



PLAN DE SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS DANS LES PRODUITS ALIMENTAIRES VENDUS AU QUÉBEC

BILAN 2011-2016

COMPLÉMENT POUR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS

LABORATOIRE D'EXPERTISES ET D'ANALYSES ALIMENTAIRES - AVRIL 2022

TABLE DES MATIÈRES

1. SOMMAIRE.....	4
2. INTRODUCTION.....	5
2.1 Les polluants organiques persistants (POP).....	5
2.1.1 Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	6
2.1.2 Les polybromodiphényléthers (PBDE).....	6
2.1.3 Les pesticides organochlorés (POC).....	6
2.1.4 Les biphényles polychlorés (BPC).....	7
2.1.5 Les dioxines et furanes (PCDDF).....	7
2.2 Réglementation.....	8
2.2.1 Canadienne.....	8
2.2.2 Québécoise.....	9
3. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE.....	9
4. ANALYSES.....	11
4.1 Préparation des échantillons.....	11
4.2 Méthodes d'analyse.....	11
5. RÉSULTATS.....	12
5.1 Viandes et volailles.....	12
5.1.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	12
5.1.2 Polybromodiphényléthers (PBDE).....	14
5.1.3 Pesticides organochlorés (POC).....	16
5.1.4 Biphényles polychlorés (BPC).....	17
5.1.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P).....	19
5.1.6 Conclusion.....	22
5.2 Oeufs.....	22
5.2.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	22
5.2.2 Polybromodiphényléthers (PBDE).....	23
5.2.3 Pesticides organochlorés (POC).....	24
5.2.4 Biphényles polychlorés (BPC).....	24
5.2.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P).....	25
5.2.6 Conclusion.....	25
5.3 Produits marins.....	26
5.3.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	26
5.3.2 Polybromodiphényléthers (PBDE).....	27
5.3.3 Pesticides organochlorés (POC).....	28
5.3.4 Biphényles polychlorés (BPC).....	28
5.3.5 Dioxines et furanes (PCDDF) et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P).....	30
5.3.6 Conclusion.....	31

5.4 Lait et produits laitiers.....	32
5.4.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	32
5.4.2 Polybromodiphényléthers (PBDE).....	34
5.4.3 Pesticides organochlorés (POC)	35
5.4.4 Biphényles polychlorés (BPC)	37
5.4.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)	38
5.4.6 Conclusion	40
5.5 Aliments pour bébé	40
5.5.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	41
5.5.2 Polybromodiphényléthers (PBDE).....	42
5.5.3 Pesticides organochlorés (POC)	43
5.5.4 Biphényles polychlorés (BPC)	44
5.5.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)	45
5.5.6 Conclusion	46
5.6 Céréales à déjeuner	46
5.6.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	46
5.6.2 Pesticides organochlorés (POC)	47
5.6.3 Conclusion	47
6. CONCLUSION	48
7. LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	49
8. RÉFÉRENCES	50

1. SOMMAIRE

Le Laboratoire d'expertises et d'analyses alimentaires (LEAA) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) compte, parmi ses mandats, celui de réaliser des analyses sur les aliments consommés au Québec. Le but du plan de surveillance 2011-2016 était de vérifier que les différentes mesures mises en place le long de la chaîne bioalimentaire, pour assurer le respect de la réglementation au niveau de la contamination chimique et microbiologique, étaient efficaces. Il consistait essentiellement en un vaste programme d'échantillonnage d'aliments disponibles sur le marché du Québec, effectué d'avril 2011 à mars 2016, et d'analyses chimiques et microbiologiques de ces aliments. Les résultats du plan de surveillance ont été rapportés dans un document publié en 2019 ⁽¹⁾, mais ce dernier ne comprenait pas les résultats des analyses de polluants organiques persistants (POP). Ce rapport complémentaire présente ces résultats.

Les analyses chimiques ont porté sur les aliments les plus consommés et qui constituent la base du panier d'épicerie québécois. Par ailleurs, les aliments pour bébé ont été ciblés en raison de la vulnérabilité de cette clientèle, bien qu'ils ne figurent pas parmi les produits les plus consommés. La recherche de POP a ainsi été effectuée dans près de 1 800 échantillons répartis dans six catégories d'aliments, soit : viandes et volailles, œufs, produits marins, lait et produits laitiers, aliments pour bébé ainsi que céréales à déjeuner.

Les familles suivantes de contaminants ont été recherchées : les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polybromodiphényléthers (PBDE), les pesticides organochlorés (POC), les biphényles polychlorés (BPC) et la famille des polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD) et polychlorodibenzo-furanes (PCDF), le sigle général étant PCDDF. Les résultats de cette dernière famille ont été traités avec ceux des BPC planaires de type dioxine (BPC-P), qui présentent une toxicité similaire.

Les résultats des analyses de POP ont été examinés en fonction de leur conformité à la réglementation canadienne et québécoise. En leur absence, les normes de la Commission européenne ont été utilisées, lorsqu'elles existaient, comme guide pour évaluer si les aliments analysés présentaient un risque à la santé.

De façon générale, les aliments analysés respectaient la réglementation canadienne ou, en l'absence de celle-ci, la réglementation européenne, et ils ne présentaient pas de risque probant pour la santé humaine. Pour le lait et les produits laitiers, il existe au Québec une norme ⁽²⁾ qui interdit la présence de tout contaminant, ce qui est impossible à atteindre pour les contaminants environnementaux comme les POP. Le pourcentage de conformité n'atteint donc pas 100 %, pour aucune des cinq familles de POP recherchées. Cependant, tous les échantillons respectaient les limites maximales de résidus (LMR) pour les POC. Les teneurs maximales de la Commission européenne étaient également respectées, à une exception près pour laquelle une évaluation de risque a conclu que l'innocuité des produits impliqués n'était pas compromise.

Les échantillons problématiques ont fait l'objet d'interventions par les services d'inspection provincial ou fédéral, selon la provenance de l'aliment. De plus, le MAPAQ a entrepris de nouveaux programmes de surveillance pour s'assurer que des aliments inadéquats ne puissent se trouver sur le marché et pour assurer le maintien des bonnes pratiques.

2. INTRODUCTION

Les aliments sont l'objet de contrôles exercés, tout au long de la chaîne bioalimentaire, par les exploitants et les services d'inspection. S'il existe plusieurs approches pour s'assurer que ces contrôles assurent l'innocuité au niveau microbiologique, la façon de vérifier qu'ils soient efficaces pour le respect de la réglementation pour les contaminants chimiques des aliments est l'analyse d'échantillons prélevés de façon aléatoire. Le Laboratoire d'expertises et d'analyses alimentaires (LEAA) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) compte, parmi ses mandats, celui de réaliser des analyses sur les aliments consommés au Québec. Il doit notamment établir et mettre en œuvre un plan de surveillance visant les produits de la chaîne bioalimentaire du Québec afin d'assurer la salubrité des aliments offerts à la consommation sur le territoire québécois ⁽³⁾. Le but du plan de surveillance 2011-2016 était de vérifier que les différentes mesures mises en place le long de la chaîne bioalimentaire, pour assurer le respect de la réglementation au niveau de la contamination chimique et microbiologique, étaient efficaces. Il consistait en un programme d'échantillonnage et d'analyse des aliments mis sur le marché au Québec, quelle qu'en soit l'origine (du Québec ou d'ailleurs), incluant des aliments pour nourrissons et jeunes enfants. La connaissance du niveau de contamination permet en outre d'évaluer le risque pour la santé des consommateurs et d'identifier des sources de contamination afin de les réduire au minimum.

Les résultats du plan de surveillance 2011-2016 ont été rapportés dans un document publié en 2019 ⁽⁴⁾. Ce dernier n'incluait cependant pas les résultats se rapportant aux polluants organiques persistants (POP). Ceux-ci sont publiés dans le présent document considérant, notamment, que l'approche pour l'interprétation des résultats relatifs à ce groupe de contaminants est fondamentalement différente de celle des autres contaminants du plan de surveillance 2011-2016.

2.1 LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS (POP)

Les POP sont un groupe de contaminants chimiques composé de molécules complexes, et qui est défini sur la base de quatre propriétés :

- la toxicité;
- la persistance dans l'environnement;
- la bioaccumulation;
- la capacité de transport sur une longue distance.

Ces polluants ont un impact à l'échelle planétaire et ils sont visés, à l'exception des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), par la convention de Stockholm ⁽⁴⁾, signée en mai 2001. Les substances que l'on y trouve se répartissent en trois catégories :

- les substances produites non intentionnellement par des activités humaines;
- les substances issues de la fabrication et de l'utilisation de produits chimiques;
- les substances issues de l'utilisation de pesticides.

Dans la présente étude, les familles suivantes ont été analysées dans différents aliments :

- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
- les polybromodiphényléthers (PBDE);
- les pesticides organochlorés (POC);
- les biphényles polychlorés (BPC), qui se divisent en deux catégories en fonction de leurs propriétés toxicologiques, soit les BPC planaires de type dioxine (BPC-P) et les autres;
- les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et polychlorodibenzo-furanes (PCDF), le sigle général étant PCDDF. Généralement, le terme « dioxines » est utilisé pour désigner cette famille. Il n'est pas rare de voir l'utilisation de ce même terme pour englober les PCDDF et les BPC-P.

2.1.1 Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les HAP représentent une famille de plus d'une centaine de molécules organiques comportant au moins deux cycles aromatiques. Ils sont divisés en deux catégories : les composés de faible poids moléculaire (≤ 4 cycles aromatiques) et les composés de haut poids moléculaire (> 4 cycles aromatiques). Quatre d'entre eux sont généralement utilisés comme indicateurs du potentiel cancérigène des HAP dans les aliments : le benzo[*a*]anthracène, le benzo[*a*]pyrène, le benzo[*b*]fluoranthène et le chrysène. On les appelle HAP indicateurs ⁽⁵⁾.

Les HAP peuvent contaminer les denrées alimentaires au cours des procédés de fumaison, de chauffage et de séchage, processus pendant lesquels les produits de combustion entrent en contact direct avec les aliments. Par exemple, certains processus de séchages industriels des céréales sont reconnus comme étant susceptibles d'introduire des HAP dans ce type de denrée ⁽⁶⁾. La pollution environnementale (p. ex. déversement d'hydrocarbures) peut aussi provoquer une contamination, particulièrement dans les poissons et les autres produits marins. Ces molécules hydrophobes sont d'ailleurs susceptibles d'être adsorbées à la surface des particules en suspension dans l'air. Leur présence dans les aliments peut également provenir de la nourriture animale contaminée par des intrants de gras ou de céréales.

En Europe, dans le cadre d'études antérieures, des teneurs élevées ont été constatées dans les fruits séchés, l'huile de grignons d'olive, l'huile de pépins de raisin, les produits à base de viande fumée, le poisson fumé, les mollusques frais ainsi que dans les épices, sauces et autres condiments ⁽⁷⁾. Les céréales, les huiles végétales, le beurre de cacao, le café, le thé et les plats faits maison, tels que les grillades et le rôtissage sur charbon de bois, sont aussi des denrées susceptibles de contenir des HAP ⁽⁸⁾.

2.1.2 Les polybromodiphényléthers (PBDE)

Les PBDE sont une catégorie de substances qui servent de produits ignifuges. Il en existe un grand nombre de congénères, soit 209, qui se distinguent par un nombre différent d'atomes de brome, variant de 1 à 10. Les sept principaux homologues de PBDE sont le tétra-, le penta-, l'hexa-, l'hepta-, l'octa-, le nona- et le décaBDE.

Il peut y avoir des rejets de PBDE dans l'environnement pendant les opérations de fabrication, de traitement et d'élimination d'articles qui en contiennent. Depuis les 20 dernières années, une augmentation de la concentration des PBDE dans le biote canadien a été observée. Les régions industrialisées sont les plus touchées, mais ces composés voyagent sur de grandes distances. Ces substances sont largement bioaccumulables, ce qui explique leur présence dans certains aliments.

Le Règlement sur certaines substances toxiques interdites (DORS/2012-285) ⁽⁹⁾ protège l'environnement canadien contre les risques liés aux PBDE en empêchant leur fabrication et en limitant leur utilisation au Canada. Divers produits (p. ex. ignifugeants sans halogènes) sont actuellement utilisés comme substituts.

À cause des propriétés lipophiles des PBDE, ce sont les aliments les plus gras, tels que les produits marins, les viandes, les œufs et les produits laitiers, qui en contiennent généralement les concentrations les plus élevées.

2.1.3 Les pesticides organochlorés (POC)

Les POC sont des hydrocarbures chlorés dont les composés les plus connus sont le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT), la dieldrine, le chlordane, le mirex, le képone et l'hexachlorobenzène. Ce sont des composés neurotoxiques ayant été largement utilisés entre les années 1940 et 1970 en agriculture (p. ex. culture du coton) et pour le contrôle des insectes. Cette classe de composés était également incluse dans l'analyse des pesticides dans les aliments dont les résultats ont été présentés dans le rapport du plan de surveillance 2011-2016 publié en 2019 ⁽¹⁾. Cependant, les résultats rapportés dans le présent document proviennent d'une méthode d'analyse chimique environ 1 000 fois plus sensible et permettent de rendre compte des niveaux d'exposition plutôt que de seulement vérifier la conformité aux normes en vigueur.

Bien que la majorité des POC ne soient plus utilisés en agriculture à l'échelle internationale, ils sont persistants et bioaccumulables. La contamination des aliments par ces composés peut provenir de la contamination environnementale ou de la nourriture animale, mais également des sols, compte tenu de leur utilisation passée en agriculture. Le contact direct avec un sol contaminé, la biodisponibilité et l'absorption par le système racinaire sont des facteurs susceptibles d'entraîner la contamination des légumes et des céréales. Persistants sur les sols ayant eu de l'épandage, les POC peuvent contaminer les eaux souterraines par lixiviation. Les contaminants moins solubles, tels que le chlordane, s'adsorbent aux sédiments. La majorité des résidus est susceptible d'être déplacée sur de longues distances par transport atmosphérique (adsorbés sur des poussières). Le DDT résiduel dans le sol peut provenir d'épandages antérieurs aux années 1990 ou de dépôts

atmosphériques. Par ailleurs, l'hexachlorobenzène est reconnu comme un produit dérivé des processus de chloration et peut également être présent comme sous-produit trace dans certains pesticides homologués encore en usage.

L'aldrine et son métabolite, la dieldrine, ne sont plus utilisés au Canada depuis 1990 ⁽¹⁰⁾. L'utilisation du chlordane fut discontinuée en 1998. L'hexachlorobenzène n'est plus utilisé à des fins commerciales depuis 1972 au Canada ⁽¹¹⁾. Il peut toutefois se retrouver comme impureté dans d'autres pesticides encore utilisés. Le DDT a été banni au Canada et dans plusieurs autres pays dans les années 70-80 ⁽¹²⁾. Ce dernier demeure toutefois encore utilisé dans certains pays en développement pour le contrôle de maladies liées aux insectes telles que la malaria. L'endosulfan, pour sa part, est interdit d'utilisation au Canada depuis 2016 ⁽¹³⁾.

2.1.4 Les biphényles polychlorés (BPC)

Les BPC forment un groupe de 209 congénères dont certains sont classés en catégories particulières : les BPC indicateurs et les BPC planaires. Les BPC indicateurs, moins toxiques, regroupent six congénères (BPC-28, 52, 101, 138, 153 et 180), qui représentent généralement la moitié de la quantité totale de BPC lorsqu'une contamination est observée. Leur somme est considérée comme un marqueur adéquat de la présence de BPC ⁽¹⁴⁾. En contrepartie, 12 congénères présentent des propriétés toxicologiques similaires aux dioxines et sont, par conséquent, appelés BPC planaires de type dioxine (BPC-P). Afin de tenir compte de la toxicité plus élevée de certains composés, parmi lesquels on retrouve les BPC-P, il peut être nécessaire d'exprimer les résultats en équivalents toxiques. Ce concept est expliqué à la section sur les PCDDF.

Les BPC sont d'origine industrielle et ils ont connu une expansion entre les années 1930 à 1980. Principalement utilisés comme isolants ininflammables dans les transformateurs électriques et les condensateurs, ils ont également été utilisés dans certains matériaux de construction, les lubrifiants, les agents imperméabilisants et les peintures. L'importation, la fabrication et la vente des BPC sont illégales au Canada depuis 1977, et leurs rejets et stockages sont également réglementés ⁽¹⁵⁾. Les BPC sont extrêmement persistants et se retrouvent dans l'environnement et les aliments. C'est par les phénomènes de bioaccumulation et de bioconcentration qu'ils se retrouvent dans les produits d'origine animale, particulièrement les plus gras. Dans la littérature scientifique, les aliments généralement les plus contaminés sont les poissons, les œufs, les produits laitiers et les produits carnés.

2.1.5 Les dioxines et furanes (PCDDF)

Les polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzo-furanes (PCDF) regroupent 210 congénères constitués de 75 PCDD et de 135 PCDF, désignés collectivement par le sigle PCDDF. Or, 17 des 210 congénères sont très toxiques; ils correspondent aux composés dont les atomes de chlore sont en position latérale (positions 2, 3, 7 et 8).

Ces composés se forment lors de processus industriels ou naturels et ne sont généralement pas produits de façon intentionnelle. L'incinération à grande échelle de déchets (municipaux, médicaux et de matières dangereuses), l'industrie des pâtes et papiers ainsi que la production et le raffinage de certains métaux constituent les sources les plus importantes de PCDDF dans l'environnement. Les feux de forêt et les éruptions volcaniques constituent des sources naturelles de production et de dispersion des dioxines. La contamination de l'environnement est liée à l'adsorption des dioxines sur des particules en suspension dans l'air, le sol et l'eau. En plus des dépôts atmosphériques, les sols peuvent également être contaminés par l'épandage de boues d'épuration ou de composts ⁽¹⁶⁾. Comme pour les autres POP, l'exposition par voie alimentaire aux dioxines et furanes se fait principalement par l'ingestion de graisses animales (p. ex. lait, produits laitiers, viandes et poissons) dans lesquels elles se seraient bioaccumulées. L'excrétion de dioxines dans les sous-produits animaux, tels que les œufs et le lait, est un processus naturel documenté qui contribue à diminuer la charge corporelle de l'animal contaminé ⁽¹⁷⁾. Dans le cas des viandes hachées, l'ajout de parures contaminées peut contribuer à l'apport en PCDDF. Ces contaminants peuvent aussi se retrouver dans l'alimentation animale, étant donné la nature et la qualité des intrants utilisés. Depuis 1997, des crises bioalimentaires ont été recensées en Europe et portaient, notamment, sur la contamination aux dioxines de pulpe d'agrumes et d'argile kaolonitique, deux ingrédients utilisés dans l'élaboration de nourriture animale ⁽¹⁸⁾.

Par ailleurs, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) recommande de ne pas utiliser de bois ayant subi un traitement chimique à proximité des animaux et des aliments du bétail ⁽¹⁹⁾. Ce type de matériau peut contenir des substances chimiques résiduelles, de type dioxine, qui sont susceptibles de migrer, par exemple, dans le gras de la nourriture animale qui serait en contact direct avec une mangeoire en bois traité.

Afin de tenir compte de la toxicité plus élevée de certains composés, il peut être nécessaire d'exprimer les résultats en équivalents toxiques (TEQ, pour «toxic equivalent quantity»), par rapport à la dioxine 2, 3, 7, 8-TCDD, pour les différents congénères de PCDDF et de BPC-P. Pour ce faire, la concentration de chaque composé concerné est multipliée par un facteur d'équivalence toxique (TEF, pour «toxic equivalency factor») qui lui est propre. Les TEQ de chaque composé ainsi obtenu sont additionnés afin de rapporter un résultat comme étant la somme en TEQ pour qualifier la toxicité d'un aliment analysé. Les TEF de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de 2005 ⁽²⁰⁾ sont utilisés (tableau 2.1.5_1).

Tableau 2.1.5_1 : Facteurs d'équivalence toxique des PCDDF et BPC-P

Composé	TEF _{WHO05}	Composé	TEF _{WHO05}
Dioxines		BPC <i>non-ortho</i>	
2, 3, 7, 8 - TCDD	1	BPC-77	0,0001
1, 2, 3, 7, 8 - PeCDD	1	BPC-81	0,0003
1, 2, 3, 4, 7, 8 - HxCDD	0,1	BPC-126	0,1
1, 2, 3, 6, 7, 8 - HxCDD	0,1	BPC-169	0,03
1, 2, 3, 7, 8, 9 - HxCDD	0,1	BPC <i>mono-ortho</i>	
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 - HpCDD	0,01	BPC-105	0,00003
OCDD	0,0003	BPC-114	0,00003
Furanes		BPC-118	0,00003
2, 3, 7, 8 - TCDF	0,1	BPC-123	0,00003
1, 2, 3, 7, 8 - PeCDF	0,03	BPC-156	0,00003
2, 3, 4, 7, 8 - PeCDF	0,3	BPC-157	0,00003
1, 2, 3, 4, 7, 8 - HxCDF	0,1	BPC-167	0,00003
1, 2, 3, 6, 7, 8 - HxCDF	0,1	BPC-189	0,00003
1, 2, 3, 7, 8, 9 - HxCDF	0,1		
2, 3, 4, 6, 7, 8 - HxCDF	0,1		
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 - HpCDF	0,01		
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 - HpCDF	0,01		
OCDF	0,0003		

2.2 RÉGLEMENTATION

2.2.1 Canadienne

La Loi canadienne sur les aliments et drogues (L.R.C. (1985), ch. F-27) énonce des normes qui s'appliquent aux aliments produits au Canada et aux aliments importés ⁽²¹⁾. Elle stipule qu'il est interdit de vendre un aliment qui contient une substance toxique ou délétère, ou qui en est recouvert. Il est également interdit de vendre un aliment falsifié. On retrouve, au titre 15 du Règlement sur les aliments et drogues (C.R.C., ch. 870), un ensemble de normes applicables aux aliments falsifiés ⁽²²⁾. Il y est fait référence à la Liste de contaminants et d'autres substances adultérantes dans les aliments ⁽²³⁾, qui elle présente les concentrations maximales réglementaires à l'égard de certains contaminants. Des concentrations maximales additionnelles pour d'autres contaminants se retrouvent dans la Liste des concentrations maximales à l'égard de divers contaminants chimiques dans les aliments ⁽²⁴⁾. Par ailleurs, un article (B.01.046) de la Loi sur les aliments et drogues, abrogé en mai 2016, stipulait qu'un aliment était falsifié s'il contenait, ou si on y avait ajouté des dibenzo-*p*-dioxines chlorées. Cependant, même si ce dernier article était en vigueur à l'époque du prélèvement des échantillons analysés dans le cadre de ce plan de surveillance, il était difficile à mettre en application, à cause de l'omniprésence de ces composés dans l'environnement et parce que les méthodes de détection sont de plus en plus sensibles. Cet article, établi il y a plusieurs années, était déjà considéré comme désuet par Santé Canada avant son abrogation ⁽²⁵⁾.

Il existe très peu de normes à l'égard des POP dans les aliments au Canada, à l'exception des POC.

HAP et PBDE

Il n'existe pas de normes canadiennes pour la teneur en HAP ou en PBDE dans les aliments analysés dans le cadre de ce plan de surveillance.

POC

Pour les résidus de pesticides, un aliment n'est pas considéré contenir de substance toxique ou délétère (ou en être recouvert), ni être falsifié, si la limite maximale de résidus (LMR) de la base de données de Santé Canada ⁽²⁶⁾ n'est pas dépassée. Ces LMR sont établies aux termes de la Loi sur les produits antiparasitaires (L.C. 2002, ch. 28) ⁽²⁷⁾. Si des produits antiparasitaires, ou leurs composants ou dérivés n'ont pas de LMR, en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires, leur concentration dans les aliments ne doit pas dépasser, seule ou en combinaison, 100 µg/kg, selon l'article B.15.002 du Règlement sur les aliments et drogues ⁽²²⁾. C'est ce qu'on appelle plus loin dans ce rapport la LMR canadienne par défaut.

BPC

Au moment du prélèvement des échantillons, les lignes directrices de l'ACIA, sur les contaminants chimiques du poisson et des produits du poisson au Canada ⁽²⁸⁾, indiquaient que le niveau d'intervention dans les poissons était de 2 000 µg/kg pour les BPC totaux (somme de tous les congénères).

PCDDF

Les lignes directrices de l'ACIA sur les contaminants chimiques du poisson et des produits du poisson au Canada ⁽²⁸⁾ indiquaient, au moment du prélèvement des échantillons, que le niveau d'intervention dans les poissons était de 20 ng/kg pour la polychlorodibenzo-*p*-dioxine 2, 3, 7, 8-TCDD. Cette norme était alors en révision.

2.2.2 Québécoise

La Loi sur les produits alimentaires (chapitre P-29) stipule qu'il est interdit de vendre des aliments impropres à la consommation humaine ou dont l'innocuité n'est pas assurée ⁽²⁹⁾.

Par ailleurs, le Règlement sur les aliments (chapitre P-29, r 1) ⁽²⁾ stipule que les produits laitiers destinés à la consommation humaine ne doivent contenir aucune toxine d'origine microbienne, substance inhibitrice ou autre contaminant.

3. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Les effets nocifs associés aux dangers chimiques se manifestent généralement à la suite de la consommation régulière et continue d'un aliment contaminé. Les analyses chimiques effectuées pour la recherche de POP ont donc porté sur les aliments les plus consommés susceptibles d'en contenir.

Les aliments les plus consommés ont été déterminés à l'aide des données publiées sur la consommation par Statistique Canada ⁽³⁰⁾. Par ailleurs, bien que les aliments pour bébé ne figurent pas parmi les produits les plus consommés, ils ont été ciblés à cause de la vulnérabilité de cette clientèle. Certaines productions animales moins consommées (ovins, gibiers d'élevage...) ont aussi été ciblées afin d'assurer une bonne représentativité de la gamme de produits offerts aux consommateurs québécois et d'établir le profil de contamination de ces types de denrées. La liste des aliments analysés, avec les années où ils ont été prélevés, est donnée au tableau 3_1. La liste complète des contaminants recherchés dans les différents aliments pour les cinq familles de POP est donnée en annexe 2.

De manière générale, pour l'ensemble du plan de surveillance 2011-2016, le nombre d'échantillons à analyser a été choisi de façon à s'assurer de détecter au moins un échantillon non conforme à la réglementation si leur nombre est supérieur à un pourcentage donné dans la population ciblée. Ce pourcentage est de 1 % pour les aliments les plus consommés, c'est-à-dire à un niveau de 5 kg ou 5 litres par personne et par année, et de 5 % pour les autres aliments. Le nombre d'échantillons a été déterminé à l'aide de la table statistique du Codex Alimentarius ⁽³¹⁾ pour un niveau de confiance de 95 %. Il est de 299 pour les aliments les plus consommés et de 59 échantillons pour les autres. Cependant, pour les POP, à cause de la complexité et de la longueur des analyses, cette approche n'a pu être appliquée intégralement et, dans certains cas, des sous-échantillonnages représentatifs ont été analysés pour la recherche de contaminants. Cette façon de faire différente se justifie par le fait qu'il n'y a que très peu de réglementation concernant la présence de POP dans les aliments au Canada.

Pour chacune des cinq années du plan de surveillance, les produits à analyser ont été choisis en privilégiant ceux qui étaient les plus vendus sur le marché (voir tableau 3_1). Ils ont été prélevés entre le 1^{er} avril 2011 et le 31 mars 2016, et les poids, volumes ou nombre d'unités ont été déterminés à l'aide des recommandations du Codex Alimentarius ⁽³¹⁾. Ces produits proviennent de magasins d'alimentation de vente au détail québécois.

Tableau 3_1 Aliments sélectionnés pour la recherche de polluants organiques persistants et années d'échantillonnage

Aliment	Produit	Années d'échantillonnage
Aliments en pot pour bébé	Viandes diverses (purées, sans légumes ou féculents ajoutés)	2011-2012
Bœuf	Bœuf haché	2012-2013
Céréales pour bébé	Céréales pour bébé (sans lait, fruits ou légumes ajoutés)	2015-2016
Céréales à déjeuner	Céréales à déjeuner	2015-2016
Dindon	Poitrine de dinde	2015-2016
Gros gibiers d'élevage	Cerf rouge, wapiti, sanglier, bison (pièces diverses)	2015-2016
Lait	Lait 2 %	2014-2015
Lait ou préparations de lait pour nourrissons	Lait maternisé en poudre, concentré ou prêt à boire	2013-2014
Œufs	Œuf en coquille	2015-2016
Oie, canard et gibier à plumes	Oie, canard, pintade, perdrix, caille, faisán (pièces diverses)	2015-2016
Ovins	Agneau haché	2015-2016
Poissons et fruits de mer	Crevette, sole et saumon	2014-2015
Porc	Muscle de porc	2013-2014
Poulet	Poitrine de poulet	2011-2012
Produits laitiers	Fromage mozzarella et cheddar, yogourt nature, crème glacée à la vanille	2014-2015
Légumes en pot pour bébé	Carotte, courge musquée, courgette, haricot, maïs, patate douce (purée, sans viande ou féculents ajoutés)	2014-2015

4. ANALYSES

Pendant les cinq années du plan de surveillance, près de 1 800 échantillons ont été analysés pour la recherche de POP. La plupart des analyses chimiques ont été faites au LEAA du MAPAQ. Un certain nombre, essentiellement les poitrines de poulet échantillonnées la première année du plan de surveillance, ont été effectuées par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, aujourd'hui ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

4.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Lorsque le volume le permettait, la totalité de l'échantillon a été utilisée pour l'homogénéisation, alors que pour les échantillons plus volumineux, une quantité représentative a été prélevée. Lorsqu'ils étaient composés de plusieurs unités, une quantité représentative a été prélevée sur chacune des unités. La seule exception à cette règle a été celle des aliments en pots pour bébé qui, par leur nature, sont déjà homogènes à l'intérieur d'un même lot de fabrication. Pour ceux-ci, chaque unité de l'échantillon a été considérée comme une aliquote.

Pour leur part, les échantillons de viande ont été parés et partiellement congelés afin d'en faciliter l'homogénéisation, à l'exception de la viande hachée (bœuf et agneau) qui a été mélangée selon la technique des quartiers. Celle-ci consiste à former une galette qui est ensuite divisée en quatre. Deux quartiers opposés sont alors retirés et une nouvelle galette est formée avec les deux quartiers restants. Ces deux opérations sont répétées jusqu'à ce que l'homogénéat soit d'un volume approprié.

Dans le cas des préparations de lait pour bébé, une reconstitution de l'échantillon a été faite, selon le protocole du manufacturier, pour l'analyser telle que consommée.

4.2 MÉTHODES D'ANALYSE

Voici une courte description des méthodes d'analyse chimique utilisées. La liste complète des contaminants analysés par chaque méthode est donnée en annexe 2.

LEAA-M-IND-006

Cette méthode a été utilisée pour les PCDDF et les BPC planaires dans le poulet, le bœuf, les aliments pour bébé à base de viande et le lait maternisé. Après une extraction des analytes à l'aide d'un mélange dichlorométhane-hexane, un traitement à l'acide sulfurique est appliqué pour hydrolyser les lipides. Deux étapes de purification successives, par chromatographie d'adsorption sur colonne multicouches puis sur colonnettes d'alumine, sont ensuite effectuées. Les extraits sont finalement concentrés avant d'être analysés par GC-MS/MS.

Cette méthode a été utilisée au cours des premières années du plan de surveillance. Ensuite, la méthode LEAA-M-IND-021 a été la seule utilisée pour tous les POP.

LEAA-M-IND-021

Cette méthode multirésiduelle a d'abord été utilisée pour les HAP, les BPC et les PBDE. Les développements méthodologiques se sont poursuivis au cours du plan de surveillance de manière à y intégrer les POC puis, plus tard, les composés originellement analysés par la méthode LEAA-M-IND-006.

Après une extraction des analytes à l'aide d'acétate d'éthyle, une purification par « salting-out » est effectuée. L'extrait est d'abord purifié par GPC, puis sur une colonnette de silice et ensuite concentré avant d'être analysé par GCMS/MS pour les BPC, les HAP, les PBDE et les POC.

Afin d'obtenir une sensibilité accrue pour l'analyse de certains congénères de BPC planaires (en particulier les congénères BPC-77, 81, 126 et 169) et pour déterminer le profil complet des congénères de PCDDF, l'extrait est purifié davantage sur une colonnette d'alumine précédant leur analyse GC-MS/MS.

LEAA-M-BIO-GRASS

Cette méthode a été utilisée pour mesurer le pourcentage de matière grasse de certains échantillons de viande. Après avoir séché l'échantillon dans un four à vide pour l'équivalent d'une nuit, le gras de l'aliment est quantitativement récupéré par un extracteur de type Soxhlet. De l'éther de pétrole percole dans l'échantillon pour en extraire le gras. La masse de gras est obtenue par pesée, après évaporation du solvant.

5. RÉSULTATS

Les résultats sont présentés en fonction de leur conformité à la réglementation canadienne et québécoise. S'il n'y a pas, ou s'il y a peu, de réglementation qui s'applique pour un groupe de contaminants dans une classe d'aliment donnée, une synthèse des échantillons positifs (contaminants en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification) est présentée. En l'absence de réglementation canadienne ou québécoise, les normes de la Commission européenne ont été utilisées, lorsqu'elles existaient, comme guide pour le risque présenté par les aliments analysés ⁽³²⁾. Dans tous les cas, la liste complète des échantillons positifs est donnée à l'annexe 1 et la liste des contaminants recherchés, avec leur limite de détection respective, à l'annexe 2.

Pour la comparaison avec les normes de la Commission européenne, les résultats d'analyse chimique de PCDDF et de BPC-P devaient être transformés de ng/kg en ng TEQ/kg à l'aide des TEF, comme décrit à la section 2.1.5. Ce sont les concentrations inférieures (lowerbound concentrations) qui ont été comparées à ces normes parce que les limites de détection élevées de la méthode d'analyse utilisée, lors des premières années du plan de surveillance, entraînaient une surestimation des concentrations supérieures (upperbound concentrations). Cette méthode a été améliorée et, à partir de la troisième année du plan de surveillance (2013-2014), la vérification a pu être faite avec les concentrations supérieures également. Les concentrations inférieures ont été calculées en incluant les valeurs mesurées pour tous les congénères supérieurs à la limite de détection et en attribuant zéro aux congénères inférieurs à cette limite. Pour les concentrations supérieures, les congénères dont la valeur était inférieure à la limite de détection se voyaient attribuer la valeur de celle-ci.

5.1 VIANDES ET VOLAILLES

Les cinq familles de POP ont été analysées dans chacune des sept catégories de viandes et volailles, à l'exception des POC qui n'ont pas été faits dans le bœuf ni dans le poulet, et seulement sur une partie des échantillons de porc prélevés. Ces 3 catégories d'aliment ont été prélevées et analysées au début du plan quinquennal, alors que les résidus de pesticides organochlorés n'étaient pas encore inclus dans la méthode d'analyse LEAA-M-IND-021. Les résultats de BPC-P de type dioxine seront discutés dans la section des PCDDF.

C'est de l'agneau haché qui a été analysé, à l'exception d'un seul échantillon qui était en cube. Par ailleurs, le bœuf échantillonné était haché et de type extra-maigre (≤ 10 % de gras), maigre (≤ 17 %), et mi-maigre (≤ 23 %). Le programme visait la poitrine de dinde, mais quelques échantillons de dinde hachée ont aussi été reçus et analysés. Le gros gibier incluait le cerf, le wapiti, le sanglier et le bison. Les gibiers à plumes comprenaient la pintade, la caille, le faisan et la perdrix, en plus du canard et de l'oie. Finalement, ce sont la poitrine de poulet et différentes coupes de longe de porc qui ont été étudiées.

5.1.1 **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

Comme il n'existe pas de réglementation au Canada pour les HAP dans les différentes viandes et volailles analysées, le tableau 5.1.1_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les sept catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.1.1_1 Échantillons positifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les viandes et volailles

Agneau - HAP : 55 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	35	63,6	0,06	9	1	S. O.
Somme des HAP indicateurs	1	1,8	0,15	0,15	0,15	S. O.

Bœuf - HAP : 295 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	21	7,1	0,07	2	0,8	S. O.
Somme des HAP indicateurs	5	1,7	0,08	0,20	0,1	S. O.

Dinde - HAP : 54 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	4	7,4	0,04	0,7	0,4	S. O.
Somme des HAP indicateurs	1	1,9	0,037	0,037	0,037	S. O.

Gros gibier d'élevage (cerf, wapiti, sanglier, bison) - HAP : 58 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	9	15,5	0,04	1,1	0,4	S. O.
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

Oie, canard et gibier à plumes - HAP : 30 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	13	43,3	0,008	3	0,06	S. O.
Somme des HAP indicateurs	2	6,7	0,05	0,08	0,06	S. O.

Poulet - HAP : 59 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	7	11,9	0,05	0,4	0,2	S. O.
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

Porc - HAP : 300 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	44	14,7	0,02	3	0,5	S. O.
Somme des HAP indicateurs	5	1,7	0,021	0,6	0,2	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

À l'exception de l'agneau, pour lequel 63,6 % des échantillons contenaient au moins un HAP en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification, ainsi que de la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes » à 43,3 %, le pourcentage de positifs était de moins de 20 % pour les cinq autres catégories. Pour les HAP indicateurs, la proportion était beaucoup moins importante que pour la somme des HAP, la plus élevée étant de 6,7 % pour la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes ». Toutes les autres viandes et volailles avaient moins de 2 % de positifs, dont deux pour lesquelles aucun HAP indicateur n'a été rapporté.

Pour l'agneau, le naphthalène et le phénanthrène étaient les HAP les plus récurrents, suivis de l'acénaphthylène. En termes de concentration, le naphthalène demeurait le principal contributeur à la présence d'HAP dans les échantillons analysés. Parmi tous les produits d'agneaux analysés, un seul contenait les 4 HAP indicateurs.

Pour le bœuf, le naphthalène était le composé le plus récurrent, suivi du pyrène et du chrysène, seul HAP indicateur rapporté comme étant positif. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le naphthalène.

Pour la dinde, ce sont des HAP de faible poids moléculaire qui ont été détectés (naphthalène, acénaphthylène, phénanthrène, pyrène et chrysène; ce dernier étant le seul HAP indicateur rapporté). Le naphthalène était le plus récurrent et avait les concentrations les plus élevées.

Pour le gros gibier d'élevage, le phénanthrène était l'HAP le plus récurrent, suivi du naphthalène et de l'acénaphthylène. Le naphthalène présentait les concentrations d'HAP les plus élevées et aucun échantillon n'était positif pour les HAP indicateurs.

Pour la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes », le pyrène était dominant en termes de récurrence, suivi du phénanthrène et de l'acénaphthylène. Le naphthalène et le phénanthrène étaient les composés pour lesquels les concentrations les plus élevées ont été observées. Ici aussi, le seul HAP indicateur rapporté était le chrysène.

Dans le cas du poulet, le phénanthrène était le composé le plus souvent présent et qui avait la concentration la plus élevée. Le fluoranthène était le seul autre HAP rapporté. Aucun échantillon de poulet n'était positif pour les HAP indicateurs.

Finalement, pour le porc, le benzo[e]pyrène était l'HAP le plus récurrent, suivi du pyrène. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le naphthalène et le pyrène. Les 4 HAP indicateurs ont été rapportés, mais le chrysène était davantage récurrent.

Dans toutes les catégories de viandes et volailles, ce sont principalement des HAP de faibles poids moléculaires qui ont été mesurés. Ceux-ci, bien que plus abondants que les HAP indicateurs, sont nettement moins toxiques.

En l'absence de réglementation canadienne, nous avons comparé les résultats de nos analyses aux normes de la Commission européenne. Il n'en existe pas spécifiquement pour les HAP dans les viandes et volailles non fumées, mais nous avons utilisé la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne pour les HAP indicateurs tous aliments confondus, soit celle de 1 µg/kg dans les différents aliments pour bébé ⁽³²⁾. Comme l'indique le tableau 5.1.1_1, tous les résultats pour les HAP indicateurs dans les sept catégories de viandes et volailles analysées respectent cette norme.

La liste complète des échantillons pour lesquels des HAP ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les viandes et volailles est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des HAP recherchés dans les sept catégories ainsi que leur limite de détection respective.

5.1.2 Polybromodiphényléthers (PBDE)

Comme il n'existe pas non plus de norme canadienne sur les teneurs maximales de PBDE dans les viandes et volailles, le tableau 5.1.2_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les sept catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.1.2_1 Échantillons positifs pour les polybromodiphényléthers dans les viandes et volailles**Agneau – PBDE : 55 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)**

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	11	20,0	0,009	0,4	0,08	S. O.

Bœuf – PBDE : 295 échantillons analysés (10 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	2	0,7	0,4	0,4	0,4	S. O.

Dinde – PBDE : 54 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	3	5,6	0,007	0,02	0,02	S. O.

Gros gibier d'élevage (cerf, wapiti, sanglier, bison) – PBDE : 58 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	6	10,3	0,014	0,2	0,09	S. O.

Oie, canard et gibier à plumes – PBDE : 30 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	7	23,3	0,010	0,08	0,02	S. O.

Poulet – PBDE : 59 échantillons analysés (10 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	1	1,7	0,15	0,15	0,15	S. O.

Porc – PBDE : 300 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	15	5,0	0,010	0,13	0,05	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Des PBDE ont été rapportés dans toutes les catégories de viandes et volailles analysées, mais en proportion relativement faible de l'échantillonnage. La catégorie d'aliment dans laquelle on retrouvait le pourcentage le plus important d'échantillons contenant au moins un PBDE en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification était « Oie, canard et gibier à plumes », avec 23,3 % de positifs.

Pour l'agneau, les congénères PBDE-47 et 100 étaient les plus récurrents, le PBDE-100 présentant les concentrations maximales.

Pour le bœuf, les congénères PBDE-153 et 154 ont été les deux seuls observés, le premier présentant les concentrations les plus élevées.

Pour la dinde, ce sont les PBDE-47 et 99 qui ont été rapportés, en concentrations semblables.

Pour le gros gibier d'élevage, le congénère PBDE-47 était le plus récurrent, suivi des PBDE-99, 100 et 153. Les PBDE-47 et 99 présentaient les concentrations les plus élevées.

Pour la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes », les principaux congénères rapportés étaient les PBDE-99 et 47. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour ces mêmes congénères.

Pour le poulet, le PBDE-85 était le seul congénère rapporté.

Finalement, pour le porc, les congénères PBDE-99 et 47 étaient les plus récurrents, suivi des PBDE-183, 153 et 100. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour les congénères PBDE-99, 47 et 183.

En l'absence de teneur maximale au Canada et dans l'Union européenne, nous avons vérifié que la concentration de PBDE la plus importante observée, soit 0,4 µg/kg dans l'agneau et le bœuf, ne posait pas de risque probant pour la santé. Pour ce faire, la quantité qu'il faudrait manger pour atteindre la dose minimale avec effet observé (DMEO) a été calculée. Ainsi, un individu de 60 kg aurait besoin de manger plusieurs dizaines de milliers de kilogrammes en une journée pour atteindre la DMEO la plus basse pour les PBDE, soit celle du pentaBDE ⁽³³⁾. Les concentrations de PBDE mesurées dans les viandes et volailles analysées ne présentent donc pas de risque probant pour la santé humaine et l'exposition demeure généralement faible selon les analyses effectuées.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PBDE ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les viandes et volailles, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PBDE recherchés dans les sept catégories ainsi que leur limite de détection respective.

5.1.3 Pesticides organochlorés (POC)

La LMR canadienne par défaut de 0,1 mg/kg, en l'absence d'une LMR spécifique à un aliment, s'applique à la plupart des POC recherchés dans le cadre de l'analyse des viandes et volailles de cette étude. Les exceptions, dont les normes applicables sont indiquées entre parenthèses, sont l'aldrine et la dieldrine (0,2 mg/kg), le DDT (1 mg/kg) et l'heptachlore (0,2 mg/kg), et ce, dans l'agneau, le porc et la volaille.

Le tableau 5.1.3_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les POC dans les cinq catégories de viandes et volailles analysées, soit l'agneau, la dinde, le gros gibier d'élevage, le porc et la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes ».

Tableau 5.1.3_1 Conformité à la réglementation pour les pesticides organochlorés dans les viandes et volailles

Agneau - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
55	55	100

Dinde - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
54	54	100

Gros gibier d'élevage (cerf, wapiti, sanglier, bison) - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
58	58	100

Oie, canard et gibier à plumes - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
30	30	100

Porc - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
188	188	100

Nous n'avons constaté de non-conformité pour aucun des 27 POC recherchés dans les produits analysés. Ces résultats sont en cohérence avec les résultats rapportés pour l'analyse des résidus de pesticides dans le premier volet de ce bilan ⁽¹⁾, dans lequel certains POC étaient analysés à l'aide d'une méthode environ 1 000 fois moins sensible.

Toutes les catégories de viandes et volailles analysées contenaient des POC, à l'exception de la dinde pour laquelle aucun résultat positif n'a été rapporté.

La presque totalité des échantillons d'agneau (98,2 %) contenait au moins un POC en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Les plus récurrents étant l'hexachlorobenzène, des composantes de la somme des DDT (p,p'-DDE et p,p'-DDT), des composantes de la somme chlordane (oxychlordane et transnonachlor) et le pentachlorobenzène. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le p,p'-DDE.

La catégorie « Oie, canard et gibier à plumes » présentait 43,3 % de positifs : les principaux composés détectés étaient le pentachlorobenzène, le p,p'-DDT et le p,p'-DDE. Ces deux derniers présentaient les concentrations les plus élevées.

Le pourcentage de positifs pour le gros gibier d'élevage était de 41,4 % et les principaux composés détectés étaient, en ordre décroissant de récurrence, l'hexachlorobenzène, le p,p'-DDE, l'oxychlordane, la dieldrine et le p,p'-DDT. Les concentrations les plus importantes ont été observées pour le p,p'-DDE.

Finalement, pour le porc, 35,6 % des échantillons étaient positifs. Les principaux composés détectés étaient, en ordre décroissant de récurrence, le p,p'-DDT, le p,p'-DDE, l'hexachlorobenzène et le gamma-BHC. Les concentrations les plus importantes ont été observées pour les deux composantes de la somme des DDT les plus récurrentes.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des résidus de pesticides organochlorés ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification, mais toujours en deçà des LMR, dans les viandes et volailles, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des POC recherchés dans les cinq catégories ainsi que leur limite de détection respective.

5.1.4 Biphényles polychlorés (BPC)

Il n'existe pas de réglementation au Canada pour les BPC dans les viandes et volailles analysées. Le tableau 5.1.4_1 présente une synthèse des échantillons positifs en BPC et en BPC indicateurs dans les sept catégories d'aliments étudiées.

Tableau 5.1.4_1 Échantillons positifs pour les biphényles polychlorés dans les viandes et volailles. Les résultats spécifiques aux biphényles polychlorés planaires de type dioxine sont rapportés avec ceux des dioxines et furanes (PCDDF)

Agneau – 55 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	33	60,0	0,02	1	0,2	S. O.
Somme des BPC indicateurs	33	60,0	0,014	0,4	0,1	S. O.

Bœuf – 295 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	2	0,7	1	2	2	S. O.
Somme des BPC indicateurs	2	0,7	0,7	0,9	0,8	S. O.

Dinde – 54 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	1	1,9	0,1	0,1	0,1	S. O.
Somme des BPC indicateurs	1	1,9	0,05	0,05	0,05	S. O.

Gros gibier d'élevage (cerf, wapiti, sanglier, bison) – 58 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	11	19,0	0,01	0,3	0,1	S. O.
Somme des BPC indicateurs	11	19,0	0,01	0,13	0,06	S. O.

Oie, canard et gibier à plumes – 30 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	9	30,0	0,1	1	0,4	S. O.
Somme des BPC indicateurs	9	30,0	0,03	0,5	0,2	S. O.

Poulet – 59 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	1	1,7	0,08	0,08	0,08	S. O.
Somme des BPC indicateurs	1	1,7	0,08	0,08	0,08	S. O.

Porc – HAP : 300 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	46	15,3	0,01	0,98	0,2	S. O.
Somme des BPC indicateurs	46	15,3	0,011	0,35	0,07	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

La norme européenne pour les BPC indicateurs dans les bovins, ovins, volailles et porcs est de 40 µg/kg de graisses, applicable aux aliments contenant au moins 2 % de gras⁽³²⁾. Comme toutes les viandes et volailles analysées dans le cadre de cette étude contenaient un pourcentage plus élevé de gras, ce pourcentage de 2 % a été utilisé pour représenter le pire cas lors des calculs pour transformer le résultat rapporté en µg/kg de produit frais en µg/kg de graisses. Cela a permis de vérifier que toutes les viandes et volailles analysées respectaient la norme européenne citée plus haut.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des BPC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les viandes et volailles, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des BPC recherchés dans les sept catégories ainsi que leur limite de détection respective. Voici tout de même, les principales constatations:

À l'exception de l'agneau, pour lequel 60,0 % des échantillons contenaient au moins un BPC en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification, ainsi que la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes » à 30,0 %, le pourcentage de positif est de moins de 20 % pour les 5 autres catégories analysées. Le portrait est exactement le même pour les BPC indicateurs, puisque tous les échantillons positifs en BPC contenaient également des BPC indicateurs.

Pour l'agneau, plus de 35 congénères de BPC différents ont été relevés dans les échantillons positifs. Le BPC-95 était le plus récurrent, suivi de près des BPC-153 et 52. Ce sont les congénères BPC-101, 95 et 52 qui présentaient les concentrations les plus élevées. Les BPC indicateurs présents, en ordre décroissant de récurrence, étaient les BPC-153, 52, 138, 101, 28 et 180.

Pour le bœuf, six congénères de BPC différents ont été relevés dans les échantillons positifs, soit les BPC-153, 138, 167, 156, 118 et 105. Le BPC-118 présentait les concentrations les plus élevées. Ainsi, parmi les BPC indicateurs, seuls les BPC-153 et 138 sont observés.

Pour la dinde, le seul échantillon positif contenait trois BPC indicateurs (BPC-28, 52 et 101) et trois autres congénères (BPC-70, 95 et 99). Les congénères avec les concentrations les plus importantes étaient les BPC-101 et 99.

Pour le gros gibier d'élevage, près de 25 congénères de BPC différents ont été relevés dans les échantillons positifs. Le BPC-153 était le plus récurrent, suivi de près des BPC-138 et 118. Ce sont aussi ces congénères, ainsi que le BPC-101, qui présentaient les concentrations les plus élevées. Les BPC indicateurs présents étaient, en ordre décroissant de récurrence, les BPC-138, 52, 101, 156, 180 et 28.

Pour la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes », les congénères de BPC les plus fréquemment présents étaient, en ordre décroissant de récurrence, les congénères BPC-95, 70, 52, 138, 28 et 110. Les concentrations les plus élevées se retrouvaient dans les congénères BPC-95, 118, 101, 66 et 138. Les congénères BPC-52, 138 et 28 étaient les BPC indicateurs les plus récurrents.

Pour le poulet, le seul échantillon positif ne contenait qu'un congénère, le BPC indicateur 52.

Pour le porc, 43 congénères de BPC différents ont été relevés dans les échantillons positifs. Les congénères les plus récurrents, en ordre décroissant, étaient les BPC-149, 138, 110, 153, 95, 118, 101, et 99. Les concentrations maximales ont été observées pour les BPC-138 et 153. Tous les échantillons positifs en BPC contenaient également des BPC indicateurs, en ordre décroissant de récurrence, les BPC-138, 153, 101, 52 et 180.

Globalement, pour l'ensemble des types de viandes analysées, ce sont principalement les congénères BPC-95, 138, 153 et 118 dont la présence a été rapportée.

5.1.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)

En l'absence de normes canadiennes, le tableau 5.1.5_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les sept catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.1.5_1 Échantillons positifs pour les dioxines, furanes et biphényles polychlorés planaires de type dioxine dans les viandes et volailles

Agneau – 30 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

Bœuf – 66 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

Dinde – 30 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

Gros gibier d'élevage (cerf, wapiti, sanglier, bison) – 30 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

Oie, canard et gibier à plumes – 19 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

Poulet – 50 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

Porc – 55 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	10	33,3	0,12	10	2	S. O.
Somme des BPC-P	11	36,7	14	120	30	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Pour chacune des catégories, on retrouve à la fois des PCDDF et des BPC-P en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification, sauf dans le cas de la dinde où aucun BPC-P n'a été rapporté, et dans celui du porc où aucun PCDDF n'a été rapporté. Concernant les PCDDF, c'est dans la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes » et dans l'agneau qu'on en a retrouvé en plus grande proportion. Dans le cas des BPC-P, c'est surtout dans le poulet, suivi de l'agneau et de la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes ».

Le congénère de PCDDF le plus récurrent dans l'agneau était le 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD, suivi de l'OCDD et du 1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD. D'autres congénères ont également été quantifiés, en ordre décroissant de récurrence, le 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF, l'OCDF, le 1, 2, 3, 4, 7, 8-HxCDF, le 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-HpCDF et le 1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour l'OCDD, suivi de près par le 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD.

Pour le bœuf, le congénère 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD était le plus récurrent, suivi de l'OCDD et du 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD et l'OCDD.

Tous les échantillons de dinde positifs contenaient du 2, 3, 7, 8-TCDF et un seul échantillon contenait aussi une faible concentration de 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD.

Pour le gros gibier d'élevage, le congénère 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD était le plus récurrent, suivi de l'OCDD, du 1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD et du 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDF. D'autres congénères étaient également présents, soit le 1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDD et le 2, 3, 4, 6, 7, 8-HxCDF. Encore une fois, les concentrations les plus élevées ont été observées pour l'OCDD.

Pour la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes », le PCDDF le plus récurrent était le 2, 3, 7, 8-TCDF tandis que la concentration maximale a été observée pour l'OCDD. En plus de ces deux congénères, les composés suivants ont également été observés, soit le 1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD, et trois congénères penta (le 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF, le 1, 2, 3, 7, 8-PeCDD et le 1, 2, 3, 7, 8-PeCDF).

Dans le cas du poulet, les congénères observés étaient l'OCDD et l'OCDF et la concentration maximale obtenue se rapportait à l'OCDD.

Globalement, on trouve plus souvent des dioxines dans les viandes et volailles que dans les autres denrées analysées dans le cadre du plan de surveillance.

Pour les BPC-P, c'est surtout le congénère BPC-118 qui a été observé dans l'agneau, suivi des BPC-105, 167, 156 et 77, avec une concentration maximale pour le BPC-118.

Pour le bœuf, les congénères les plus récurrents, en ordre décroissant, étaient les BPC-156, 105, 118, 157, 114 et 167. Les concentrations maximales ont été observées pour le BPC-118.

Pour le gros gibier d'élevage, ce sont les congénères BPC-118, 105 et 156, en ordre décroissant de récurrence, qui contribuaient principalement à l'équivalent toxique, le BPC-118 présentant les concentrations les plus élevées.

Pour la catégorie « Oie, canard et gibier à plumes », le BPC-118 était le plus récurrent. Les congénères répertoriés étaient, en ordre décroissant de concentration, les BPC-118, 105, 167, 77 et 156.

Les congénères les plus souvent trouvés dans le poulet étaient, en ordre décroissant, les BPC-118, 105 et 156. La concentration maximale a été observée pour le BPC-118.

Finalement pour le porc, ce sont, en ordre décroissant de récurrence, les congénères BPC-156, 105, 118, 157 et 167 qui contribuaient à l'équivalent toxique. Le BPC-118 étant toujours le congénère présentant la concentration la plus élevée.

De manière générale pour les viandes, les concentrations les plus élevées de BPC-P étaient attribuables au congénère BPC-118, lequel possède un facteur d'équivalence toxique plutôt faible à 0,00003. La situation est similaire pour les autres congénères planaires mesurés, hormis le BPC-77 observé dans l'agneau et le gibier à plumes. Ce congénère plus toxique fait partie des BPC planaires non-ortho et possède un facteur d'équivalence toxique de 0,0001.

Afin de vérifier la conformité aux normes européennes pour la somme des PCDDF seules et la somme de l'apport combiné des PCDDF et des BPC-P, nous avons utilisé un taux de gras de 2 % pour effectuer les calculs afin de transformer les résultats, rapportés en ng/kg de produit frais en ng TEQ/kg de graisses, ce qui représente le pire cas possible ⁽³²⁾ et constitue une mesure de dépistage des échantillons potentiellement problématiques. En cas de dépassement des normes européennes suite à ce premier calcul, la teneur en graisses réelle a été mesurée et le calcul a été refait avec le pourcentage réel de gras pour obtenir la valeur en ng TEQ/kg de graisses. La presque totalité des concentrations ainsi calculées respectait ces normes, à l'exception de deux échantillons de bœuf haché mi-maigre. Il est à noter que les résultats de bison ont été interprétés selon les normes du bovin et, de même, celles du porc ont été appliquées aux résultats de sanglier.

Les deux échantillons de bœuf haché mi-maigre mentionnés plus haut ont été prélevés dans le même établissement et provenaient vraisemblablement du même lot de production. Les concentrations étaient de l'ordre de 10 ng TEQ/kg de graisses, soit nettement supérieur à la teneur maximale de 2,5 ng TEQ/kg de graisses pour la somme des PCDDF. Ces échantillons ne contenaient aucun BPC-P. Un suivi a été effectué auprès de l'établissement visé par un inspecteur du MAPAQ et la situation a été discutée avec l'ACIA, puisque la possibilité que la contamination provienne de produits d'importation était présente. En effet, une explication plausible de la présence de ces contaminants aux teneurs observées pourrait être liée à la contamination du gras ajouté lors de la préparation de la viande hachée. Le gras utilisé provient habituellement des parures issues de la carcasse du même animal, mais peut également provenir de parures d'autres carcasses. L'importation de ce type d'intrant est sous la surveillance de l'ACIA.

Selon la Commission du Codex Alimentarius, « en raison de la longue demi-vie des dioxines et des PBC-P, chaque ingestion quotidienne a un effet minimal, voire négligeable, sur la charge corporelle globale. Pour évaluer les risques dus à ces substances pour la santé à long terme ou à court terme, l'ingestion totale ou moyenne doit être évaluée pendant des mois, et la dose tolérable doit être évaluée pendant au moins un mois. » ⁽¹⁶⁾

Le dépassement des normes européennes n'ayant été observé que pour 2 échantillons de bœuf haché sur les 66 analysés, soit 3,0 % de l'échantillonnage, il est peu probable qu'une même personne mange couramment un aliment contenant une concentration supérieure à ces teneurs maximales.

Certains échantillons respectant les teneurs maximales européennes, mais dont les concentrations étaient supérieures aux limites d'action établies par la Commission européenne ⁽³⁴⁾, ont tout de même fait l'objet de suivis par mesure de précaution, dans le but d'identifier et d'éliminer la source de contamination de la chaîne alimentaire.

La liste complète des échantillons pour lesquels des PCDDF et BPC-P ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les viandes et volailles est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PCDDF et BPC-P recherchés dans les sept catégories ainsi que leur limite de détection respective.

5.1.6 Conclusion

Les résultats globaux, en ce qui concerne la conformité à la réglementation canadienne, pour les familles de POP analysées dans les viandes et volailles sont présentés au tableau 5.1.6_1.

Tableau 5.1.6_1 Conformité à la réglementation pour les polluants organiques persistants dans les viandes et volailles

Pourcentage de conformité

	HAP	PBDE	POC	BPC	PCDDF/BPC-P
Agneau	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Bœuf	S. O.	S. O.	—	S. O.	S. O.
Dinde	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Gros gibier d'élevage	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Oie, canard et gibier à plumes	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Poulet	S. O.	S. O.	—	S. O.	S. O.
Porc	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Total	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.

On peut y voir que le pourcentage de conformité était de 100 % pour le seul groupe de POP pour lequel il y avait une réglementation canadienne, soit les résidus de POC.

Pour les autres groupes, dans le cas des HAP et des BPC, toutes les concentrations mesurées respectaient les teneurs maximales de la Commission européenne. Pour les HAP, n'ayant pas de teneurs maximales spécifiques pour les viandes et volailles analysées, c'est la norme européenne la plus sévère dans les aliments qui a été appliquée, soit celle des différents aliments pour bébé. Les normes européennes étaient aussi respectées pour les PCDDF/BPC-P, à l'exception d'une des sept catégories de viandes analysées, soit le bœuf, pour lesquelles 2 échantillons sur les 66 analysés (3,0 %) dépassaient les normes européennes pour la somme des PCDDF. Ces deux échantillons ont fait l'objet d'un suivi par le MAPAQ, en collaboration avec l'ACIA. Finalement, pour les PBDE, les concentrations mesurées ne posaient pas de risque probant pour la santé humaine.

À la lumière des résultats obtenus pour le bœuf haché, de nouveaux programmes de surveillance ont été entrepris par le MAPAQ pour cet aliment.

5.2 OEUFS

Des œufs blancs et bruns, de différentes marques commerciales, ont été prélevés selon un échantillonnage aléatoire à travers le Québec. Ils ont été analysés pour la recherche des cinq familles de POP, soit les HAP, les PBDE, les POC, les BPC et les PCDDF/BPC-P.

Le jaune d'œuf, contenant beaucoup plus de matière grasse que le blanc, est reconnu pour bioconcentrer les POP. Dans le cadre de cette étude cependant, c'est l'œuf entier qui a fait l'objet d'une analyse chimique afin d'adéquatement estimer l'exposition du consommateur. Afin de comparer avec certaines normes de la Commission européenne, exprimées en teneur dans la graisse, un pourcentage de gras de 9,8 % a été utilisé pour effectuer les calculs ⁽³⁵⁾.

5.2.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Comme il n'existe pas de réglementation au Canada pour les HAP dans les œufs, le tableau 5.2.1_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les aliments analysés.

Tableau 5.2.1_1 Échantillons positifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les œufs

Œufs – HAP : 149 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	35	23,5	0,009	4	1	S. O.
Somme des HAP indicateurs	1	0,7	0,017	0,017	0,017	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On constate que 23,5 % des échantillons analysés contenaient au moins un HAP en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Pour les HAP indicateurs, la proportion était beaucoup plus faible, avec un seul résultat positif, représentant moins de 1 % des échantillons analysés.

Quelques HAP de faible masse étaient présents, en ordre décroissant de récurrence, le naphthalène, le phénanthrène, l'acé-naphtène et le 2-méthyl-naphtalène. Quelques échantillons contiennent des HAP de haute masse, en ordre décroissant de récurrence, le benzo[*g,h,i*]perylène et les benzo[*a*]pyrène et benzo[*e*]pyrène. Le naphthalène et le 2-méthyl-naphtalène étaient les composés pour lesquels les concentrations les plus élevées ont été observées. La moyenne des teneurs observées était comparable à la borne inférieure des teneurs rapportées dans la littérature pour la somme des HAP dans les œufs ⁽³⁶⁾. Dans l'échantillon où il y avait présence d'HAP indicateurs, on n'en retrouvait qu'un seul, soit le benzo[*a*]pyrène.

En l'absence de réglementation canadienne, nous avons comparé les résultats de nos analyses aux normes de la Commission européenne. Il n'en existe pas spécifiquement pour les HAP dans les œufs, mais nous avons utilisé la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne pour les HAP indicateurs, soit 1,0 µg/kg applicable dans les différents aliments pour bébé ⁽³²⁾. Comme l'indique le tableau 5.2.1_1, le seul résultat positif pour les HAP indicateurs dans les œufs analysés respecte cette norme.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des HAP ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les œufs, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des HAP recherchés ainsi que leur limite de détection respective.

5.2.2 Polybromodiphényléthers (PBDE)

Comme il n'existe pas non plus de norme canadienne sur les teneurs maximales de PBDE dans les œufs, le tableau 5.2.2_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les aliments analysés.

Tableau 5.2.2_1 Échantillons positifs pour les polybromodiphényléthers dans les œufs

Œufs – PBDE : 149 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	41	27,5	0,010	0,11	0,030	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

41 échantillons d'œufs sur les 149 analysés, soit 27,5 %, contenaient au moins un PBDE en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Les principaux congénères, en ordre décroissant d'abondance, étaient les PBDE-99, 47, 100 et 183. Ces résultats sont en accord avec les données disponibles dans la littérature, qui indiquent que les congénères PBDE-47 et 99 seraient parmi les principaux contributeurs de la contamination des PBDE dans la nourriture d'origine animale ⁽³⁷⁾. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour les congénères suivants, en ordre décroissant, le PBDE-183, 99, 47, 100, 153 et 154.

En l'absence de teneur maximale au Canada et dans l'Union européenne, nous avons vérifié que la concentration de PBDE dans l'échantillon le plus concentré, soit 0,11 µg/kg, ne posait pas de risque probant pour la santé en calculant la quantité qu'il faudrait manger pour atteindre la DMEO. Un individu de 60 kg aurait besoin de manger plusieurs centaines de milliers de kilogrammes en une journée pour atteindre la DMEO la plus basse pour les PBDE, soit celle du penta-PBDE ⁽³³⁾. Les concentrations de PBDE mesurées dans les œufs analysés ne présentent donc pas de risque probant pour la santé humaine et l'exposition demeure généralement faible selon les analyses effectuées.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PBDE ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les œufs, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PBDE recherchés ainsi que leur limite de détection respective.

5.2.3 Pesticides organochlorés (POC)

À l'exception du DDT, pour lequel la LMR canadienne est de 500 µg/kg, tous les POC recherchés dans le cadre de cette étude sont sujet à la LMR canadienne par défaut de 100 µg/kg, en l'absence d'une LMR spécifique dans les œufs.

Le tableau 5.2.3_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les POC dans les œufs.

Tableau 5.2.3_1 Conformité à la réglementation pour les pesticides organochlorés dans les œufs

Œufs - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
149	149	100

Nous n'avons constaté de non-conformité pour aucun des 27 POC recherchés dans les produits analysés.

L'hexachlorobenzène était présent dans la presque totalité des échantillons analysés (148 sur 149). Les autres résidus les plus souvent présents étaient le p,p'-DDT, le p,p'-DDE (tous deux sont des composantes de la somme des DDT) et la dieldrine. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le p,p'-DDT et p,p'-DDE. Toutes les concentrations des POC mesurées étaient cependant beaucoup plus basses que les LMR canadiennes.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des résidus de POC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les œufs, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des POC recherchés ainsi que leur limite de détection respective.

5.2.4 Biphényles polychlorés (BPC)

Il n'existe pas de réglementation au Canada pour les BPC dans les œufs. Le tableau 5.2.4_1 présente donc une synthèse des échantillons positifs en BPC et en BPC indicateurs dans les aliments analysés.

Tableau 5.2.4_1 Échantillons positifs pour les biphényles polychlorés dans les œufs. Les résultats spécifiques aux biphényles polychlorés planaires de type dioxine sont rapportés avec ceux des dioxines et furanes (PCDDF)

Œufs – 149 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	23	15,4	0,03	0,6	0,1	S. O.
Somme des BPC indicateurs	23	15,4	0,03	0,4	0,07	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Le pourcentage d'échantillons positifs était de 15,4 % pour les BPC dans les œufs analysés. Les congénères les plus fréquemment présents étaient, en ordre décroissant, les BP28, 138, 153, 118, 167 et 170. Tous les échantillons positifs en BPC contenaient également des BPC indicateurs, principalement, en ordre décroissant de récurrence, les congénères BPC-28, 138 et 153. Parmi tous les échantillons positifs, la concentration la plus élevée se rapporte au BPC-28.

La somme maximale de BPC indicateurs mesurée (0,4 µg/kg) correspond à 4,1 µg/kg de graisses (en considérant 9,8 % de matières grasses). Cette valeur est nettement inférieure à la norme européenne de 40 µg/kg de graisses dans les œufs et ovoproduits ⁽³²⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des BPC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les œufs, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des BPC recherchés ainsi que leur limite de détection respective.

5.2.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)

En l'absence de normes canadiennes dans les œufs, le tableau 5.2.5_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les aliments analysés.

Tableau 5.2.5_1 Échantillons positifs pour les dioxines, furanes et biphényles polychlorés planaires de type dioxine dans les œufs

Œufs – 75 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	4	5,3	0,014	2,2	0,57	S. O.
Somme des BPC-P	6	8,0	10	40	20	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On peut y voir que le pourcentage d'échantillons pour lesquels un PCDDF ou un BPC-P ont été trouvés en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification est relativement faible : 5,3 % pour les PCDDF et 8,0 % pour les BPC-P. Les congénères de PCDDF présents étaient, en ordre décroissant de concentration, l'OCDD, le 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD et le 2, 3, 7, 8TCDF. Du côté des BPC-P, on retrouvait, toujours en ordre décroissant de concentration, les congénères BPC-118, 105 et 167.

Les concentrations mesurées ont été comparées à la teneur maximale de la Commission européenne de 5,0 ng TEQ/kg de graisses pour la somme des PCDDF et BPC-P, et de 2,5 ng TEQ/kg de graisses pour la somme des PCDDF, dans les œufs de poule et ovoproduits ⁽³²⁾. Tous les résultats étaient inférieurs à ces normes.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PCDDF et BPC-P ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les œufs, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PCDDF et BPC-P recherchés ainsi que leur limite de détection respective.

5.2.6 Conclusion

Les résultats globaux, en ce qui concerne la conformité à la réglementation canadienne, pour les familles de POP analysées dans les œufs sont présentés au tableau 5.2.6_1.

Tableau 5.2.6_1 Conformité à la réglementation pour les polluants organiques persistants dans les œufs

Pourcentage de conformité

	HAP	PBDE	POC	BPC	PCDDF/BPC-P
Œufs	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.

On peut y voir que le pourcentage de conformité était de 100 % pour le seul groupe de POP pour lequel il y avait une réglementation canadienne, soit les résidus de POC.

Pour les autres groupes, dans le cas des BPC et des PCDDF/BPC-P, les concentrations mesurées respectaient toujours les teneurs maximales de la Commission européenne dans les œufs et les ovoproduits. Pour les HAP, pour lesquels il n'y a pas de norme européenne dans les œufs, tous les produits analysés respectaient la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne pour les HAP indicateurs, soit celle applicable aux aliments pour bébé ⁽³²⁾. Finalement, pour les PBDE les concentrations mesurées ne posaient pas de risque probant pour la santé humaine.

5.3 PRODUITS MARINS

Les cinq familles de POP ont été recherchées dans les crevettes, le saumon et la sole. Les résultats de BPC-P seront discutés dans la section des PCDDF.

5.3.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Comme il n'existe pas de réglementation au Canada pour les HAP dans les produits marins, le tableau 5.3.1_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les trois catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.3.1_1 Échantillons positifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les produits marins

Crevettes – HAP : 57 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	24	42,1	0,06	20	2	S. O.
Somme des HAP indicateurs	1	1,8	0,15	0,15	0,15	S. O.

Saumon – HAP : 35 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	35	100	0,5	10	4	S. O.
Somme des HAP indicateurs	4	11,4	0,038	0,06	0,05	S. O.

Sole – HAP : 21 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	16	76,2	0,7	5	2	S. O.
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On constate que 42,1 % des crevettes contenaient au moins un HAP en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Dans le cas des poissons, la proportion était encore plus grande avec 76,2 % d'échantillons positifs pour la sole et 100 % pour le saumon. Ce dernier étant plus gras, il n'est pas surprenant qu'il contienne davantage de contaminants hydrophobes. Pour les HAP indicateurs, la proportion était beaucoup plus faible que pour la somme des HAP, soit 1,8 % dans les crevettes et 11,4 % dans le saumon, alors qu'aucun HAP indicateur n'a été détecté en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification pour la sole.

Les HAP présents dans les échantillons analysés étaient surtout de faible poids moléculaire. Pour les crevettes, on retrouvait principalement, en ordre décroissant de récurrence, le phénanthrène, le naphthalène et l'acénaphthylène. Les concentrations maximales ont été retrouvées pour le phénanthrène, suivi du naphthalène. Le benz[*a*]anthracène et le chrysène étaient les deux seuls HAP indicateurs positifs.

Pour le saumon, les HAP les plus récurrents, toujours en ordre décroissant, étaient le phénanthrène, l'acénaphthylène, l'anthracène, le fluoranthène, le fluorène, l'acénaphthène, le naphthalène et le 2-méthyl-naphthalène. Le plus concentré était le naphthalène, suivi du 2-méthyl-naphthalène, du phénanthrène, du fluorène et de l'acénaphthène. Le seul indicateur quantifié était le chrysène.

Pour la sole, le naphthalène était le plus récurrent. Il était aussi le plus concentré, suivi du 2-méthyl-naphthalène.

En l'absence de réglementation canadienne, nous avons comparé les résultats de nos analyses aux normes de la Commission européenne. Il n'en existe pas spécifiquement pour les HAP dans les produits marins, mais nous avons utilisé la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne pour les HAP indicateurs, soit celle de 1 µg/kg dans les

différents aliments pour bébé ⁽³²⁾. Comme l'indique le tableau 5.3.1_1, tous les résultats pour les HAP indicateurs dans les produits marins analysés respectaient cette norme.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des HAP ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les crevettes, le saumon et la sole, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des HAP recherchés dans les produits marins ainsi que leur limite de détection respective.

5.3.2 Polybromodiphényléthers (PBDE)

Les PBDE sont particulièrement persistants dans le milieu marin, mais il n'existe aucune norme canadienne sur les teneurs maximales de ces composés dans les produits marins destinés à la consommation humaine. Le tableau 5.3.2_1 présente donc une synthèse des échantillons positifs dans les trois catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.3.2_1 Échantillons positifs pour les polybromodiphényléthers dans les produits marins

Crevettes – PBDE : 57 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	17	29,8	0,012	0,04	0,02	S. O.

Saumon – PBDE : 35 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	35	100	0,04	1,0	0,3	S. O.

Sole – PBDE : 21 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On constate que 29,8 % des crevettes contenaient au moins un PBDE en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Pour les poissons, si cette proportion était de 100 % pour le saumon, aucun positif n'a été recensé pour la sole, un poisson moins gras que le saumon.

Pour les crevettes, le PBDE-47 a été quantifié le plus souvent et était le plus concentré. Les PBDE-99 et 183 ont aussi été quantifiés. Les PBDE les plus récurrents dans les saumons analysés étaient, en proportion égale, les PBDE-154, 47 et 49. Suivaient, en ordre décroissant, les PBDE-28, 99, 17 et 100. Les concentrations les plus élevées dans le saumon ont été observées pour les congénères PBDE-47, 49 et 100, toujours en ordre décroissant. Parmi les différents types de produits analysés dans le cadre de ce plan de surveillance, il est à noter que les produits marins présentaient la plus grande variété de résidus de PBDE.

En l'absence de teneur maximale au Canada et dans l'Union européenne, nous avons vérifié que la concentration de PBDE dans l'échantillon le plus concentré, soit 1,0 µg/kg dans un saumon, ne posait pas de risque probant pour la santé en calculant la quantité qu'il faudrait manger pour atteindre la DMEQ. Un individu de 60 kg aurait besoin de manger plusieurs dizaines de milliers de kilogrammes en une journée pour atteindre la DMEQ la plus basse pour les PBDE, soit celle du pentaBDE ⁽³³⁾. Les concentrations de PBDE mesurées dans les produits marins analysés ne présentent donc pas de risque probant pour la santé humaine et l'exposition demeure généralement faible selon les analyses effectuées.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PBDE ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les crevettes, le saumon et la sole, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PBDE recherchés dans les produits marins ainsi que leur limite de détection respective.

5.3.3 Pesticides organochlorés (POC)

À l'exception du DDT, pour lequel la LMR canadienne dans le poisson est de 5 mg/kg, tous les POC recherchés dans le cadre de cette étude sont sujets à la LMR canadienne par défaut de 0,1 mg/kg, en l'absence d'une LMR spécifique.

Le tableau 5.3.3_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les POC dans les trois classes de produits marins analysés.

Tableau 5.3.3_1 Conformité à la réglementation pour les pesticides organochlorés dans les produits marins

Crevettes - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
57	57	100

Saumon - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
35	35	100

Sole - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
21	21	100

Nous n'avons constaté de non-conformité pour aucun des 27 POC analysés dans les crevettes, le saumon et la sole.

Les POC analysés sont pratiquement tous présents dans les produits marins analysés, hormis l'aldrine, l'heptachlore époxyde-*trans* (composante de la somme heptachlore) et le képone.

Parmi les POC les plus récurrents dans les crevettes, notons, en ordre décroissant de récurrence, l'alpha-BHC (composante de la somme hexachlorocyclohexane), le transnonachlor (composante de la somme chlordane), la dieldrine, le mirex et le cisnonachlor (également composante de la somme chlordane). Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le p,p'-DDT, le p,p'-DDE, (toutes deux composantes de la somme des DDT), la dieldrine et le transnonachlor. (composante de la somme chlordane).

Dans le saumon, 10 résidus arrivent à égalité en tête en termes de récurrence : pentachlorobenzène, hexachlorobenzène, dieldrine, endrine, transnonachlor, et 5 des 6 composantes de la somme des DDT (o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD et p,p'-DDT). Les plus concentrés, on ordre décroissant, étaient le p,p'-DDE, l'alpha-BHC, la dieldrine, le p-p'-DDD et l'hexachlorobenzène.

Pour la sole, ont été trouvés à égalité, l'hexachlorobenzène et l'alpha-BHC, suivis, en ordre décroissant de récurrence, par le transnonachlor, le pentachlorobenzène et le cis-nonachlor. Les 2 premiers étaient aussi les plus concentrés, toujours en ordre décroissant, suivi du p,p'-DDE et du transnonachlor.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des résidus de POC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les crevettes, le saumon et la sole, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des POC recherchés dans les produits marins ainsi que leur limite de détection respective.

5.3.4 Biphényles polychlorés (BPC)

Il existe au Canada un niveau d'intervention de 2,0 mg/kg pour la somme des BPC dans les poissons. Le tableau 5.3.4_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes par rapport à cette norme pour les BPC dans les poissons analysés.

Tableau 5.3.4_1 Conformité à la réglementation pour les biphényles polychlorés dans le saumon et la sole

Saumon - BPC (71 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
35	35	100

Sole – BPC (71 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
21	21	100

Nous n'avons constaté de non-conformité pour aucun des 71 BPC recherchés dans le saumon et la sole.

Le tableau 5.3.4_2 présente, de son côté, une synthèse des échantillons positifs en BPC et en BPC indicateurs dans les trois catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.3.4_2 Échantillons positifs pour les biphényles polychlorés dans les crevettes, le saumon et la sole. Les résultats spécifiques aux biphényles polychlorés planaires de type dioxine sont rapportés avec ceux des dioxines et furanes (PCDDF)

Crevettes – 57 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	26	45,6	0,01	0,5	0,2	S. O.
Somme des BPC indicateurs	24	42,1	0,014	0,3	0,1	S. O.

Saumon – 35 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	35	100	1	20	5	2000
Somme des BPC indicateurs	33	94,3	0,3	6	2	S. O.

Sole – 21 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	19	90,5	0,01	0,6	0,2	2000
Somme des BPC indicateurs	19	90,5	0,014	0,3	0,1	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On constate que 45,6 % des crevettes contenaient au moins un BPC en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Dans le cas des poissons, la proportion était encore plus grande avec 90,5 % des échantillons positifs pour la sole et 100 % dans le cas du saumon. Par contre, pour les BPC indicateurs, le pourcentage d'échantillons positifs était généralement un peu plus faible que pour la somme des BPC, soit : 42,1 % dans les crevettes, 90,5 % dans la sole et 94,3 % dans le saumon.

Quasi tous les BPC analysés étaient présents dans les échantillons de saumon, hormis les congénères suivants : BPC-1, 3, 54, 104 et 188. Les échantillons de crevette et de sole contenaient moins de congénères différents.

Le congénère le plus récurrent dans les crevettes était le BPC-153, suivi des BPC-99, 118 et 138, à égalité. Les plus concentrés, en ordre décroissant, étaient les BPC-153 et 138.

Pour le saumon, 36 congénères différents arrivaient en tête à égalité pour ce qui est de la récurrence. Le plus concentré était le BPC-153, suivi du BPC-138.

Dans le cas de la sole, les plus récurrents étaient, dans le même ordre, les BPC-153, 138, 99, 28, 31 et 118. Le BPC-138 était le plus concentré, suivi des BPC-28 et 31.

Dans les crevettes, pour lesquelles il n'y a pas de norme canadienne, tous les résultats étaient nettement inférieurs à la teneur maximale de la Commission européenne de 75 µg/kg pour les BPC indicateurs dans les poissons et produits de la pêche (32). Cette teneur maximale était également respectée pour les deux espèces de poissons analysés dans le cadre du plan de surveillance.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des BPC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les crevettes, le saumon et la sole, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des BPC recherchés dans les produits marins ainsi que leur limite de détection respective.

5.3.5 Dioxines et furanes (PCDDF) et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)

Le niveau d'intervention au Canada, au moment des prélèvements, était de 20 ng/kg dans le poisson pour le congénère le plus toxique de la famille des polychlorodibenzo-*p*-dioxines, le 2,3,7,8-TCDD. Le tableau 5.3.5_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes par rapport à cette directive dans les échantillons de poisson analysés.

Tableau 5.3.5_1 Conformité à la réglementation pour les dioxines et furanes dans le saumon et la sole

Saumon – PCDDF (2,3,7,8-TCDD)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
24	24	100

Sole – PCDDF (2,3,7,8-TCDD)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
14	14	100

Aucune nonconformité n'a été relevée dans le saumon ou la sole.

Comme nous avons analysé plusieurs autres PCDDF, en plus de 12 BPC-P, le tableau 5.3.5_2 présente, de son côté, une synthèse des échantillons positifs dans les trois catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.3.5_2 Échantillons positifs pour les dioxines, furanes et biphényles polychlorés planaires de type dioxine dans les crevettes, le saumon et la sole

Crevettes – 18 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	2	11,1	0,06	0,09	0,08	S. O.
Somme des BPC-P	8	44,4	2	80	40	S. O.

Saumon – 24 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	24	100	0,03	0,3	0,1	20**
Somme des BPC-P	24	100	50	900	300	S. O.

Sole – 14 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	9	64,3	0,010	0,020	0,02	20**
Somme des BPC-P	13	92,9	2	30	20	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

** : 2, 3, 7, 8-TCDD.

On peut y voir que, pour les crevettes, le pourcentage d'échantillons qui contenaient au moins un PCDDF ou BPC-P en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification était de 11,1 % et 44,4 % respectivement. Dans le cas des poissons, les proportions observées étaient nettement supérieures. Pour la sole, elle était de 64,3 % pour les PCDDF et de 92,9 % pour les BPC-P. En comparaison, tous les échantillons de saumon analysés contenaient des PCDDF et des BPC-P.

Les congénères de PCDDF retrouvés dans les poissons et fruits de mer étaient principalement le 2, 3, 7, 8-TCDF et le 2, 3, 7, 8-PeCDF. Par ailleurs, dix des douze BPC-P étaient présents dans les échantillons de produits marins analysés. Les PCDDF le plus récurrent dans le saumon était le 2, 3, 7, 8 TCDF, suivi en beaucoup moins grande fréquence du 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF, de l'OCDD, du 1, 2, 3, 7, 8-PeCDF et du 2, 3, 7, 8-TCDD. L'OCDD était présent en plus grande concentration, suivi du 2, 3, 7, 8-TCDF. Dans les crevettes et la sole, seul le 2, 3, 7, 8-TCDD a été quantifié.

Les concentrations les plus élevées ont été observées pour les BPC-118 et 105, indépendamment des 3 espèces analysées. Dans le cas des crevettes, les BPC-105, 114, 118, 123 et 156 sont les seuls à avoir été quantifiés, une seule fois chacun. Pour le saumon, les BPC-105, 118, 123, 156 et 167 ont été quantifiés, à égalité, les plus fréquemment. Finalement, pour la sole, ce sont les BPC-105, 118 et 156 qui étaient les plus récurrents, en ordre décroissant. Parmi les quatre BPC-P ayant les facteurs d'équivalence toxique les plus élevés, deux étaient absents (BPC-81 et 169). Par contre, les deux autres (BPC-77 et 126) étaient assez récurrents dans les produits marins, contrairement à ce qui a été observé dans les autres catégories d'aliments étudiées. La prévalence de ces derniers congénères était près de 30 % parmi les échantillons positifs analysés.

Comme il existe peu de réglementation au Canada quant à la teneur en PCDDF et en BPC-P dans les produits marins, nous avons comparé les résultats obtenus aux teneurs maximales de la Commission européenne pour la somme des PCDDF seules et la somme de l'apport combiné des PCDDF et des BPC-P dans les poissons et produits de la pêche ⁽³²⁾. Les normes européennes étaient respectées pour tous les échantillons de poissons et de crevettes analysés dans le cadre de cette étude.

La liste complète des échantillons pour lesquels des PCDDF et BPC-P ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les crevettes, le saumon et la sole est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PCDDF et BPC-P recherchés dans les produits marins ainsi que leur limite de détection respective.

5.3.6 Conclusion

Les résultats globaux, en ce qui concerne la conformité à la réglementation canadienne pour l'ensemble des familles de POP analysées dans les produits marins, sont présentés au tableau 5.3.6_1.

Tableau 5.3.6_1 Conformité à la réglementation pour les polluants organiques persistants dans les produits marins

Pourcentage de conformité

	HAP	PBDE	POC	BPC	PCDDF/BPC-P
Crevettes	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Saumon	S. O.	S. O.	100	100	100
Sole	S. O.	S. O.	100	100	100
Total	S. O.	S. O.	100	100	100

Le pourcentage de conformité était de 100 % pour les résidus de POC dans tous les produits marins, ainsi que pour les BPC et les PCDDF dans le saumon et la sole.

Pour les cas où il n'y avait pas de normes canadiennes, les résultats de HAP indicateurs dans tous les produits analysés étaient inférieurs à la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne, soit celle applicable aux aliments pour bébé ⁽³²⁾. Pour les PBDE, les concentrations mesurées ne posaient pas de risque probant pour la santé humaine. Finalement, les BPC indicateurs dans les crevettes et les PCDDF/BPC-P dans les crevettes et poissons, respectaient tous les teneurs maximales de la Commission européenne.

5.4 LAIT ET PRODUITS LAITIERS

Les cinq familles de POP ont été recherchées dans la crème glacée, le fromage et le yogourt. Dans le lait, seuls les HAP, les PBDE, les POC et les BPC ont été analysés, des difficultés techniques empêchant l'analyse des PCDDF et BPC-P. Les résultats de BPC-P seront discutés dans la section des PCDDF.

Le lait analysé était pasteurisé et contenait 2 % de matière grasse. Pour la crème glacée, les prélèvements ont visé la saveur vanille et incluaient la véritable crème glacée et les desserts glacés. Les fromages étudiés étaient de type cheddar et mozzarella. Dans le cas du yogourt, les prélèvements se sont restreints au yogourt nature. La réglementation québécoise stipule que le lait et les produits laitiers destinés à la consommation humaine ne doivent contenir aucune toxine d'origine microbienne, substance inhibitrice ou autre contaminant. Suite à cette notion d'absence, le pourcentage de conformité n'était jamais de 100 % pour les différents groupes de POP, contrairement à ce qu'on voit dans les autres catégories d'aliments. Aussi, un tableau synthèse des échantillons positifs est présenté pour chaque groupe de POP dans la présente section.

5.4.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Le tableau 5.4.1_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les HAP dans le lait, la crème glacée, le fromage et le yogourt.

Tableau 5.4.1_1 Conformité à la réglementation pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le lait et les produits laitiers

Lait – HAP (31 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
155	104	67,1

Crème glacée – HAP (31 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
62	53	85,5

Fromage – HAP (31 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
59	54	91,5

Yogourt – HAP (31 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
63	63	100

Le pourcentage de conformité est de 67,1 % pour le lait. Il est plus élevé pour la crème glacée (85,5 %), le fromage (91,5 %) et le yogourt (100 %).

Étant donné que le règlement québécois interdit la présence de contaminants dans ces aliments, le tableau 5.4.1_2, qui présente une synthèse des échantillons positifs pour les HAP et les HAP indicateurs, est un peu une image inversée du tableau 5.4.1_1. Par positif, on entend « qui contient au moins un HAP en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification ».

Tableau 5.4.1_2 Échantillons positifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le lait et les produits laitiers

Lait – 155 échantillons analysés - HAP : 31 contaminants recherchés – HAP indicateurs : 4 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	51	32,9	0,02	20	3	Absence
Somme des HAP indicateurs	7	4,5	0,09	0,9	0,3	Absence

Crème glacée – 62 échantillons analysés - HAP : 31 contaminants recherchés – HAP indicateurs : 4 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	9	14,5	3	20	20	Absence
Somme des HAP indicateurs	7	11,3	2,2	4	3	Absence

Fromage – 59 échantillons analysés - HAP : 31 contaminants recherchés – HAP indicateurs : 4 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	5	8,5	4	8	6	Absence
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence

Yogourt – 63 échantillons analysés - HAP : 31 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 4 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Les HAP présents dans le lait, en ordre décroissant de récurrence, étaient le pyrène, l'acénaphène, le phénanthrène, le naphthalène, le 2-méthyl-naphthalène, l'anthracène, le fluorène et le fluoranthène. Le pyrène et le naphthalène étaient les composés pour lesquels les concentrations les plus élevées ont été observées.

Dans les produits laitiers, les HAP les plus récurrents étaient, en ordre décroissant, le pyrène, le naphthalène, le fluoranthène, le phénanthrène, le benzo[c]phénanthrène et le cyclopenta[c,d]pyrène. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour le pyrène, le naphthalène et le fluoranthène.

Pour les HAP indicateurs, la proportion de positifs était plus faible que pour la somme des HAP, soit 4,5 % dans le lait (par rapport à 32,9 % pour les HAP) et 11,3 % dans la crème glacée (par rapport à 14,5 %). Le benzo[a]anthracène et le chrysène étaient les principaux HAP indicateurs identifiés dans le lait et la crème glacée. Aucun HAP indicateur n'a été détecté en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification dans le fromage et le yogourt.

Les concentrations obtenues pour la somme des HAP dans le lait étaient très variables, soit de 0,02 à 20 µg/kg. Cette variabilité s'explique par le fait que ce sont principalement des HAP de faible masse qui ont été détectés. La concentration de ces derniers peut varier en fonction des saisons et du type d'alimentation des vaches laitières. Les ruminants ingèrent de grandes quantités de fourrages exposés aux retombées atmosphériques de composés tels que les HAP ⁽³⁸⁾.

Malgré un pourcentage de non-conformité important par rapport à la notion d'absence du règlement québécois, tous les résultats de HAP indicateurs dans le lait étaient inférieurs à la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne, soit celle de 1 µg/kg dans les différents aliments pour bébé ⁽³²⁾. Dans le cas des produits laitiers, certains échantillons de crème glacée (7 sur 62, soit 11,3 %) dépassaient cette norme. Aussi, l'ensemble des résultats des produits laitiers, ainsi que ceux du lait, ont fait l'objet d'une évaluation de risque interne au MAPAQ. Celle-ci a conclu que, pour tous les laits et produits laitiers analysés dans le cadre de cette étude, l'innocuité n'est pas compromise ⁽³⁹⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des HAP ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans le lait, la crème glacée, le fromage et le yogourt, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des HAP recherchés dans le lait et les produits laitiers ainsi que leur limite de détection respective.

5.4.2 Polybromodiphényléthers (PBDE)

Le tableau 5.4.2_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les PBDE dans le lait, la crème glacée, le fromage et le yogourt.

Tableau 5.4.2_1 Conformité à la réglementation pour les polybromodiphényléthers dans le lait et les produits laitiers

Lait – PBDE (14 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
155	152	98,1

Crème glacée – PBDE (14 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
62	62	100

Fromage – PBDE (14 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
59	59	100

Yogourt – PBDE (14 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
63	63	100

À l'exception du lait, pour lequel le pourcentage de conformité est de 98,1 %, tous les autres produits analysés ne présentent aucune non-conformité puisque qu'aucun PBDE n'a été trouvé à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification.

Le tableau 5.4.2_2 présente une synthèse des échantillons positifs pour les PBDE.

Tableau 5.4.2_2 Échantillons positifs pour les polybromodiphényléthers dans le lait et les produits laitiers

Lait – PBDE : 155 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	17	29,8	0,012	0,04	0,02	S. O.

Crème glacée – PBDE : 62 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	17	29,8	0,012	0,04	0,02	S. O.

Fromage – PBDE : 59 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	17	29,8	0,012	0,04	0,02	S. O.

Yogourt – PBDE : 63 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	17	29,8	0,012	0,04	0,02	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Les principaux congénères trouvés dans le lait étaient, en ordre décroissant d'occurrence, les PBDE-47, 99 et 100. La concentration la plus élevée a été observée pour le PBDE-99.

En l'absence de teneur maximale au Canada et dans l'Union européenne, nous avons vérifié que la concentration de PBDE dans l'échantillon de lait le plus concentré, soit 0,09 µg/kg, ne posait pas de risque probant pour la santé en calculant la quantité qu'il faudrait boire pour atteindre la DMEQ. Un individu de 60 kg aurait besoin de boire plusieurs centaines de milliers de litres en une journée pour atteindre la DMEQ la plus basse pour les PBDE, soit celle du pentaBDE ⁽³³⁾. Les concentrations de PBDE mesurées dans les laits analysés ne présentent donc pas de risque probant pour la santé et l'exposition demeure généralement faible selon les analyses effectuées.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PBDE ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans le lait, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PBDE recherchés dans le lait et les produits laitiers ainsi que leur limite de détection respective.

5.4.3 Pesticides organochlorés (POC)

Le tableau 5.4.3_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les POC dans le lait, la crème glacée, le fromage et le yogourt.

Tableau 5.4.3_1 Conformité à la réglementation pour les pesticides organochlorés dans le lait et les produits laitiers

Lait – POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
155	111	71,6

Crème glacée – POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
62	23	37,1

Fromage – POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
59	1	1,7

Yogourt – POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
63	61	96,8

Le pourcentage de conformité était très faible pour le fromage (1,7 %) et la crème glacée (37,1 %). Ce dernier était cependant plus élevé pour le lait (71,6 %) et le yogourt (96,8 %).

Le tableau 5.4.3_2 présente une synthèse des échantillons positifs pour les POC. Par positif, on entend « qui contient au moins un pesticide organochloré en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification ».

Tableau 5.4.3_2 Échantillons positifs pour les pesticides organochlorés dans le lait et les produits laitiers

Lait – POC : 155 échantillons analysés (27 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme aldrine et dieldrine	3	1,9	0,036	0,045	0,039	Absence
Somme des DDT	6	3,9	0,07	0,19	0,1	Absence
Hexachlorobenzène	36	23,2	0,070	0,19	0,10	Absence
Képone (ou Chlordécone)	1	0,7	0,017	0,017	0,017	Absence
Pentachlorobenzène	13	8,4	0,007	0,010	0,008	Absence

Crème glacée – POC : 62 échantillons analysés (27 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme aldrine et dieldrine	15	24,2	0,09	0,16	0,1	Absence
Somme des DDT	28	45,2	0,16	0,8	0,3	Absence
Hexachlorobenzène	26	41,9	0,13	0,19	0,16	Absence
Pentachlorobenzène	1	1,6	0,040	0,040	0,040	Absence

Fromage – POC : 59 échantillons analysés (27 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme aldrine et dieldrine	40	67,8	0,08	0,7	0,1	Absence
Somme chlordane	6	10,2	0,08	0,7	0,2	Absence
Somme des DDT	53	89,8	0,18	6	0,6	Absence
Somme heptachlore	19	32,2	0,07	0,9	0,2	Absence
Hexachlorobenzène	50	84,7	0,13	3,6	0,39	Absence

Yogourt – POC : 63 échantillons analysés (27 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des DDT	2	3,2	0,17	0,36	0,27	Absence

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Le p,p'-DDE (inclus dans la somme des DDT) est présent dans les quatre catégories d'aliments analysés. La dieldrine, ainsi que l'hexachlorobenzène, ont pour leur part été retrouvés dans toutes les catégories, sauf le yogourt. Les seuls autres POC positifs dans le lait et les produits laitiers étaient le képone, le pentachlorobenzène, l'heptachlore époxyde-*cis* (inclus dans la somme heptachlore) ainsi que deux composantes de la somme chlordane, principalement l'oxychlordane, puis dans une moindre mesure le transnonachlor. Bien qu'il existe pour ces pesticides de sévères restrictions pour leur utilisation en agriculture dans la plupart des pays, différentes études ont montré leur présence dans les produits laitiers ⁽⁴⁰⁾.

Malgré le pourcentage de conformité global plutôt faible (57,8 %) pour le lait et les produits laitiers, selon la notion d'absence du règlement québécois sur les aliments ⁽²⁾, toutes les concentrations de POC mesurées étaient nettement inférieures aux LMR canadiennes (100 µg/kg, sauf 1 000 µg/kg pour le DDT et 20 µg/kg pour l'endrine).

La liste complète des échantillons, pour lesquels des résidus de POC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans le lait, la crème glacée, le fromage et le yogourt, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des POC recherchés dans le lait et les produits laitiers ainsi que leur limite de détection respective.

5.4.4 Biphényles polychlorés (BPC)

Le tableau 5.4.4_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les BPC dans le lait, la crème glacée, le fromage et le yogourt. Les pourcentages de conformité obtenus étaient plutôt élevés : 89,0 % pour le lait, 98,4 % pour la crème glacée, alors que pour le fromage et le yogourt aucune non-conformité n'a été relevée.

Tableau 5.4.4_1 Conformité à la réglementation pour les biphényles polychlorés dans le lait et les produits laitiers

Lait – BPC (71 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
155	138	89,0

Crème glacée – BPC (71 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
62	61	98,4

Fromage – BPC (71 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
59	59	100

Yogourt – BPC (71 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
63	63	100

Étant donné que le règlement québécois interdit la présence de contaminants dans ces aliments, le tableau 5.4.4_2, qui présente une synthèse des échantillons positifs pour les BPC et les BPC indicateurs, est un peu une image inversée du tableau 5.4.4_1. Par positif, on entend « qui contient au moins un BPC en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification ».

Tableau 5.4.4_2 Échantillons positifs pour les biphényles polychlorés dans le lait et les produits laitiers. Les résultats spécifiques aux biphényles polychlorés planaires de type dioxine sont rapportés avec ceux des dioxines et furanes (PCDDF)

Lait – 155 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	17	11,0	0,02	2	0,3	Absence
Somme des BPC indicateurs	17	11,0	0,012	0,7	0,1	Absence

Crème glacée – 62 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	1	1,6	1	1	1	Absence
Somme des BPC indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence

Fromage – 59 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence
Somme des BPC indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence

Yogourt – 63 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence
Somme des BPC indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Seulement six échantillons de lait contenaient plus de dix BPC, les plus fréquemment détectés étant les BPC-8, 18, 41, 95 et 10. Les concentrations maximales ont été retrouvées pour les BPC-52, 95, 101, 44, 28, 70 et 49. Pour le seul échantillon de crème glacée positif, les concentrations maximales ont été retrouvées pour les BPC-180, 187, 153, 149 et 138.

Tous les échantillons de lait qui étaient positifs en BPC l'étaient aussi en BPC indicateurs, ce qui représente 11,0 % des échantillons dans les deux cas. Les principaux BPC indicateurs étant, par ordre décroissant les congénères BPC-52, 138, 28 et 153. Dans les trois autres catégories d'aliments, soit la crème glacée, le fromage et le yogourt, aucun BPC indicateur n'a été détecté en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification.

Tous les résultats de BPC indicateurs dans le lait étaient inférieurs à la teneur maximale de la Commission européenne de 40 µg/kg de graisses dans le lait et les produits laitiers ⁽³²⁾. La teneur maximale européenne était aussi évidemment respectée pour les produits laitiers analysés dans le cadre du plan de surveillance puisqu'aucun positif n'a été trouvé pour les BPC indicateurs.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des BPC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans le lait et la crème glacée, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des BPC recherchés dans le lait et les produits laitiers ainsi que leur limite de détection respective.

5.4.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)

Le tableau 5.4.5_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour la crème glacée, le fromage et le yogourt.

Tableau 5.4.5_1 Conformité à la réglementation pour les dioxines, furanes et biphényles polychlorés planaires de type dioxine dans les produits laitiers

Crème glacée – PCDDF (17 contaminants recherchés) BPC-P (12 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
PCDDF	31	31	100
BPC-P	34	28	82,4

Fromage – PCDDF (17 contaminants recherchés) BPC-P (12 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
PCDDF	33	30	90,9
BPC-P	33	12	36,4

Yogourt – PCDDF (17 contaminants recherchés) BPC-P (12 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
PCDDF	33	33	100
BPC-P	34	34	100

Pour les PCDDF, les pourcentages de conformité étaient élevés, soit 90,9 % pour le fromage et 100 % pour la crème glacée et le yogourt. Pour les BPC-P, il était élevé pour la crème glacée (82,4 %) et le yogourt (100 %), mais faible pour le fromage (36,4 %, en proportion équivalente pour le cheddar et la mozzarella).

Le tableau 5.4.5_2 présente une synthèse des échantillons pour lesquels au moins un PCDDF ou un BPC-P était en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification.

Tableau 5.4.5_2 Échantillons positifs pour les dioxines, furanes et biphényles polychlorés planaires de type dioxine dans les produits laitiers

Crème glacée - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	31	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence
Somme des BPC-P	34	6	17,6	30	30	30	Absence

Fromage - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	33	3	9,1	0,4	0,7	0,6	Absence
Somme des BPC-P	33	21	63,6	30	80	50	Absence

Yogourt - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	33	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence
Somme des BPC-P	34	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	Absence

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Pour les PCDDF dans le fromage, ce sont les congénères 1, 2, 3, 6, 7, 8-HxCDD et 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD qui étaient présents. Pour les BPC-P, indépendamment du type de produit laitier (crème glacée ou fromage), ce sont surtout les BPC-105 et 118 qui ont été quantifiés. Le seul autre congénère trouvé, exclusivement dans le fromage, était le BPC-156. Les concentrations maximales pour les PCDDF et BPC-P quantifiés se rapportaient respectivement au 1, 2, 3, 4, 7, 6, 8-HpCDD et au BPC-118. Tous les échantillons de produits laitiers analysés respectaient la teneur maximale de la Commission européenne de 5,5 ng TEQ/kg de graisses pour la somme des PCDDF et BPC-P, et de 2,5 ng TEQ/kg de graisses pour la somme des PCDDF, dans les produits laitiers contenant au moins 2 % de graisses ⁽³²⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PCDDF et BPC-P ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans la crème glacée et le fromage, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PCDDF et BPC-P recherchés dans les produits laitiers ainsi que leur limite de détection respective.

5.4.6 Conclusion

Les résultats globaux, en ce qui concerne la conformité à la réglementation québécoise, pour les familles de POP analysées dans le lait et les produits laitiers sont présentés au tableau 5.4.6_1.

Tableau 5.4.6_1 Conformité à la réglementation pour les polluants organiques persistants dans le lait et les produits laitiers

Pourcentage de conformité

	HAP	PBDE	POC	BPC	PCDDF	BPC-P
Lait	67,1	98,1	71,6	89,0	—	—
Crème glacée	85,5	100	37,1	98,4	100	82,4
Fromage	91,5	100	1,7	100	90,9	36,4
Yogourt	100	100	96,8	100	100	100
Total	80,8	99,1	57,8	94,7	96,9	73,3

On peut y voir que si le pourcentage de conformité était élevé pour les PBDE, les BPC et les PCDDF, il était plus faible pour les HAP, les BPC-P et particulièrement pour les POC, pour lesquels il existe pourtant d'importantes restrictions sur l'utilisation en agriculture. Cependant, ces non-conformités sont par rapport à une norme qui interdit la présence de tout contaminant dans le lait et les produits laitiers, ce qui est impossible à atteindre pour les contaminants environnementaux ⁽⁴¹⁾. Par contre, tous les échantillons respectaient les LMR canadiennes pour les POC. De même, les teneurs maximales de la Commission européenne pour les BPC indicateurs et pour les PCDDF/BPC-P étaient respectées pour tous les échantillons. Pour les HAP, les résultats ont fait l'objet d'une évaluation de risque au MAPAQ ⁽³⁹⁾ qui a conclu que l'innocuité des produits analysés n'était pas compromise. Finalement, les concentrations de PBDE mesurées ne posaient pas de risque probant pour la santé humaine.

5.5 ALIMENTS POUR BÉBÉ

Pour les purées de viande, dont le plan de surveillance a été entrepris au début du plan quinquennal, ce sont quatre des cinq familles de POP qui ont été analysées, les POC n'étant pas encore inclus dans la méthode d'analyse. Par la suite, les cinq familles ont été recherchées dans le lait maternisé et la purée de légumes. Pour les céréales de bébé, tout comme pour celles à déjeuner, seules les familles des HAP et des POC ont été faites, sur la base des observations de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) ⁽⁵⁾. Les résultats de BPC-P seront discutés dans la section des PCDDF.

Les purées de viandes étudiées (bœuf, poulet, agneau, porc et veau) ne contenaient pas de légumes ou de féculents ajoutés. Les différentes classes de céréales étudiées étaient l'avoine, le blé, le riz et le mélange de différentes céréales. Avec un échantillonnage aléatoire, ce sont principalement des laits en poudre qui ont été analysés, et dans une moindre mesure des laits prêt-à-servir et des laits concentrés à diluer. Pour leur part, les purées de légumes ne contenaient pas de viande ou de féculents ajoutés et excluaient les mélanges. Les différentes classes de légumes en purée obtenues à la suite d'un échantillonnage aléatoire étaient la carotte, la courge musquée, la courgette, le haricot, le maïs et la patate douce.

5.5.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Comme il n'existe pas de réglementation au Canada pour les HAP dans les aliments pour bébé, le tableau 5.5.1_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les quatre catégories d'aliments analysés.

Tableau 5.5.1_1 Échantillons positifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les aliments pour bébé

Céréales pour bébé – HAP : 62 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	52	83,9	0,03	8	2	S. O.
Somme des HAP indicateurs	30	48,4	0,027	0,38	0,082	S. O.

Lait maternisé – HAP : 60 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	56	93,3	0,008	8	2	S. O.
Somme des HAP indicateurs	36	60,0	0,03	1,5	0,3	S. O.

Purée de légumes pour bébé – HAP : 63 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	23	36,5	0,03	2	0,3	S. O.
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

Purée de viandes (agneau, bœuf, poulet, porc et veau) – HAP : 64 échantillons analysés (31 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	18	28,1	0,7	7	3	S. O.
Somme des HAP indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On constate que ce sont les échantillons de céréales et de lait maternisé qui présentaient la plus grande proportion de positifs pour les HAP, soit 83,9 % des céréales et 93,3 % des laits qui contenaient au moins un HAP en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Dans le cas des purées de viandes et des purées de légumes, la proportion était plus faible à 28,1 % et à 36,5 %, respectivement. Pour les HAP indicateurs, la proportion était nettement moins importante que pour la somme des HAP. Ce sont également les céréales et le lait qui en contenaient le plus, soit à 48,4 % et 60,0 % respectivement.

Les HAP les plus récurrents dans les céréales étaient l'acénaphthène, le fluorène, le phénanthrène et le pyrène. Les concentrations les plus élevées ont été mesurées pour le naphthalène. Le principal HAP indicateur trouvé était le chrysène.

Dans les laits maternisés, les HAP les plus récurrents étaient le pyrène, le benzo[e]pyrène, le benzo[c]phénanthrène, le fluoranthène et le cyclopenta[c,d]pyrène. Les concentrations les plus élevées ont été obtenues pour le pyrène et le fluoranthène. Le benzo[a]anthracène et le chrysène étaient les HAP indicateurs les plus fréquemment rencontrés.

Pour les purées de légumes, ce sont principalement le phénanthrène et le pyrène qui ont été trouvés. Ce dernier présentait les concentrations les plus importantes.

Le 2-méthyl-naphthalène, à la fois le plus récurrent et le plus concentré, de même que le naphthalène et l'acénaphthène ont été observés dans les purées de viande. Aucun HAP indicateur n'a été rapporté.

Tous les résultats pour la somme des HAP indicateurs dans les purées de viandes et les céréales étaient inférieurs à la teneur maximale établie par la Commission européenne de 1,0 µg/kg pour les aliments pour bébé ⁽³²⁾. Dans le cas des laits maternisés, certains échantillons (deux, soit 3,3 % de l'échantillonnage) dépassaient faiblement la teneur maximale de la Commission européenne de 1,0 µg/kg pour les préparations pour nourrissons et préparations de suite, incluant les laits ⁽³²⁾. Une telle situation a souvent été rapportée dans la littérature scientifique (42-43). Les résultats pour les HAP dans les laits maternisés ont été transmis au Bureau d'innocuité des produits chimiques de Santé Canada, par l'intermédiaire de l'ACIA. Santé Canada a conclu que la consommation des préparations pour nourrissons en cause ne suscitait aucune préoccupation en matière d'innocuité et ne posent pas un danger à la santé ⁽⁴⁴⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des HAP ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les céréales, les laits maternisés, les purées de légumes et les purées de viandes pour bébé, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des HAP recherchés dans les aliments pour bébé ainsi que leur limite de détection respective.

5.5.2 Polybromodiphényléthers (PBDE)

Comme il n'existe pas non plus de norme canadienne sur les teneurs maximales de PBDE dans les aliments pour bébé, le tableau 5.5.2_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les trois catégories d'aliments analysés, soit le lait maternisé, les purées de légumes et les viandes.

Tableau 5.5.2_1 Échantillons positifs pour les polybromodiphényléthers dans les aliments pour bébé

Lait maternisé – PBDE : 60 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	1	1,7	0,010	0,010	0,010	S. O.

Purée de légumes pour bébé – PBDE : 63 échantillons analysés (14 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	1	1,6	0,17	0,17	0,010	S. O.

Purée de viandes (agneau, bœuf, poulet, porc et veau) – PBDE : 64 échantillons analysés (10 contaminants recherchés)

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des PBDE	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

De manière générale, les PBDE sont très peu présents dans les aliments pour bébé analysés. Aucun congénère n'a été détecté dans les viandes, alors que pour le lait maternisé et les purées de légumes, seulement 1,7 % et 1,6 % respectivement des échantillons contenaient au moins un PBDE en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Dans les purées de légumes, les principaux PBDE retrouvés étaient les congénères 47, 99 et 100, avec des concentrations du même ordre de grandeur. Dans le lait maternisé, seul le PBDE-99 a été retrouvé.

En l'absence de teneur maximale au Canada et dans l'Union européenne, nous avons vérifié que les concentrations de PBDE dans les échantillons positifs ne posaient pas de risque probant pour la santé des jeunes enfants et l'exposition demeure généralement faible selon les analyses effectuées.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PBDE ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les laits maternisés et les purées de légumes, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PBDE recherchés dans les aliments pour bébé ainsi que leur limite de détection respective

5.5.3 Pesticides organochlorés (POC)

À l'exception de l'endosulfan dans les purées de haricots et de courge, légumes pour lesquels la LMR canadienne est de 1 000 µg/kg, tous les POC recherchés dans le cadre de cette étude sont sujets à la LMR canadienne par défaut de 100 µg/kg en l'absence d'une LMR spécifique dans les légumes analysés.

Le tableau 5.5.3_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les POC dans les céréales, les laits maternisés ainsi que les purées de légumes pour bébé.

Tableau 5.5.3_1 Conformité à la réglementation pour les pesticides organochlorés dans les aliments pour bébé

Céréales pour bébé - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
62	62	100

Lait maternisé - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
60	60	100

Purée de légumes pour bébé - POC (27 contaminants recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
63	63	100

Nous n'avons constaté de non-conformité pour aucun des 27 POC recherchés dans les produits analysés. Ces résultats sont en cohérence avec les résultats rapportés pour l'analyse des résidus de pesticides dans le premier volet de ce bilan ⁽⁴¹⁾ pour lesquels certains POC étaient analysés à l'aide d'une méthode environ 1 000 fois moins sensible.

Aucun POC n'a été rapporté dans le lait maternisé et très peu dans les céréales (4,8 % des échantillons étaient positifs, seulement en hexachlorobenzène). Cependant, 58,7 % des purées de légumes contenaient au moins un résidu de POC en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Les principaux résidus de POC retrouvés, par ordre décroissant de récurrence étaient la dieldrine, le o-p'DDD, p,p'-DDE, le p-p'-DDD et le o-p'-DDE ainsi que le cisonachlor. Les plus concentrés étaient la dieldrine et le p,p'-DDE. Ce sont principalement les purées de carotte et de courge musquée qui en contenaient parmi les classes de légumes analysées.

Malgré l'absence de non-conformités, et comme les LMR canadiennes n'ont pas été fixées pour la clientèle particulièrement vulnérable que sont les bébés, nous avons aussi comparé les résultats à la teneur maximale par défaut plus sévère de la Commission européenne de 10 µg/kg pour les pesticides dans les préparations à base de céréales et les aliments pour bébés ⁽⁴⁷⁾. Toutes les concentrations mesurées étaient inférieures à cette norme. Parmi les échantillons positifs, quatre échantillons de purée de courge musquée de lots différents présentaient des teneurs de dieldrine plus élevées que les autres. Une vérification supplémentaire quant au risque présenté par ces quatre aliments a été faite en calculant la quantité de purée qu'il faudrait manger pour atteindre la dose journalière tolérable provisoire (DJTP) ⁽⁴⁸⁾, qui représente la quantité de ce produit chimique qu'un individu peut ingérer sur une base quotidienne pour la durée de vie sans risque appréciable d'effets néfastes à la santé. Les informations relatives à ces analyses ont été transmises, au Bureau d'innocuité des produits chimiques de Santé Canada. Santé Canada a déterminé qu'ils ne représentaient pas de risque en matière d'innocuité ⁽⁴⁴⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des résidus de POC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les céréales et les purées de légumes pour bébé, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des POC recherchés dans les aliments pour bébé ainsi que leur limite de détection respective.

5.5.4 Biphényles polychlorés (BPC)

Il n'existe pas de réglementation au Canada pour les BPC dans les aliments pour bébé. Le tableau 5.5.4_1 présente une synthèse des échantillons positifs en BPC et en BPC indicateurs dans les trois catégories d'aliments analysés, soit le lait maternisé, les purées de légumes et les viandes.

Tableau 5.5.4_1 Échantillons positifs pour les biphényles polychlorés dans les aliments pour bébé. Les résultats spécifiques aux biphényles polychlorés planaires de type dioxine sont rapportés avec ceux des dioxines et furanes (PCDDF)

Lait maternisé – 60 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
Somme des BPC indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

Purée de légumes pour bébé – 63 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	4	6,3	0,006	0,11	0,04	S. O.
Somme des BPC indicateurs	1	1,6	0,05	0,05	0,05	S. O.

Purée de viandes (agneau, bœuf, poulet, porc et veau) – 64 échantillons analysés - BPC : 71 contaminants recherchés – BPC indicateurs : 6 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des BPC	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
Somme des BPC indicateurs	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On retrouve peu de BPC dans les aliments pour bébé analysés. Seules les purées de légumes en contiennent, et seulement dans un pourcentage relativement faible de l'échantillonnage, soit 6,3 % pour les BPC et 1,6 % pour les BPC indicateurs. Les échantillons positifs étaient des purées de carotte et de courge musquée, et les congénères BPC-37 et 95 y étaient les plus récurrents, ce dernier présentant les concentrations les plus élevées. Le seul résultat positif de BPC indicateurs dans les purées de légumes concernait un échantillon de courge musquée. Il contenait un seul congénère, le BPC-138, en concentration inférieure à la teneur maximale de la Commission européenne de 1,0 µg/kg pour les denrées alimentaires destinées aux nourrissons et aux enfants en bas âge ⁽³²⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des BPC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les purées de légumes, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des BPC recherchés dans les aliments pour bébé ainsi que leur limite de détection respective.

5.5.5 Dioxines et furanes (PCDDF), et biphényles polychlorés planaires de type dioxine (BPC-P)

En l'absence de normes canadiennes, le tableau 5.5.5_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les trois catégories d'aliments analysés, soit le lait maternisé, les purées de légumes et les purées de viandes.

Tableau 5.5.5_1 Échantillons positifs pour les dioxines, furanes et biphényles polychlorés planaires de type dioxine dans les aliments pour bébé

Lait maternisé – 23 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	2	8,7	0,7	2,0	1	S. O.
Somme des BPC-P	1	4,3	2,2	2,2	2,2	S. O.

Purée de légumes pour bébé – 27 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
Somme des BPC-P	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

Purée de viandes (agneau, bœuf et poulet) – 5 échantillons analysés - PCDDF : 17 contaminants recherchés – BPC-P : 12 contaminants recherchés

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (ng/kg)	Concentration maximale* (ng/kg)	Concentration moyenne* (ng/kg)	Norme légale (ng/kg)
Somme des PCDDF	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.
Somme des BPC-P	0	0	S. O.	S. O.	S. O.	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

Seul le lait maternisé contenait des PCDDF ou des BPC-P en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification, et cela en faible pourcentage, soit 8,7 % pour les PCDDF et 4,3 % pour les BPC-P. Cependant, il faut noter que seulement cinq échantillons de purées de viandes ont été analysés pour la recherche de ces contaminants.

Les PCDDF retrouvés dans les laits maternisés étaient le 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-HpCDD et l'OCDD, ce dernier présentant les concentrations les plus élevées. Le seul BPC-P présent était le BPC-105.

Les concentrations mesurées ont été comparées aux teneurs maximales de la Commission européenne de 0,2 ng TEQ/kg pour la somme des PCDDF et BPC-P et de 0,1 ng TEQ/kg pour la somme des PCDDF, dans les denrées alimentaires destinées aux nourrissons et aux enfants en bas âges⁽³²⁾. Tous les résultats étaient nettement inférieurs à ces normes.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des PCDDF et BPC-P ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les laits maternisés, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des PCDDF et BPC-P recherchés dans les aliments pour bébé ainsi que leur limite de détection respective.

5.5.6 Conclusion

En ce qui concerne la conformité à la réglementation canadienne, les résultats globaux pour les familles de POP analysées dans les aliments pour bébé sont présentés au tableau 5.5.6_1.

Tableau 5.5.6_1 Conformité à la réglementation pour les polluants organiques persistants dans les aliments pour bébé

Pourcentage de conformité

	HAP	PBDE	POC	BPC	PCDDF
Céréales	S. O.	—	100	—	—
Lait maternisé	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Purée de légumes	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.
Purée de viandes	S. O.	S. O.	—	S. O.	S. O.
Total	S. O.	S. O.	100	S. O.	S. O.

On peut y voir que le pourcentage de conformité était de 100 % pour le seul groupe de POP pour lequel il y avait une réglementation canadienne, soit les résidus de POC.

Pour les autres groupes, dans le cas des HAP, des BPC et des PCDDF/BPC-P, les concentrations mesurées respectaient généralement les teneurs maximales de la Commission européenne. La seule exception était les HAP dans des laits maternisés et Santé Canada a conclu que la consommation de ces produits ne suscitait pas de préoccupations en matière d'innocuité. Pour ce qui est des PBDE, les concentrations mesurées ne posaient pas de risque probant pour la santé humaine.

5.6 CÉRÉALES À DÉJEUNER

L'analyse des POP n'était pas initialement prévue dans les produits céréaliers pour ce plan de surveillance. Au cours de révisions annuelles, et sur la base des observations de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) ⁽⁶⁾, les HAP et les POC ont été ajoutés à l'analyse des céréales à déjeuner à partir de 2014.

Le prélèvement aléatoire a permis d'obtenir 4 céréales de flocon de maïs, 5 céréales de riz, 6 céréales de blé soufflé, 11 gruaux d'avoine, 14 céréales de son de blé et 17 céréales sucrées variées.

5.6.1 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Comme il n'existe pas de réglementation au Canada pour les HAP dans les produits céréaliers, le tableau 5.6.1_1 présente une synthèse des échantillons positifs dans les céréales à déjeuner.

Tableau 5.6.1_1 Échantillons positifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les céréales à déjeuner

Paramètre	Nombre d'échantillons positifs	Pourcentage de positifs	Concentration minimale* (µg/kg)	Concentration maximale* (µg/kg)	Concentration moyenne* (µg/kg)	Norme légale (µg/kg)
Somme des HAP	37	64,9	0,020	54	5,2	S. O.
Somme des HAP indicateurs	24	42,1	0,020	0,27	0,085	S. O.

* : Seules les valeurs quantifiables sont rapportées ou prises en compte dans cette colonne.

On constate que 64,9 % des céréales à déjeuner contenaient au moins un HAP en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Les HAP les plus récurrents, en ordre décroissant d'occurrence, étaient le phénanthrène (aussi le plus concentré), le fluorène, l'acénaphène et le pyrène.

Par ailleurs, 42,1 % contenaient au moins un des quatre HAP indicateurs en concentration supérieure ou égale à la limite de quantification. Le chrysène a été rapporté positif dans 95,8 % des échantillons contenant des HAP indicateurs. C'était l'HAP indicateur le plus récurrent et il était de concentration relativement importante par rapport aux autres HAP mesurés. Suivaient de près, en termes de récurrence, les composés benzo[*b,j,k*]fluoranthène. Les procédés de séchage des céréales, par exemple pour le son de blé, sont susceptibles d'être à l'origine de la présence de ce composé.

Tous les résultats pour la somme des HAP indicateurs dans les céréales à déjeuner étaient nettement inférieurs à la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne, soit celle de 1 µg/kg dans les différents aliments pour bébé ⁽³²⁾.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des HAP ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales aux limites de quantification dans les céréales à déjeuner, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des HAP recherchés dans les céréales à déjeuner ainsi que leur limite de détection respective.

5.6.2 Pesticides organochlorés (POC)

Il n'existe pas de LMR canadiennes spécifiques pour les POC recherchés dans le cadre de cette étude dans les céréales à déjeuner. La norme par défaut de 0,1 mg/kg a donc été utilisée pour vérifier la conformité.

Le tableau 5.6.2_1 rapporte le nombre et le pourcentage d'échantillons conformes pour les POC dans les céréales à déjeuner.

Tableau 5.6.2_1 Conformité à la réglementation pour les résidus de pesticides organochlorés dans les céréales à déjeuner

Céréales à déjeuner - POC (27 résidus recherchés)

Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons conformes	Pourcentage de conformité
57	57	100

Nous n'avons constaté de non-conformité pour aucun des 27 POC dans les céréales à déjeuner.

De 1 à 3 résidus étaient présents dans les échantillons positifs, principalement des traces d'hexachlorobenzène et de composantes de la somme des DDT, principalement du p,p'-DDE. Les autres composés de la somme des DDT étaient aussi présents, mais le p,p'-DDE était le plus récurrent, en plus de présenter la concentration maximale de tous les POC. L'hexachlorobenzène a aussi été observé dans les céréales pour bébé. L'échantillonnage par variété de céréales n'a pas été suffisant pour établir de corrélation.

La liste complète des échantillons, pour lesquels des résidus de POC ont été trouvés à des concentrations supérieures ou égales à la limite de quantification dans les céréales à déjeuner, est donnée à l'annexe 1. On retrouve à l'annexe 2 la liste des résidus de POC recherchés dans les céréales à déjeuner ainsi que leur limite de détection respective.

5.6.3 Conclusion

Les résultats globaux pour les familles de POP analysées dans les céréales à déjeuner sont présentés au tableau 5.6.3_1.

Tableau 5.6.3_1 Conformité à la réglementation pour les polluants organiques persistants dans les céréales à déjeuner

Pourcentage de conformité

	HAP	POC
Céréales	S. O.	100

On peut y voir que le pourcentage de conformité était de 100 % pour les résidus de POC. Dans le cas des HAP, pour lesquels il n'y a pas de normes canadiennes, tous les résultats étaient nettement inférieurs à la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne pour les HAP indicateurs, soit celle de 1 µg/kg dans les différents aliments pour bébé ⁽³²⁾.

6. CONCLUSION

De façon générale, les aliments analysés respectaient la réglementation canadienne, ou en l'absence de celle-ci, la réglementation européenne, et ne présentaient pas de risque probant pour la santé humaine. Le lait et les produits laitiers représentaient un cas particulier qui sera discuté plus loin.

Tous les échantillons respectaient les normes canadiennes pour les POC ainsi que celles pour les BPC et les PCDDF dans le poisson. En ce qui concerne les aliments n'ayant pas de réglementation canadienne pour les BPC, ils respectaient tous les normes européennes pour ce groupe de contaminants. Les PBDE n'ont pas de normes canadiennes ni européennes, mais les concentrations mesurées ne présentaient pas de risque pour la santé humaine et l'exposition demeurait généralement faible selon les analyses effectuées. Les échantillons analysés respectaient aussi, presque toujours, les normes européennes pour les HAP et les PCDDF/BPC-P, à l'exception de deux échantillons de lait maternisé (HAP) et de deux échantillons de bœuf haché (PCDDF).

Dans le cas des laits maternisés, 2 échantillons sur les 60 analysés (3,3 %) dépassaient faiblement la teneur maximale de la Commission européenne de 1,0 µg/kg pour les HAP indicateurs dans les préparations pour nourrissons et préparations de suite, incluant les laits ⁽³²⁾. Les résultats pour les HAP dans les laits maternisés ont été transmis à Santé Canada. Le Bureau d'innocuité des produits chimiques de Santé Canada a conclu que la consommation des préparations lactées en cause ne suscitait aucune préoccupation en matière d'innocuité ⁽⁴⁴⁾.

D'autre part, deux échantillons de bœuf haché mi-maigre, prélevés dans un même établissement et provenant vraisemblablement du même lot de production, avaient des concentrations, pour la somme des PCDDF, supérieures à la teneur maximale européenne de 2,5 ng TEQ/kg de graisses. Un suivi a été effectué par le MAPAQ. Le dépassement des normes européennes n'a été observé que pour 2 échantillons de bœuf haché mi-maigre sur les 66 analysés, soit 3,0 % de l'échantillonnage. À la suite de ces résultats, de nouveaux programmes de surveillance dans les viandes hachées ont été entrepris par le MAPAQ.

Par ailleurs, le cas du lait et des produits laitiers est particulier, puisqu'il existe au Québec une norme qui interdit la présence de tout contaminant dans ces aliments ⁽²⁾, ce qui est impossible à atteindre pour les contaminants environnementaux ⁽⁴¹⁾. Le pourcentage de conformité n'est donc de 100 % pour aucune des cinq familles de POP analysées. Bien que ce pourcentage fût élevé pour les PBDE, les BPC et les PCDDF, il était plus faible pour les HAP, les BPC-P et particulièrement pour les POC, pour lesquels il existe pourtant d'importantes restrictions sur l'utilisation en agriculture. Cependant, tous les échantillons respectaient les LMR canadiennes pour les POC. De même, les teneurs maximales de la Commission européenne pour les BPC indicateurs et pour les PCDDF/BPC-P étaient respectées pour tous les échantillons. Pour les HAP, dans certains échantillons de crème glacée, les résultats d'analyses dépassaient la teneur maximale la plus sévère de la Commission européenne, soit celle de 1 µg/kg dans les différents aliments pour bébé ⁽³²⁾. L'ensemble des résultats pour le lait et les produits laitiers a donc fait l'objet d'une évaluation de risque au MAPAQ qui a conclu qu'il n'y a pas lieu de croire que l'innocuité des produits analysés n'était pas assurée. Finalement, comme dans les autres catégories d'aliments analysés, les concentrations de PBDE mesurées dans le lait et les produits laitiers ne posaient pas de risque probant pour la santé humaine.

7. LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ACIA : Agence canadienne d'inspection des aliments

BPC : Biphéyles polychlorés

BPC-P : BPC planaires de type dioxine

DDD : Dichlorodiphényldichloroéthane

DDE : Dichlorodiphényldichloroéthylène

DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane

DJTP : Dose journalière tolérable provisoire

DMEO : Dose minimale avec effet observé

EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

GC-MS/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse en tandem

GPC : Chromatographie par perméation de gel

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec

LEAA : Laboratoire d'expertises et d'analyses alimentaires

LMR : Limite maximale de résidus

MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

OMS : Organisation mondiale de la santé

PBDE : Polybromodiphényléthers

PCDD : Polychlorodibenzo-*p*-dioxines, communément appelées dioxines

PCDDF : Dioxines et furanes

PCDF : Polychlorodibenzo-furanes, communément appelées furanes

POC : Pesticides organochlorés

POP : Polluants organiques persistants

TEF : Facteur d'équivalence toxique (Toxic equivalency factor)

TEQ : Équivalents toxiques (Toxic equivalent quantity)

8. RÉFÉRENCES

- (1) Plan de surveillance des contaminants dans les produits alimentaires vendus au Québec, MAPAQ (2019) <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/md/Publications/Pages/Details-Publication.aspx?guid=%7ba0060da8-828b-4124-a9f8-ae778a6d706f%7d>
- (2) <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/P-29,%20r.%201>
- (3) https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/plan_surveillance.pdf
- (4) <http://chm.pops.int/Home/tabid/2121/mctl/ViewDetails/EventModID/7595/EventID/453/xmid/7598/Default.aspx>
- (5) <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/080804>
- (6) Code d'usages pour la réduction de la contamination des aliments par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) issus des processus de fumage et de séchage direct, Commission du Codex Alimentarius, document CAC/RCP 68-2009 (2009)
- (7) <https://publications.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/406320bf-a2ca-4885-9aa5-9d5ca98e94b8/language-fr>
- (8) Grova, N. et coll., J. Agric. Food Chem. 50, 4640 (2002).
- (9) <https://pollution-dechets.canada.ca/registre-protection-environnementale/reglements/visualiser?id=114>
- (10) <https://www.hss.gov.nt.ca/sites/hss/files/resources/contaminants-fact-sheets-aldrin-dieldrin-fr.pdf>
- (11) <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/gestion-substances-toxiques/liste-loi-canadienne-protection-environnement/hexachlorobenzene.html>
- (12) <http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1316102914633/1316103004743>
- (13) <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/rapports-publications/pesticides-lutte-antiparasitaire/decisions-mises-jour/note-reevaluation/2011/abandon-endosulfan-rev2011-01.html>
- (14) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1259>
- (15) <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/substances-chimiques/fiches-renseignements/en-bref/biphenyles-polychlores.html>
- (16) Code d'usages pour la prévention et la réduction de la contamination des aliments par les dioxines, les PBC de type dioxine et autres que ceux de type dioxine dans les aliments de consommation humaine et animale, Commission du Codex Alimentarius, document CXC 622006 (2018) http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252F-CAC%2BRCP%2B62-2006%252FCXC_062f.pdf
- (17) <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5333>
- (18) http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-01-270_fr.htm?locale=en
- (19) <http://www.inspection.gc.ca/animaux/aliments-du-betail/directives-reglementaires/rg-8/fra/1347383943203/1347384015909?chap=2#s2c2>
- (20) Van den Berg, M. et coll., Toxicol. Sci. 93, 223 (2006)
- (21) <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/f-27/>
- (22) http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C.,_ch._870/
- (23) <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/contaminants-chimiques/contaminants-adulterantes-aliments.html>
- (24) <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/contaminants-chimiques/concentrations-maximales-etablies-egard-contaminants-chimiques-aliments.html#a5>
- (25) <http://www.inspection.gc.ca/aliments/residus-chimiques-microbiologie/residus-chimiques/certains-aliments/fra/1430827884937/1430827885609>

- (26) <http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/mrl-lrm/index-fra.php>
- (27) <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/p-9.01/>
- (28) <http://www.inspection.gc.ca/aliments/poisson-et-produits-de-la-mer/manuels/manuel-des-normes-et-methodes/fra/1348608971859/1348609209602?chap=7#s20c7>
- (29) <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/P-29>
- (30) Statistique Canada- n° 21-020-X au catalogue, Statistiques sur les aliments au Canada. 2009, tableaux 3.1 à 3.13. <http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/Statcan/21-020-X/21-020-XIF.html>
- (31) Commission du Codex Alimentarius, FAO/OMS. Méthodes recommandées pour l'échantillonnage aux fins du dosage des résidus de pesticides en vue du contrôle de conformité avec les LMR, CAC/GL 33-1999.
- (32) RÈGLEMENT (CE) No 1881/2006 DE LA COMMISSION du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, Journal officiel L 364 du 20.12.2006, p. 5-24 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20180319&qid=1540116048375&from=FR>
- (33) https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/pbde/pbde-fra.pdf
- (34) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014H0663&from=FR>
- (35) <https://ciqual.anses.fr/#/aliments/22000/oeuf-cru>
- (36) Franci, C. D. et coll., Environ. Toxicol. Chem. 37, 1556 (2018)
- (37) Boucher, B. A. et coll., J. Food Compos. Anal. 69, 171 (2018)
- (38) INRA, Prod. Anim. 18, 355 (2005)
- (39) Hébert, C., Rapport d'expertise interne portant sur la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le lait, le fromage, la crème glacée et les œufs, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2018)
- (40) Salem, N. M. et coll., Chemosphere 77, 673 (2009)
- (41) <http://www.inspection.gc.ca/aliments/residus-chimiques-microbiologie/residus-chimiques/certains-aliments/fra/1430827884937/1430827885609>
- (42) Santonicola, S. et coll., Chemosphere 175, 383 (2017)
- (43) Garcia Londono, V. A. et coll., Food Addit. Contam. Part B 10, 284 (2017)
- (44) ACIA, communication personnelle
- (45) <http://www.urgencehsj.ca/referentiels/courbes-de-croissance/>
- (46) <https://www.inspq.qc.ca/mieux-vivre>
- (47) Directive 2006/125/CE de la Commission du 5 décembre 2006 concernant les préparations à base de céréales et les aliments pour bébés destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge. Journal officiel L 339 du 6.12.2006, p. 16-35 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0125&qid=1540116448181&from=FR>
- (48) http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/en/?p_id=1

