, S. (2009). Levels of bisphenol A in canned soft drink products in canadian markets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(4):1307-1311.
- Dabeka, R.W., McKenzie, A.D., Lacroix, G.M.A., Cleroux, C, Bowe, S, Graham, RA, Conacher, HBS et Verdier, P (1993). Survey of arsenic in Total diet food composites and estimation of the dietary intake of arsenic by canadian adults and children, *Journal of AOAC International* 76(1):14-25.
- Domaine d'intervention Santé humaine – Saint-Laurent Vision 2000, Human Health Component – St. Lawrence Vision 2000 (2003). *Le Saint-Laurent et la santé humaine - L'état de la question II*. Gouvernement du Canada, Gouvernement du Québec, Saint-Laurent Vision 2000, Santé Canada, Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, 40 p.
- Duchesne, J.F. (2000). Risques pour la santé reliés à la consommation de la sauvagine du Saint-Laurent. Unité de recherche en santé publique, Centre de recherche du CHUQ, Pavillon du CHUL dans *Bulletin Le Fleuve* vol. 10, no. 8 - Février, p. 1-3.
- Duchesne, J.F., Gauvin, D., Lévesque, B., Gingras, S. et Dewailly, É. (2001). Enquête sur la consommation d'oiseaux migrateurs et de poissons de pêche sportive auprès de la population de chasseurs de sauvagine du Saint-Laurent et Analyse des risques à la santé - Résumé. Unité de recherche en santé publique, Centre de recherche du CHUQ, Pavillon du CHUL, Saint-Laurent Vision 2000, 1002 p. Disponible au site : http://slv2000.qc.ca/bibliotheque/centre_docum/phase3/rapport_sauvagine/accueil_f.htm. Consulté le 14 février 2011.

- Duchesne, J.F. (2001). Enquête alimentaire auprès des chasseurs de sauvagine du Saint-Laurent et analyse des risques pour la santé. Unité de recherche en santé publique, Centre de recherche du CHUQ, Pavillon du CHUL, Santé Canada, Saint-Laurent Vision 2000 dans Bulletin Le Fleuve, vol. 12, no. 6 - Décembre 2001, p. 4-5.
- Dufour R et Ouellet P (2007). Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2744F : vii + 123 p.
- Dufresne, G., Fouquet, A., Forsyth, D. et Tittlemier, A. (2007). Multiresidue Determination of quinolone and fluoroquinolone Antibiotics in fish and Shrimp by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry. Journal of AOAC International 90(2):604-612.
- Eun-Kyung, K., Scott, P.M., Lau, B.P.Y. (2003). Hidden fumonisin in corn flakes. Food Additives and Contaminants 20(2):161-169.
- Forsyth, D.S. et Casey, V. (2003). Butyltin compounds in retail mollusc products. Food Additives Contaminants 20(5):445-452.
- Gagnon, F., Tremblay, T., Rouette, J. et Cartier, J.F. (2004). Chemical risks associated with consumption of shellfish harvested on the north shore of the St. Lawrence River's lower estuary. Environ Health Perspect Jun;112(8):883-8. Gouvernement de l'Ontario (non daté). L'arsenic dans l'environnement. Disponible au site : <http://www.ene.gov.on.ca/cons/3792f01.pdf>. Consulté le 26 août 2009.
- Gouvernement de l'Ontario (non daté). L'arsenic dans l'environnement. Disponible au site : <http://www.ene.gov.on.ca/cons/3792f01.pdf>. Consulté le 26 août 2009.
- Gouvernement du Canada (2010). *Loi sur les aliments et drogues : LRC, chapitre F-27*. Disponible au site : <http://laws.justice.gc.ca/PDF/Loi/F/F-27.pdf>. Consulté le 12 février 2010.
- Gouvernement du Canada (2010). *Règlement sur les aliments et drogues : CRC, ch. 870*. Disponible au site : http://laws.justice.gc.ca/PDF/Reglement/C/C.R.C.,_ch._870.pdf. Consulté le 12 février 2010.
- Guillemart, C. (2006). L'accumulation du cadmium chez le pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) et le pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*) de la Côte Nord (Québec) et dans leur environnement. Mémoire de maîtrise ès Sciences, département d'océanographie, UQAR, Rimouski, QC, cité dans Dufour R. et Ouellet P. 2007. Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2744F : vii + 123 p.
- Lebeuf, M., Noël, M. et Clermont, Y. (2002). La contamination des ressources marines par les toxiques. Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans Canada, Saint-Laurent Vision 2000, 6 p.
- Lenntech (2008). Tableau périodique. Disponible au site : <http://www.lenntech.com/français/tableau-periodique.htm>. Consulté le 6 mars 2009.

- Lombaert, G.A., Pellaers, P., Chettiar, M., Lavalee, D., Scott, P.M. et Lau, B.P.Y. (2002). Survey of Canadian retail coffees for ochratoxin A. *Food Additives and Contaminants* 19(9):869-877.
- Lombaert, GA, Pellaers P, Roscoe V, Mankotia M, Neil R, Scott PM (2003). Mycotoxins in infant cereal foods from Canadian retail market. *Food Additives and Contaminants* 20(5):494-504.
- Lombaert, G.A., Pellaers, P., Neumann, G., Kitchen, D., Huzel, V., Trelka, R., Kotello, S. et Scott, P.M. (2004). Ochratoxin A in dried vine fruits on the Canadian retail market. *Food Additives and Contaminants* 21(6):578-585.
- Minitère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. – MAPAQ. (2008). Rapport annuel de gestion 2007-2008 – Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale. Disponible au site : http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/58840560-8CA3-490D-A5E8-6A6746ACEB8B/0/RapportannuelCQIASA2007_2008.pdf. Consulté le 19 janvier 2009.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs – MDDEP. (2002). Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce. Disponible au site : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/guide/index.htm>. Consulté le 14 janvier 2011.
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario (2008). Ce que vous devriez savoir au sujet du plomb présent dans le sol. Disponible au site : http://www.sudburysoilsstudy.com/EN/resources/factsheets/Lead_factsheet_FR.pdf. Consulté le 17 août 2009.
- Mably, M., Mankotia, M., Cavlovic, P., Tam, J., Wong, L., Pantazopoulos, P., Calway, P., Scott, P.M. (2005). Survey of aflatoxins in beer sold in Canada. *Food Additives and Contaminants*. 22(12):1252-1257.
- Market Facts of Canada. March (1991). Research Report: National Seafood Consumption Study. Conducted for: Health and Welfare Canada. #C388/JdeB (cité dans Santé Canada 2007).
- Ministère de la Santé et des Services Sociaux – MSSS. (2011). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale pour la santé humaine au Québec, 2^e édition, à paraître.
- National Academy Press (2001). Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. National Academy of Science. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Washington, D.C. Disponible au site : http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=4&tax_subject=256&topic_id=1342&level3_id=5141&level4_id=10590. Consulté le 24 janvier 2011.
- Newsome, W.H., Davies, D.J. et Sun, W.F. (1998). Residues of polychlorinated biphenyls (PCB) in fatty foods of the Canadian diet. *Food Additives and Contaminants* 15(1):19-29.
- Newsome, W.H., Doucet, J., Davies, D. et Sun, W.F. (2000). Pesticide residues in the Canadian Market basket Survey 1992 to 1996. *Food Additives and Contaminants* 17(10):847-854.

- Ng, W., Mankotia, M., Pantazopoulos, P., Neil, R.J. et Scott, P.M. (2004). Ochratoxin A in wine and grape juice sold in Canada. *Food Additives and Contaminants* 21(10):971-981.
- Organisation mondiale de la Santé (2003). *Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques : rapport d'une consultation OMS/FAO d'experts* (rapport technique n° 916), Genève, Organisation mondiale de la Santé.
- Organisation mondiale de la Santé (2001). *Arsenic and arsenic compounds*. Environmental Health Criteria 224. Geneva: United Nations Environment Programme. International Labour Organisation. World Health Organization. Disponible au site : <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc224.htm#5.2>. Consulté le 25 août 2009.
- Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé) – FAO/OMS. (2006). *Comprendre le Codex Alimentarius*. Organisation mondiale de la Santé et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé) – FAO/OMS. (2008). Document de travail pour information et utilisation lors des débats concernant les contaminants et les toxines de la NGCTA. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Comité du Codex sur les contaminants dans les aliments, deuxième session, La Haye, Les Pays-Bas, 31 mars-4 avril 2008. Disponible au site : ftp://ftp.fao.org/codex/cccf2/if02_01f.pdf. Consulté le 24 août 2011.
- Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé – FAO/OMS. (2009a). Commission du Codex Alimentarius. Manuel de Procédure, dix-huitième édition. Disponible au site : ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_18f.pdf. Consulté le 12 février 2010.
- Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé – FAO/OMS. (2009b). Norme générale du Codex pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale (CODEX STAN 193-1995).
- Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé – FAO/OMS. (non daté). Garantir la sécurité sanitaire et la qualité des aliments : directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaires. Disponible au site : http://www.who.int/foodsafety/publications/capacity/en/French_Guidelines_Food_control.pdf. Consulté le 16 mars 2007.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé – FAO/OMS (2006a). *Updating the Principles and Methods of Risk Assessment: MRLs for Pesticides and Veterinary Drug*. Rome. Disponible au site : http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/DOWNLOAD/bilthoven_2005.pdf. Consulté le 12 février 2010.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/Organisation mondiale de la Santé – FAO/OMS (2006b). *Technical Report Series 939. Evaluation of certain veterinary drug residues in food. Sixty-sixth report of the Joint FAO/OMS Expert Committee on Food Additives*. Disponible au site : http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241209399_eng.pdf. Consulté le 12 février 2010.

- Painchaud, J. et Laliberté, D. (2010). La contamination des poissons d'eau douce par les toxiques – 2^e édition. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement du Québec, Saint-Laurent Vision 2000, 6 p.
- Panisset, J.C., Dewailly, E. et Doucet-Leduc, H. (2003). Contamination alimentaire. In Environnement et santé publique – Fondements et pratiques. Editions Tec & Doc.
- Park, J.W., Scott, P.M., Lau, B.P.Y. et Lewis, D.A. (2004). Analysis of heat-processed corn foods for fumonisins and bound fumonisins. *Food Additives and Contaminants* 21(12):1168-1178.
- Plan Saint-Laurent pour un développement durable (2010). Les interventions gouvernementales. Disponible au site : http://www.planstlaurent.qc.ca/sl_bm/interventions/gaccueil_f.html. Consulté le 14 janvier 2011.
- Raven, P.H., Franklin Evert, R., Eichhorn, S.E. et Bouharmont, J. (2003). Biologie végétale. Chapitre 30. La nutrition des plantes et le sol. De Boeck Université. 968 pages. Disponible au site : http://books.google.ca/books?id=VvsNzmvkp4C&pg=PA727&lpg=PA727&dq=fer+plante+essentiel&source=bl&ots=TMJmoARqDf&sig=dgjf8aTOo7cfRvxsKAC_7f7FUVQ&hl=fr&ei=j92ySZd30Lm3B9r6sLsH&sa=X&oi=book_result&resnum=7&ct=result#PPA726,M1. Consulté le 6 mars 2009.
- Rawn, D.F.K., Roscoe, V., Krakalovich, T. et Hanson, C. (2004). N-methyl carbamate concentrations and dietary intake estimates for apple and grape juices available on the retail market in Canada. *Food Additives and Contaminants* 21(6):555-563.
- Rawn, D.F.K., Roscoe, V., Trelka, R., Hanson, C., Krakalovich, T. et Dabeka, R.W. (2006a). N-methyl carbamate pesticide residues in conventional and organic infant foods available on the Canadian retail market, 2001-3. *Food Additives and Contaminants* 23(7):651-659.
- Rawn, D.F.K., Quade, S.C., Shields, B., Conca, G., Sun, W.F., Lacroix, M., Smith, M., Fouquet, A. et Bélanger, A. (2006b). Organophosphate Levels in Apple Composites and individual Apples from a treated Canadian Orchard. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(5): 1943-1948.
- Rawn, D.F.K., Forsyth, D.S., Ryan, J.J., Breakell, K., Verigin, V., Nicolidakis, H., Hayward, S., Laffey, P. et Conacher, H.B.S. (2006c). PCB, PCDD and PCDF residues in fin and non-fin fish products from the canadian retail market 2002. *Science of the Total Environment* 369: 101-110.
- Rawn, D.F.K., Quade, S.C., Shields, J.B., Conca, G., Sun, W.F., Lacroix, G.M.A., Smith, M., Fouquet, A. et Bélanger, A. (2007). Variability in captan residues in apples from a Canadian orchard. *Food Additives and Contaminants* 24(2):149-155.
- Roscoe, V., Lombaert, G.A., Huzel, V., Neumann, G., Melietio, J., Kitchen, D., Kotello, S., Krakalovich, T., Trelka, R. et Scott, P.M. (2008). Mycotoxins in breakfast cereals from the Canadian retail market: A 3-year survey. *Food Additives and Contaminants* 25(3):347-355.

- Santé Canada. (1992). Le plomb. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/lead/lead-plomb-fra.pdf. Consulté le 18 août 2009.
- Santé Canada. (1986). Le cadmium. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/cadmium/cadmium-fra.pdf. Consulté le 31 août 2009.
- Santé Canada. (2003a). Limites maximales de résidus. Questions souvent posées. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/vet/faq/faq_mrl-lmr-fra.php. Consulté le 21 janvier 2010.
- Santé Canada. (2003b). Établissement de limites maximales de résidus (LMR) pour les médicaments vétérinaires administrés aux animaux destinés à l'alimentation. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/vet/mrl-lmr/mrl-lmr_levels-niveaux-fra.php. Consulté le 21 janvier 2010.
- Santé Canada (2004). Étude sur les poissons et fruits de mer – Alimentation et nutrition. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/other-autre/fish-poisson/index-fra.php>.
- Santé Canada. (2004a). Programme national de surveillance des résidus chimiques. Disponible au site : <http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/microchem/resid/residfsf.shtml>. Consulté le 3 septembre 2009.
- Santé Canada. (2004b). Cadre stratégique pour la participation du Canada au programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/intactivit/codex/activit/strateg-codex-2008-2012-fra.php>. Consulté le 1^{er} février 2010.
- Santé Canada. (2004c). Le mercure. Votre santé et l'environnement : Outils de ressources. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/mercury/mercur-fra.pdf. Consulté le 31 août 2009.
- Santé Canada. (2005a). Normes canadiennes (« limites maximales ») concernant divers contaminants chimiques dans les aliments. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/contaminants-guidelines-directives_f.html. Consulté le 5 avril 2007.
- Santé Canada. (2005b). À propos de Santé Canada – Direction des aliments – Notre vision. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/branch-dirgen/hpfb-dgpsa/fdda/index-fra.php>. Consulté le 3 septembre 2009.
- Santé Canada. (2006a). Document de travail : Abrogation de la norme générale relative à la limite maximale de résidus de 0,1 ppm pour les résidus de pesticides dans les aliments (Règlement B.15.002(1)). Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/part/consultations/dis2006-01/index-fra.php>. Consulté le 18 janvier 2010.

- Santé Canada. (2006b). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – L'arsenic. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/arsenic/arsenic-fra.pdf. Consulté le 25 août 2009.
- Santé Canada. (2006c). Aliments et nutrition – Questions et réponses. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/reference/dri_ques-ques_anref-fra.php. Consulté le 28 janvier 2011.
- Santé Canada. (2007a). Bureau d'innocuité des produits chimiques. Disponible au site : http://hc-sc.gc.ca/ahc-asc/branch-dirgen/hpfb-dgpsa/fd-da/bcs-bsc/index_f.html. Consulté le 10 avril 2007.
- Santé Canada. (2007b). Direction des produits de santé et des aliments. Disponible au site : <http://www.universadecouvrir.gc.ca/page/index.php?p=77&l=f>. Consulté le 3 septembre 2009.
- Santé Canada. (2007c). À propos de Santé Canada – Bureau du Directeur général. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/branch-dirgen/hpfb-dgpsa/hpfi-ipsa/dgo-bdg-fra.php>. Consulté le 3 septembre 2009.
- Santé Canada. (2007d). Résidus chimiques dans les aliments. Disponible au site : <http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/microchem/chemchimf.shtml>. Consulté le 3 septembre 2009.
- Santé Canada. (2007e). Pesticides et santé. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/pesticides-fra.pdf. Consulté le 12 février 2010.
- Santé Canada. (2007f). Normes canadiennes (limites maximales) concernant divers contaminants chimiques dans les aliments. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/contaminants-guidelines-directives-fra.php>. Consulté le 5 février 2010.
- Santé Canada. (2007g). Évaluation des risques à la santé liés au mercure dans le poisson et bienfaits pour la santé associés à la consommation de poisson. Bureau d'innocuité des produits chimiques, Direction des aliments Direction générale des produits de santé et des aliments. 83 p. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/pubs/merc/merc_fish_poisson-fra.php. Consulté le 23 juillet 2009.
- Santé Canada. (2007h). Mise à jour de la stratégie de gestion des risques actuelle en matière de présence de mercure dans le poisson vendu au détail. Bureau d'innocuité des produits chimiques, Direction des aliments, Direction générale des produits de santé et des aliments. 49p. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/pubs/merc/risk-risque_strat-fra.php. Consulté le 23 juillet 2009.
- Santé Canada. (2008a). Aliments et nutrition – Contaminants chimiques. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/index-fra.php>. Consulté le 5 février 2010.

- Santé Canada. (2008b). Évaluations des risques pour la santé liés aux aliments. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food_risk-risq_alim-fra.php. Consulté le 5 février 2010.
- Santé Canada. (2008c). Évaluation des risques pour la santé. Le benzène dans les boissons. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/food-aliment/benzene/benzene_hra-ers-fra.php. Consulté le 8 février 2010.
- Santé Canada. (2008d). Questions et réponses. Mélamine. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/melamine/qa-melamine-qr-fra.php>. Consulté le 5 février 2010.
- Santé Canada. (2008e). Évaluation des risques pour la santé humaine de Santé Canada appuyant la conception de normes pour la mélamine dans les aliments. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/pubs/melamine_hra-ers-fra.pdf. Consulté le 12 février 2010.
- Santé Canada. (2008f). Examen de l'exposition par voie alimentaire à l'aluminium par Santé Canada. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/aluminum-fra.php>. Consulté le 10 février 2010.
- Santé Canada. (2009a). Limites maximales de résidus pour les pesticides. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/part/protect-proteger/food-nourriture/mrl-lmr-fra.php>. Consulté le 18 janvier 2010.
- Santé Canada. (2009b). Fiche technique sur l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_fact-fiche/pmra-arla/index-fra.php. Consulté le 12 février 2010.
- Santé Canada. (2009c). Pesticides et les produits alimentaires. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_fact-fiche/pesticide-food-alim/index-fra.php. Consulté le 18 janvier 2010.
- Santé Canada. (2009d). Sécurité des produits de consommation. Foire aux questions. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/faq-fra.php>. Consulté le 26 janvier 2010.
- Santé Canada. (2009e). Fiche technique sur harmonisation internationale de la réglementation des produits antiparasitaires. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/alt_formats/pdf/pubs/pest/_fact-fiche/Int'l_Harmonization-fra.pdf. Consulté le 12 février 2010.
- Santé Canada. (2009f). Tableau des limites maximales administratives de résidus et des limites maximales de résidus approuvées. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/vet/mrl-lmr/mrl-lmr_versus_new-nouveau-fra.php. Consulté le 12 février 2010.
- Santé Canada. (2009g). Procédures d'approbation pour les médicaments vétérinaires. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/vet/faq/faq_dap-pam-fra.php. Consulté le 12 février 2010.

- Santé Canada. (2009h). Qu'est-ce qu'un additif alimentaire? Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/index-fra.php>. Consulté le 10 février 2010.
- Santé Canada. (2009i). Étude canadienne sur l'alimentation totale mise à jour 2009-03-10. Disponible au site : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/index-fra.php>. Consulté le 12 mai 2009.
- Santé Canada (2009j). Trousse d'information sur le plomb - Questions couramment posées sur l'effet de l'exposition au plomb sur la santé humaine. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/contaminants/lead-plomb/indoor_environments-milieux_interieurs-fra.php. Consulté le 13 août 2009.
- Santé Canada. (2009k). Votre santé et vous – Le mercure et la santé humaine. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/envIRONmerc2008-fra.pdf. Consulté le 31 août 2009.
- Santé Canada. (2010). Aliments et nutrition. Guide du consommateur pour les ANREF (apports nutritionnels de référence). Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/reference/cons_info-guide_cons-fra.php. Consulté le 25 janvier 2011.
- Statistique Canada. (2008). Statistiques sur les aliments – 2007. No 21-020-X au catalogue. Disponible au site : <http://www.statcan.gc.ca/pub/21-020-x/21-020-x2007001-fra.pdf>.
- Tam, J., Mankotia, M., Mably, M., Pantazopoulos, R., Neil, R.J., Calway, P. et Scott, P.M. (2006). Survey of breakfast and infant cereals for aflatoxins B1, B2, G1 and G2. *Food Additives and Contaminants* 23(7):693-699.
- Thomas, M. (2008). Évaluation sanitaire - Exposition par voie alimentaire et limites maximales de résidus (LMR). Cours sur la réglementation des pesticides au Canada. Les 27 et 28 février 2008. Disponible au site : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/alt_formats/pacrb-dgapcr/ppt/pubs/pest/training-formation/risk-exposition-fra.ppt. Consulté le 12 février 2010.
- Tittlemier, S.A., Forsyth, D., Breakell, K., Verigin, V., Ryan, J.J. et Hayward, S. (2004). Polybrominated Diphenyl Ethers in retail fish and shellfish samples purchased from canadian markets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(25):7740-7745.
- Tittlemier, A., Pepper, K. et Edwards, L. (2006). Concentrations of perfluorooctanesulfonamides in canadian total diet study composite food samples collected between 1992 and 2004. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(21):8385-8389.
- Tittlemier, S.A., Van de Riet, J., Burns, G., Potter, R., Murphy, C., Rourke, W., Pearce, H. et Dufresne, G. (2007a). Analysis of veterinary drug residues in fish and shrimp composites collected during the Canadian Total Diet Study, 1993-2004. *Food Additives and Contaminants* 24(1):14-20.

- Tittlemier, S.A., Pepper, K., Seymour, C., Moisy, J., Bronson, R., Cao, X.L. et Dabeka, R.W. (2007b). Dietary exposure of Canadians to perfluorinated carboxylates and perfluorooctane sulfonate via consumption of meat, fish, fast foods, and food items prepared in their packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(8):3203-3210.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food – United Kingdom – U.K. MAFF. (1999). 1997 total diet study – Aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. Food surveillance sheet no. 191, Joint Food Safety and Standards Group, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Royaume-Uni, novembre.
- Ville de Montréal. (non daté). Inspection des aliments. Disponible au site : http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=2136,2655443&_dad=portal&_schema=PORTAL. Consulté le 19 janvier 2009.
- Wells, R.J. (1998). Eprinomectin. Australian Government Analytical Laboratories. Pymble, Australia dans Édition en ligne: Répertoire des normes pour les additifs alimentaires. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Disponible au site : <ftp://ftp.fao.org/ag/agn/jecfa/vetdrug/41-11-eprinomectin.pdf>. Consulté le 12 février 2010.



EXPERTISE
CONSEIL



INFORMATION



FORMATION

www.inspq.qc.ca



RECHERCHE
ÉVALUATION
ET INNOVATION



COLLABORATION
INTERNATIONALE



LABORATOIRES
ET DÉPISTAGE

Institut national
de santé publique

Québec

