



Canadian Food Inspection Agency Agence canadienne d'inspection des aliments

PLAN D'ACTION POUR ASSURER LA SÉCURITÉ DES PRODUITS ALIMENTAIRES

RAPPORT

2008-2009
ENQUÊTES CIBLÉES – CHIMIE
TS-CHEM-08/09-03

RÉSIDUS DE PESTICIDES ET MÉTAUX
DANS LES
PRODUITS DE TOMATES TRANSFORMÉS

SGDDI n° 2164814, v 4
Tableaux de données SGDDI n° 2076911

Special Surveys | Enquêtes spéciales
Chemical Evaluation | Évaluation chimique
Food Safety Division | Division de la salubrité des aliments
Canadian Food Inspection Agency | Agence canadienne d'inspection des aliments
1400 Merivale Road | 1400, chemin Merivale
Ottawa (Ontario) Canada
K1A 0Y9

Table des matières

Table des matières	2
1 Introduction.....	4
1.1 Plan d’action pour assurer la sécurité des produits alimentaires	4
1.2 Enquêtes ciblées.....	4
1.3 Produits de tomates transformés	5
1.3.1 Définition des produits de tomates transformés.....	5
1.3.2 Marché canadien des produits de tomates transformés.....	5
1.3.3 Transformation des tomates.....	5
1.4 Dangers potentiels associé aux tomates transformées	6
1.5 Pesticides.....	7
1.6 Métaux	7
1.7 Objectif de l’enquête ciblée	9
2 Échantillons d’enquête et méthodes d’analyse	9
2.1 Aperçu des échantillons d’enquête	9
2.2 Limites de l’enquête.....	12
2.3 Méthodes d’analyse	12
2.3.1 Analyse des résidus de pesticides	13
2.3.2 Analyse des métaux	13
3 Résultats et discussions.....	14
3.1 Aperçu.....	14
3.2 Résultats de l’analyse des résidus de pesticides	14
3.2.1 Échantillons ayant fait l’objet d’une analyse des résidus de pesticides....	14
3.2.2 Répartition des résidus par pays d’origine.....	15
3.2.3 Répartition des résidus par type de produit.....	16
3.2.4 Analyse de résultats de résidus de pesticides particuliers.....	17
3.3 Résultats de l’analyse des métaux.....	18
3.3.1 Échantillons d’analyse des métaux	18
3.3.2 Analyse des métaux par pays d’origine et par type de produit.....	18
4 Conclusions.....	23
5 Considérations futures	23
6 Références.....	25
7 Annexe A	26
8 Annexe B	27
9 Annexe C	29
10 Annexe D.....	39

Sommaire

Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires (PAASPA) vise à moderniser et à améliorer le système d'assurance de la salubrité des aliments du Canada. Dans le cadre de l'initiative de surveillance accrue du PAASPA, des enquêtes sont menées afin d'analyser divers aliments en vue d'y déceler des dangers précis.

Les principaux objectifs visés par l'enquête sur les produits de tomates transformés étaient les suivants :

- fournir des données de surveillance de base sur les résidus de pesticides présents dans les produits de tomates transformés n'ayant pas fait l'objet d'une enquête dans le cadre du Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC);
- fournir un profil sommaire des produits de tomates transformés importés pour lesquels les mesures de lutte antiparasitaire ne sont pas soumises à l'autorité du gouvernement du Canada.

Aux fins de l'enquête ciblée, 297 produits de tomates transformés (290 produits importés et 7 produits canadiens) ont été recueillis et analysés. Les échantillons comprenaient 10 types différents de tomates transformées provenant de 13 pays. Les principaux pays importateurs de produits de tomates transformés, dont les États-Unis et l'Italie ont été ciblés.

La méthode d'analyse multi-résidus visant les pesticides permet de détecter environ 300 composés de carbamates, d'organochloré et d'organophosphaté. La méthode d'analyse multi-métaux peut détecter la présence de 18 métaux, incluant l'aluminium, l'arsenic, l'antimoine, le béryllium, le bore, le cadmium, le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le mercure, le molybdène, le nickel, le plomb, le sélénium, l'étain, le titane et le zinc.

La majorité des 297 échantillons analysés (250, ou 84,18 %) ne contenaient aucun résidu de pesticide mesurable, et tous les échantillons étaient conformes aux limites maximales de résidus (LMR) canadiennes. Trente-neuf échantillons contenaient un résidu de pesticide détectable, sept en contenaient deux et un en contenait trois.

La totalité des 297 échantillons analysés contenaient un ou plusieurs des 18 métaux visés. Tous les échantillons se sont avérés conformes aux seuils de tolérance actuellement établis pour les métaux au Canada. Les concentrations mesurées pour tous les autres métaux (pour lesquels aucun seuil de tolérance n'est fixé) étaient trop faibles pour présenter un risque pour la santé humaine.

1 Introduction

1.1 Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires

Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires vise à moderniser et à améliorer le système d'assurance de la salubrité des aliments du Canada. Ce plan d'action comprend de multiples partenaires et processus travaillant en collaboration en vue d'offrir des aliments sains aux Canadiens.

L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a été chargée de diriger l'amélioration de la surveillance, initiative importante du Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires. L'ACIA participe à cette initiative en collaboration avec : 1) des partenaires du gouvernement fédéral, y compris Agriculture Canada et Santé Canada; 2) des représentants provinciaux et territoriaux; 3) des représentants de l'industrie et d'autres organismes non gouvernementales (ONG).

Dans le cadre de l'initiative de surveillance accrue de ce plan d'action, des enquêtes ciblées sont menées afin d'analyser divers aliments afin d'y déceler des dangers précis. Les enquêtes ciblées représentent une approche complémentaire aux activités régulières de surveillance de l'ACIA. Ces enquêtes permettront à l'ACIA de poser des questions précises sur le niveau et la présence de dangers chimiques et microbiologiques dans des aliments ciblés.

1.2 Enquêtes ciblées

Les enquêtes ciblées peuvent être considérées comme des enquêtes spéciales ou pilotes servant à recueillir de l'information préliminaire sur la présence de résidus chimiques et de métaux dans les aliments. Elles sont conçues pour répondre à une question bien précise. Par conséquent, les analyses sont ciblées en fonction d'un ensemble d'échantillons précis (comme le type de produit et/ou la région géographique). En raison du grand nombre de substances chimiques et de types d'aliments qui existent actuellement à l'échelle mondiale, il est impossible de recourir aux enquêtes ciblées pour identifier et quantifier tous les risques chimiques liés aux aliments. L'ACIA se voit donc forcée de prioriser les combinaisons aliment-danger comportant le plus de risques pour la santé. La priorisation des risques repose sur : 1) l'analyse des résultats d'un modèle axé sur les risques; 2) la consultation des experts scientifiques des partenaires fédéraux, provinciaux et territoriaux (F/P/T) et des organismes non gouvernementaux (ONG); 3) l'utilisation des données d'enquête et de surveillance existantes.

Le modèle fondé sur les risques a été mis au point par un comité multidisciplinaire, soit le Comité scientifique de la salubrité des aliments (CSSA). L'information accessible au public sur les dangers et l'exposition des aliments est intégrée à un modèle qui établit alors une cote selon le risque relatif. Les dangers font ensuite l'objet d'une autre

évaluation par les membres du CSSA, qui en viennent à un consensus sur les priorités générales.

La présente enquête ciblée porte sur les concentrations de pesticides et de métaux lourds présentes dans les produits de tomates transformés. Les tomates transformées sont largement consommées au Canada sous de nombreuses formes, qu'il s'agisse de tomates entières en conserve, de sauce à pizza ou de ketchup.

1.3 Produits de tomates transformés

1.3.1 Définition des produits de tomates transformés

La tomate est un fruit de forme, de taille et de couleur variables. Il en existe plus de 10 000 variétés. La durée de conservation des tomates fraîches étant limitée, le fait de les transformer, par exemple en sauces en conserve, donne un produit intéressant à durée de conservation accrue. Les tomates sont le plus souvent transformées en pâte de tomates, mais aussi en tomates pelées, en tomates en conserve, en tomates hachées, en tomates en purée, en sauce tomate, en sauce à pizza et en sauce marinara.

1.3.2 Marché canadien des produits tomates transformés

Les Américains sont les plus grands consommateurs de produits de tomates par habitant, (30 kg par année), comparativement au canadiens à 23 kg au Canada et aux Européens à 19 kg¹.

Le Canada est membre du Conseil mondial de la tomate d'industrie (CMTI), un organisme international qui représente l'industrie de tomates transformés. Selon le CMTI, les huit principaux pays producteurs, à l'origine de 84 % de la production mondiale, sont les suivants : les États-Unis (Californie), 9,33 millions de tonnes métriques; l'Italie, 4,97 millions; la Chine, 1,74 million; l'Espagne, 1,52 million; la Turquie, 1,5 million; le Brésil, 1,17 million; la Grèce, 1,01 million, et le Portugal, 950 000. Le Canada a déclaré une production de 590 000 tonnes métriques (tonnes métriques moyennes de 1998 à 2003).

1.3.3 Transformation des tomates

La plus grande partie des tomates cultivées aux fins de transformation servent à faire de la pâte de tomates (84 % à l'échelle mondiale). Au second rang viennent les tomates entières pelées. La pâte de tomates résulte de la concentration de la pulpe de tomates après enlèvement de la peau et des graines. La pulpe de tomates est obtenue au moyen d'un mortier et d'un pilon, de tamis ou de petites machines à dépulper². Les matières solides ainsi obtenues sont mises en suspension dans un milieu aqueux. La fabrication de la pâte de tomates est un procédé industriel qui comprend un traitement thermique, une étape de dépulpage-finition ainsi que des procédés secondaires. Le traitement thermique et le dépulpage-finition ont des objectifs différents. Le traitement thermique permet

d'inactiver les enzymes pectinolytiques, tandis que l'étape de dépulpage-finition ramollit les tissus et permet d'enlever la peau et les graines. Les caractéristiques physiques finales de la pâte de tomates dépendent des paramètres de transformation, qui diffèrent d'une marque et d'un produit à l'autre³.

La pâte de tomates peut aussi entrer dans la composition d'autres produits, comme le ketchup de tomates et la soupe aux tomates. Par ailleurs, les tomates peuvent être mises en conserve sous d'autres formes (hachées, pelées, en purée) nécessitant une étape de découpage mécanique.

1.4 Dangers potentiels liés aux tomates transformées

Il ya plusieurs types de dangers liés aux produits de tomates transformés. Ces dangers sont notamment de nature physique, microbiologique et chimique.

Un grand nombre de tomates utilisés dans l'industrie des produits de tomates sont cultivés dans des champs, Par conséquent, des matières étrangères, comme du sable, des grenailles et des débris poussés par le vent, peuvent être présentes sur les fruits. Les dangers physiques que présentent ces matières sont réduits au minimum dans le processus de production grâce aux nombreuses étapes de lavage.

Des dangers microbiologiques peuvent aussi être associés aux tomates. En effet, les tachetures et les coupures sur la surface des fruits causées par des lésions physiques sont des zones idéales de croissance de bactéries, d'insectes ou de moisissures. Des moisissures peuvent également se former durant le transport et le stockage. Au moment de produire des produits , de nombreuses étapes de transformation peuvent aider à diminuer les risques microbiologiques liés aux tomates. Ainsi, le lavage des tomates permet d'éliminer physiquement les dangers de surface, tandis que les étapes de chauffage (ou de pression élevée) peuvent détruire les moisissures et les bactéries qui ont pu contaminer l'intérieur des fruits.

Les dangers chimiques provenant des tomates peuvent être causés par des pesticides, des mycotoxines et des contaminants environnementaux (qui peuvent comprendre des métaux toxiques). D'autres dangers chimiques, qui peuvent être introduits au cours de la transformation, sont notamment les agents de conservation chimiques et les métaux présents dans les additifs alimentaires.

Les pesticides, outil important dans les pratiques de gestion des cultures, sont largement utilisés à l'échelle mondiale. Bien que les pesticides soient volontairement ajoutés en vue d'améliorer les conditions de croissance des tomates utilisés dans la transformation de tomates, l'emploi inapproprié de tels composés chimiques peut poser un danger pour la santé. En effet, les pesticides doivent être appliqués conformément au mode d'emploi figurant sur l'étiquette, car il se peut : 1) que les pesticides soient uniquement efficaces lorsqu'ils sont appliqués à la dose et selon le calendrier appropriés; 2) qu'un délai

suffisant soit nécessaire pour que les quantités de résidus diminuent suffisamment avant la récolte et la consommation des tomates

Il est possible d'avoir recours à des métaux dans les pratiques de gestion des cultures. Les métaux peuvent aussi provenir de l'environnement et de l'emploi d'additifs alimentaires. Contrairement aux pesticides synthétiques, les métaux peuvent être ubiquistes dans la nature à de faibles concentrations, et ils peuvent être des composantes essentielles des organismes vivants. De plus, des concentrations élevées de certains métaux peuvent présenter un danger pour la santé.

Le présent rapport porte sur les résidus de pesticides et les métaux présents dans les produits de tomates transformés.

1.5 Pesticides

Les tomates cultivées à des fins de transformation sont sensibles aux moisissures, aux insectes et aux vers. Il existe à l'échelle mondiale de nombreux programmes antiparasitaires utilisés pour lutter contre les ravageurs dans les cultures de tomates.

Bon nombre de produits de tomates transformés consommés par les Canadiens et analysés dans le cadre de la présente enquête sont importés d'autres pays. Les outils et les techniques de lutte antiparasitaire utilisés dans ces pays ne sont pas réglementés par le gouvernement canadien. Les résidus de pesticides présents dans les produits finis doivent cependant être conformes aux limites maximales de résidus (LMR) canadiennes⁴.

Il est important de noter qu'une grande partie des tomates entrant dans la composition des produits transformés sont cultivées expressément à cette fin et ne subissent pas l'application de pesticides pour des raisons esthétiques. Comme moins de pesticides sont utilisés sur les tomates, que la culture de tomates destinées à être consommées fraîches, les résidus de pesticides mesurés dans les produits de tomates transformés devraient donc être moindres.

L'ACIA est responsable de l'application des LMR établies pour les denrées canadiennes par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada^{iv}. Toutes les LMR de pesticides sont fixées en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires* (LPA). Malgré le fait que de nombreux pesticides en usage dans d'autres pays ne soient pas utilisés au Canada, l'ARLA a établi des LMR à l'importation s'appliquant à ces résidus. Si aucune LMR n'a été établie pour un pesticide donné, une LMR par défaut de 0,1 partie par million (ppm) est s'appliquée.

1.6 Métaux

Les métaux sont essentiels à la vie des plantes. Contrairement aux composés chimiques organiques, les métaux ne sont ni créés, ni détruits par les processus biologiques ou

chimiques. Les métaux comme le chrome, le cuivre, le fer, le manganèse, le sélénium et le zinc sont des minéraux essentiels au maintien de la santé humaine. Une quantité insuffisante d'un minéral essentiel dans le régime alimentaire peut nuire à la santé, tandis qu'une exposition à des concentrations élevées de certains métaux peut entraîner des effets toxiques. L'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure sont des métaux particulièrement préoccupants pour la santé humaine.

L'exposition continue au plomb peut causer l'anémie, des effets toxiques sur les reins et entraîner des lésions au système nerveux central et au cerveau. Les jeunes enfants et les fœtus sont particulièrement sensibles à la toxicité du plomb. Par ailleurs, les effets sur la santé de l'exposition au mercure varient en fonction de sa forme chimique. Lorsqu'il est inhalé, le mercure élémentaire peut causer des lésions aux voies respiratoires, à la bouche et aux poumons. Le mercure inorganique est susceptible de causer des lésions gastrointestinales et rénales. L'exposition continue aux composés organiques du mercure, comme le méthylmercure, peut nuire au développement du cerveau des enfants et causer des altérations sensorielles tant chez les enfants que chez les adultes. L'arsenic est considéré comme une substance cancérogène pour les humains. Une exposition continue peut entraîner des effets néfastes aux systèmes cardiovasculaire et circulatoire⁵. L'exposition au cadmium peut causer des lésions au niveau des reins, de l'estomac et des os. Le cadmium peut également jouer un rôle dans la carcinogénèse chez les humains⁶.

Dans les systèmes biologiques, les métaux peuvent se transformer d'une espèce ionique à une autre; toutefois, des conditions extrêmes sont habituellement nécessaires pour que les composés métalliques passent de la forme inorganique à la forme organique, et vice versa. Comme mentionné précédemment, les métaux toxiques comme le mercure, le cadmium et l'arsenic existent sous différentes formes physico-chimiques. Certaines sont très toxiques pour les humains, tandis que d'autres présentent un degré de toxicité moindre pour les processus biologiques. La toxicité, la biodisponibilité, la bioactivité, le transport et les effets sur l'organisme de l'élément sont déterminés par l'espèce chimique présente dans les aliments⁷. Actuellement, l'ACIA a des capacités d'analyse se limitant à la détermination des espèces de métaux totaux. Cependant, à mesure que des nouvelles recherches commencent à démontrer les effets des espèces de métaux toxiques, des méthodes plus robustes et sensibles sont nécessaires pour déterminer (qualitativement et quantitativement) la spéciation des métaux dans les échantillons d'aliments.

Les produits de tomates transformés peuvent contenir des métaux provenant de différentes sources. Ces métaux peuvent être ajoutés intentionnellement aux cultures de tomates sous forme de pesticides (p. ex. le cuivre) ou de constituants entrant dans la formulation des pesticides. Ces produits chimiques agricoles sont réglementés et font l'objet d'une surveillance, tout comme les pesticides. Il est également possible que des métaux soient présents dans les produits de tomates transformés en raison du procédé de transformation employé ou de l'utilisation d'additifs alimentaires. Par exemple, certains colorants alimentaires contiennent des espèces métalliques telles que l'aluminium, l'arsenic, le fer, le plomb, l'argent et le titane. Les métaux peuvent aussi provenir de l'équipement de transformation. Par exemple, l'étain des boîtes de conserve en fer blanc peut contaminer des produits de tomates transformés.

La présence de métaux dans les produits de tomates transformés peut être due à la contamination de l'environnement. Il est possible que des tomates soient contaminées par des métaux toxiques provenant d'engrais (p. ex. le cadmium) ou encore de l'eau ou du sol (p. ex. l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure). Bon nombre de ces espèces métalliques toxiques, qui peuvent provenir de déchets industriels, sont persistantes dans l'environnement. Compte tenu de ces sources possibles, la présence d'analytes métalliques dans les produits de tomates transformés n'est pas étonnante.

1.7 Objectif de l'enquête ciblée

Le programme régulier de surveillance de l'ACIA pour les résidus chimiques dans les aliments est le Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC). Dans le cadre de ce programme, des analyses sont effectuées en vue de déceler de nombreux dangers dans divers produits, incluant quelques produits de tomates transformés.

Puisque de nombreux produits de tomates transformés ne sont pas surveillés régulièrement dans le cadre du PNSRC, il était nécessaire de recueillir des données de surveillance de base concernant les teneurs en résidus de pesticides et de métaux dans ces produits. De plus, de nombreux produits de tomates transformés vendus au Canada sont importés : selon Statistique Canada, les Canadiens en consomment plus que jamais⁸. Il faut également noter que le pays d'origine d'un produit de tomates transformés n'est pas nécessairement le pays d'origine des matières premières qui le composent. Plutôt, l'endroit où la plus grande partie de la valeur économique d'un produit est ajoutée détermine son pays d'origine.

En conséquence, il est nécessaire d'exercer une surveillance à la fois pour les produits de tomates transformés canadiens et pour ceux qui sont importés. La sélection devant faire l'objet de l'enquête a été effectuée en fonction des statistiques d'importation de l'Agence des services frontaliers du Canada (ASFC), des statistiques de consommation de Statistique Canada, de la répartition de la population canadienne, et en collaboration avec la Section des produits transformés de la Division des produits agroalimentaires de l'ACIA.

2 Échantillons recueillis aux fins de l'enquête et méthodes d'analyse

2.1 Aperçu des échantillons d'enquête

L'annexe A présente une description complète de tous les produits de tomates transformés, soit le type de produit et le pays d'origine.

Aux fins du programme d'échantillonnage des produits de tomates transformés de 2008-2009, des échantillons au niveau de la vente au détail de la chaîne de production ont été recueillis. Des échantillons ont été achetés en Ontario, au Québec, en Alberta et en

Colombie-Britannique. Au total, 297 échantillons de produits (290 produits importés et 7 produits canadiens) provenant de 13 pays ont été recueillis. Le nombre d'échantillons recueillis était une fonction de la variété des produits et/ou des marques offertes sur le marché, et non de la composition relative ou des quantités relatives des différents produits de tomates transformés consommés par les Canadiens.

Les produits visés par la présente enquête comprennent les produits de tomates transformés habituellement offerts dans les épiceries à l'échelle nationale: soupe aux tomates, sauce à pizza, salsa, ketchup de tomates, sauce marinara, pâte de tomates, tomates en conserve (entières), tomates hachées (en conserve) et tomates en purée (en conserve). Les aliments contenant de la viande (comme la sauce à spaghetti) et les tomates fraîches sont exclus de l'étude, car ces aliments faisant déjà l'objet d'une surveillance adéquate dans le cadre d'autres programmes d'échantillonnage. L'enquête a été axée sur les produits de tomates transformés. Aucun aliment n'a été choisi ou rejeté en fonction de sa valeur nutritive.

La répartition des échantillons selon leur pays d'origine est illustrée à la figure 2-1. Les produits de tomates transformés ainsi que les pays d'origine dans cette enquête ont été choisis en fonction de données statistiques antérieures provenant d'Industrie Canada (données d'importation) et consommation de Statistique Canada (données de consommation). Les pays choisis pour l'échantillonnage fournissent 98,5 % des produits de tomate importés au Canada, les États-Unis représentant 87,5 % du total. Comme les États-Unis sont le principal exportateur de produits tomates transformés au Canada, la plupart des échantillons de l'étude proviennent des États-Unis, selon les indications des étiquettes. Toutefois, il est impossible de déterminer si tous les ingrédients ont vraiment été cultivés aux États-Unis. Cette incertitude est valable pour tous les échantillons recueillis aux fins de l'enquête.

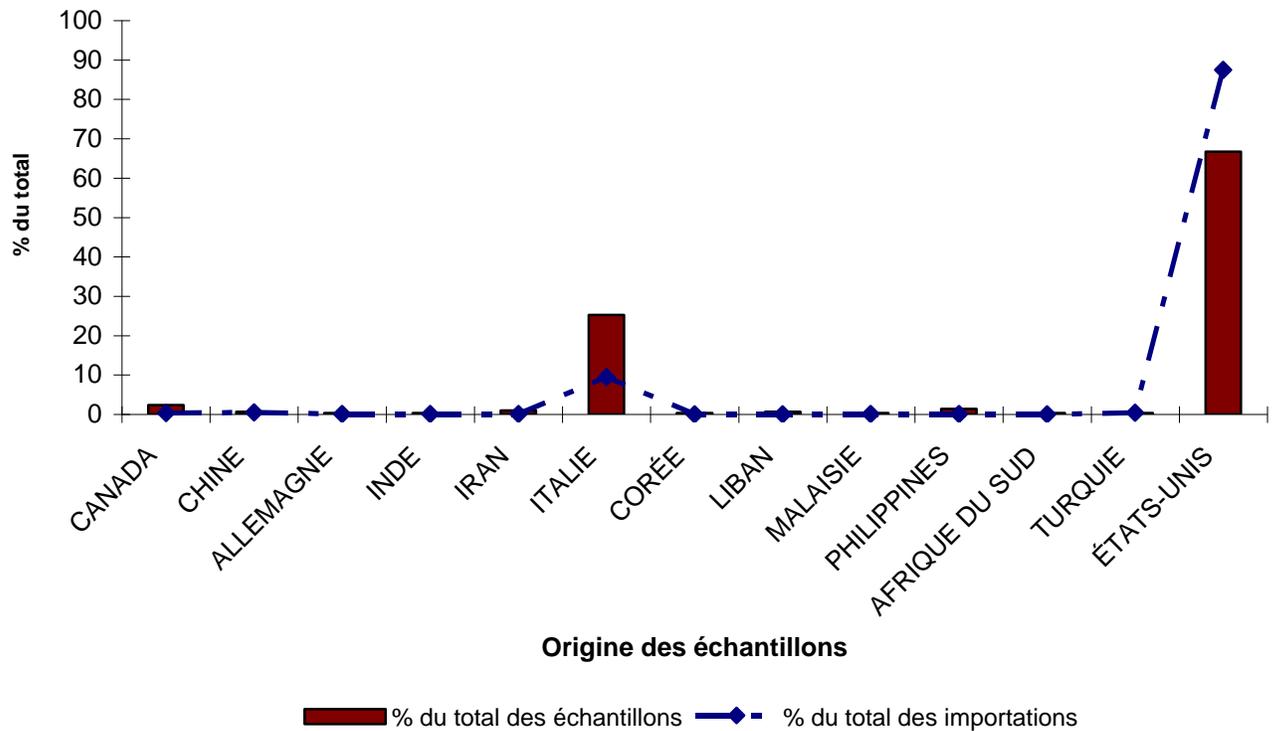


Figure 2-1 Répartition des échantillons par pays d'origine

Au total, échantillonné 10 types différents de produits de tomates transformés ont été échantillonnés. Les tomates en conserve et la sauce tomate sont plus fortement représentés, à l'image de la vente au détail au Canada. Selon une méthode semblable à celle qui a été utilisée pour répartir les échantillons par pays d'origine, le nombre d'échantillons de chaque type de produit a été déterminé à l'aide des statistiques d'importation de l'ASFC et avec l'aide de la Section des produits transformés de l'ACIA. Le graphique de la figure 2-2 illustre la répartition des échantillons par type de produit.

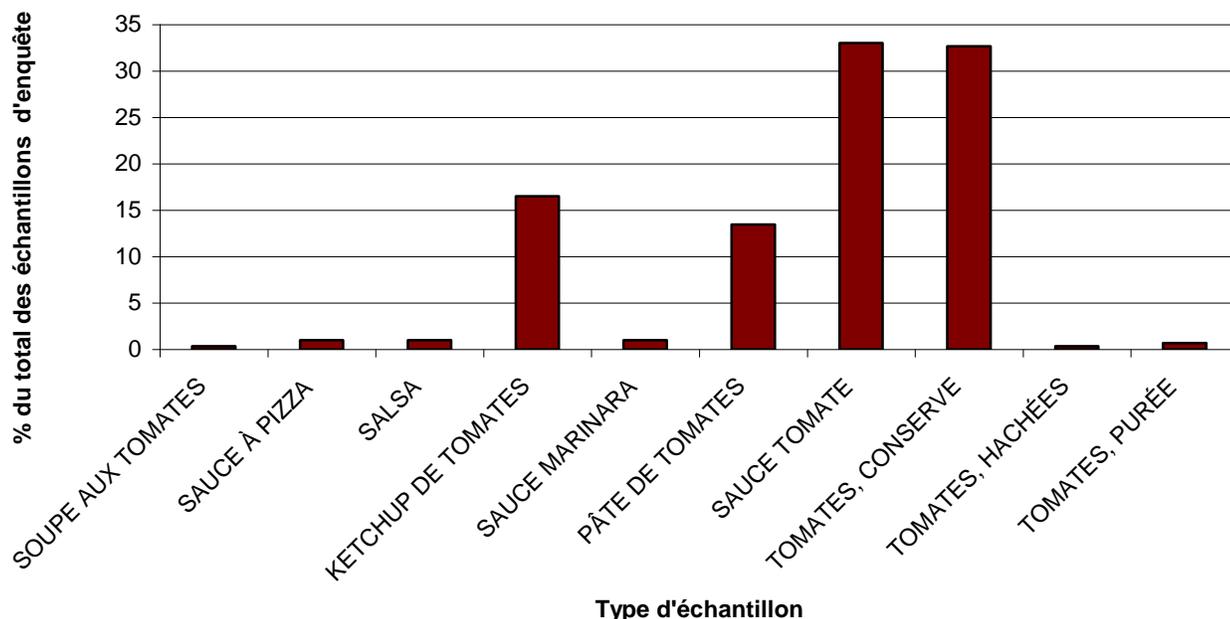


Figure 2-2 Répartition des échantillons par type de produit de tomates transformés

2.2 Limites de l'enquête

L'enquête sur les produits de tomates transformés est conçue pour donner un portrait instantané de l'industrie. Un nombre limité d'échantillons (297 au total) a été recueilli dans cette enquête afin d'obtenir de l'information sur les tomates transformés en tant que classe d'aliments. Aucune conclusion ne peut être tirée concernant le pays d'origine, car il est impossible d'établir dans quel pays les fruits utilisés pour produire les produits ont été cultivés. Le terme « origine de l'échantillon » désigne ainsi le pays de fabrication du produit, tel qu'il est indiqué sur l'étiquette du produit. L'enquête ne tient compte ni de la saisonnalité, ni des tendances annuelles, ni de l'impact de la durée de conservation du produit. De plus, l'enquête ne tient pas compte du coût du produit sur le marché libre.

2.3 Méthodes d'analyse

Pour analyser les échantillons de l'enquête dont l'historique en matière de traitement par des insecticides est généralement inconnu, les laboratoires de l'ACIA utilisent des méthodes d'analyse capables de déterminer simultanément la présence d'un grand nombre de résidus de pesticide. L'ACIA a établi les exigences pour l'acceptation des résultats d'analyse provenant de laboratoires tiers. De tels laboratoires doivent être accrédités aux termes de la norme ISO/CEI 17025, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais*, ou de son équivalent, par le

Conseil canadien des normes (CCN). L'acceptation des résultats est subordonnée aux analyses de routine et aux matrices analytiques comprises dans la portée actuelle de l'accréditation du laboratoire⁹.

Pour qu'elle soit accréditée, une méthode d'analyse doit : a) être pertinente pour les fins auxquelles elle est destinée; b) respecter certains paramètres de validation. Les caractéristiques de validation types qui ont été considérées comprennent notamment :

- la récupération;
- la sélectivité;
- la spécificité;
- l'exactitude;
- la linéarité/la plage;
- la précision;
- la répétabilité/reproductibilité;
- la limite de quantification (LQ);
- la limite de détection (LD).

Tous les échantillons de l'enquête ciblée ont été soumis à deux méthodes d'analyse : une méthode par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (CPG-SM) pour la détermination des pesticides dans les aliments transformés et une méthode par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) pour l'analyse des métaux dans les aliments transformés.

2.3.1 Analyse des résidus de pesticides

La méthode d'analyse des résidus de pesticide doit respecter la majorité des exigences de la méthode de référence de l'ACIA PMR-002-V1.1 intitulée « Dosage des pesticides dans le miel, le jus de fruit et le vin avec purification par extraction en phase solide (EPS), CG/discriminateur de masse et CLHP avec détection par fluorescence ». La méthode d'analyse des pesticides peut détecter 300 pesticides (veuillez consulter l'annexe C pour obtenir la liste complète des pesticides visés par cette méthode). La méthode multi-résidus comprend des pesticides interdits (au Canada), des pesticides ayant des LMR canadiennes établies et des pesticides n'ayant pas de LMR.

2.3.2 Analyse des métaux

Tous les échantillons ont fait l'objet d'analyses de détection de métaux au moyen de la méthode d'un tiers pouvant détecter les 18 métaux suivants : l'aluminium, l'arsenic, le bore, le cadmium, le chrome, le cuivre, le fer, le mercure, le manganèse, le nickel, le plomb, le sélénium, l'étain, le titane, le zinc, le molybdène, l'antimoine et le béryllium.

3 Résultats

3.1 Aperçu

Les résultats de la présente enquête sont présentés ci-dessous sous forme de graphique. L'information complémentaire est présentée sous forme de tableaux dans les annexes.

Au moment d'analyser les résultats de cette étude, il est important de se rappeler l'origine des composés chimiques évalués. En effet, l'application de pesticides sur des cultures destinées à l'alimentation humaine est une action volontaire, tandis que la présence de métaux dans un produit alimentaire peut être le résultat de multiples processus. Par exemple, elle peut être associée à un ajout direct dans l'aliment sous forme d'additif alimentaire ou de pesticide ou provenir du sol ou d'autres sources naturelles

Les résultats d'analyse ont été comparés aux normes applicables de Santé Canada en vigueur au moment de l'échantillonnage. Pour les différents types de composés analysés, les documents suivants ont été utilisés :

- Pour les pesticides, des LMR, établies et réglementées en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires (LPA)*, peuvent être consultées sur le site Web *Sécurité des produits de consommation* de Santé Canada:

<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/protect-protoger/food-nourriture/mrl-lmr-fra.php>

- Pour les métaux, toute entrée applicable dans les divers titres du *Règlement sur les aliments et drogues (RAD)*::

<http://laws.justice.gc.ca/PDF/Regulation/C/C.R.C., c. 870.pdf>

À moins d'avis contraire, les résultats de ce rapport sont présentés en mg/kg (ppm). Aucune distinction n'a été faite dans l'analyse à propos de l'origine des substances chimiques évaluées (par exemple, si l'aliment a été enrichi avec des minéraux et des vitamines) puisque cette information n'était pas disponible pour cette enquête.

3.2 Résultats de l'analyse des résidus de pesticides

3.2.1 Échantillons pour l'analyse des résidus de pesticides

Le programme d'échantillonnage des produits de tomates transformés de 2008-2009 a permis d'analyser des échantillons de produits vendus au détail de 13 pays (dont le Canada). Une analyse des résidus de pesticides a été réalisée pour les 297 échantillons de produits (7 produits canadiens et 290 produits importés) recueillis aux fins de l'étude, conformément aux protocoles décrits précédemment. Aucune LMR de pesticides établie au Canada n'a été dépassée dans les échantillons analysés. Une concentration de résidu est conforme lorsqu'elle est mesurable, inférieure à la LMR établie et supérieure à la

limite de quantification (LQ) de la méthode employée (c.-à-d. la concentration la plus faible qui peut être mesurée avec exactitude).

Sur les 297 échantillons analysés, 250 (84,18 %) ne contenaient aucun résidu détectable. Parmi les 47 échantillons contenant des résidus détectables, 39 échantillons en contenaient un seul, sept en contenaient deux résidus, et un en contenait trois résidus (figure 3-1). En aucun cas les concentrations de résidus ne dépassaient les LMR canadiennes.

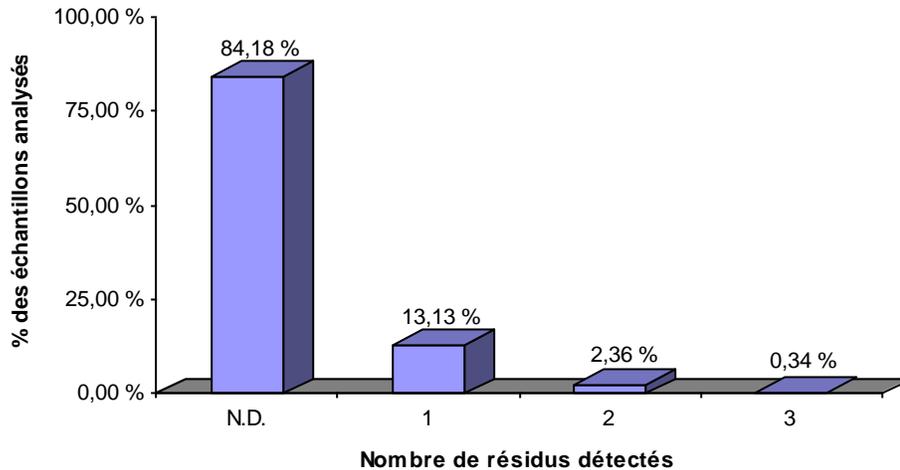


Figure 3-1 Répartition des échantillons en fonction du nombre de résidus détectables

3.2.2 Répartition des résidus par pays d'origine

L'enquête ciblée sur les produits de tomates transformés a porté sur des échantillons provenant de 13 pays différents. Lors de la planification de l'enquête, les deux principaux pays importateurs de produits de tomates transformés au Canada ont été identifiés comme les États-Unis et l'Italie. Un grand nombre d'échantillons (91,8 %) proviennent donc de ces deux pays. Le tableau 3-1 présente la liste complète des résidus chimiques détectés selon le pays d'origine des échantillons. Parmi les 198 échantillons provenant des États-Unis, 39 (19,7 %) contenaient des résidus détectables. Treize résidus de pesticides différents ont été trouvés dans ces échantillons. Sur les 75 échantillons provenant d'Italie, 16 (21,3 %) contenaient des résidus détectables. Sept résidus de pesticides différents ont été rencontrés lors de ces seize échantillons. Étant donné le très faible nombre d'échantillons provenant d'autres pays, il est impossible de déterminer si le taux d'incidence de résidus de pesticides est sensiblement différent du taux de détection global (18,9 % des échantillons présentant des résidus détectables). Cependant, comme aucune infraction liée aux pesticides n'a été constatée pour les pays visés, la sécurité des produits ne semble pas varier en fonction du pays d'origine des échantillons.

Tableau 3-1 Répartition des résidus de pesticides dans les produits de tomates transformés par pays d'origine

ORIGINE DU PRODUIT	Nombre d'échantillons	Nombre d'éch. négatifs (N.D.)	% N.D.	ANALYTE	NOMBRE
CANADA	7	6	85.7 %	Chlorpyrifos	1
CHINE	2	2	100.0 %	Aucun	N.D.
ALLEMAGNE	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
INDE	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
IRAN	3	3	100.0 %	Aucun	N.D.
ITALIE	75	61	81.3 %	2-phénylphénol	N.D.
				Azoxystrobine	1
				Bénalaxyle	1
				Chlorpyrifos	2
				Endosulfane (total)	1
				Métalaxyle	3
				Procymidone	3
CORÉE DU SUD	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
LIBAN	2	2	100.0 %	Aucun	N.D.
MALAISIE	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
PHILIPPINES	4	4	100.0 %	Aucun	N.D.
AFRIQUE DU SUD	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
TURQUIE	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
ÉTATS-UNIS	198	166	83.8 %	2-phénylphénol	11
				Azoxystrobine	7
				Bifenthrine	5
				Chlorpyrifos	1
				Cyprodinile	1
				Endosulfane (total)	1
				Fenpropathrine	1
				Fludioxonil	1
				Métalaxyle	1
				Myclobutanil	1
				p,p'-DDE	3
				Perméthrine (total)	5
				Trifluraline	1

3.2.3 Répartition des résidus par type de produit

Dix types de produits de tomates transformés ont été échantillonnés dans le cadre de la présente enquête. Parmi ces dix types de produits, six contenaient au moins un résidu de pesticide détectable (sauce à pizza, salsa, ketchup, pâte de tomates, sauce tomate, tomates en conserve), tandis que les échantillons des quatre autres types de produits (soupe aux tomates, sauce marinara, tomates hachées et tomates en purée) n'en contenaient aucun. Au total, 15 résidus différents ont été détectés; trois d'entre eux (bifenthrine, 2-phénylphénol et azoxystrobine) constituaient 59 % des résultats positifs. Les types de produits représentant le plus d'échantillons, soit la sauce tomate et les tomates en

consERVE, contenaient le nombre le plus élevé d'analytes différents détectés. Le tableau 3-2 énumère les résidus trouvés dans les différents types de produits de tomates transformés. Il est à noter que bon nombre de ces résultats reposent sur l'analyse d'un très petit nombre d'échantillons de chaque type de produit et ne devraient donc pas être considérés comme représentatifs de ces produits. Il convient également de noter qu'aucun de ces échantillons ne dépassait les LMR canadiennes.

Tableau 3-2 Nombre et type de résidus de pesticides par type de produit de tomates transformés

TYPE DE PRODUIT	Nombre d'échantillons	Nombre d'éch. négatifs (N.D.)	% d'éch. négatifs	ANALYTE	NOMBRE
SOUPE AUX TOMATES	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
SAUCE À PIZZA	3	2	66.7 %	Fenprothrin	1
				Myclobutanil	1
SALSA	3	2	66.7 %	Bifenthrine	1
KETCHUP DE TOMATES	49	48	98.0 %	Perméthrine (total)	1
SAUCE MARINARA	3	3	100.0 %	Aucun	N.D.
PÂTE DE TOMATES	40	34	85.0 %	2-phénylphénol	1
				Azoxystrobine	2
				Bifenthrine	1
				Endosulfane (total)	1
				Métalaxyle	1
SAUCE TOMATE	98	74	75.5 %	2-phénylphénol	7
				Azoxystrobine	5
				Bifenthrine	3
				Chlorpyrifos	3
				Cyprodinil	1
				Endosulfane (total)	1
				Fludioxonil	1
				Métalaxyle	1
				p,p'-DDE	3
				Perméthrine (total)	3
Trifluraline	1				
TOMATES, CONSERVE	97	83	85.6 %	2-phénylphénol	7
				Azoxystrobine	1
				Bénalaxyle	1
				Chlorpyrifos	2
				Métalaxyl	2
				Perméthrine (total)	1
Procymidone	3				
TOMATES, HACHÉES	1	1	100.0 %	Aucun	N.D.
TOMATES, PURÉE	2	2	100.0 %	Aucun	N.D.

3.2.4 Analyse de résultats de résidus de pesticides particuliers

Les échantillons analysés aux fins de la présente enquête ciblée ont présenté un taux de conformité de 100 % aux LMR de pesticides établies au Canada pour les produits de tomates transformés. Ce taux est semblable aux taux obtenus pour la plupart des tomates

fraîches et des produits de tomates transformés échantillonnés dans le cadre du programme de surveillance régulier.

Les produits qui contenaient des résidus de pesticides détectables pour lesquels des LMR étaient établies se sont tous avérés conformes à la réglementation en vigueur. Dans le cas des produits contenant des résidus de pesticides pour lesquels il n'y avait pas de LMR, les concentrations étaient inférieures à la LMR par défaut de 0,1 ppm.

Plusieurs produits de tomates transformés, dont la soupe aux tomates, la sauce marinara, les tomates hachées et les tomates en purée, ne présentaient aucun résidu de pesticide détectable. Cela ne signifie pas qu'ils sont exempts de pesticides, mais plutôt que la méthode d'analyse utilisée n'a pas permis de détecter de résidus de pesticides au moment de l'analyse.

3.3 Résultats de l'analyse des métaux

3.3.1 Échantillons pour l'analyse des métaux

Les 297 échantillons de produits (7 produits canadiens et 290 produits importés) recueillis dans le cadre de l'enquête ciblée sur les produits de tomates transformés de 2008-2009 ont fait l'objet d'une analyse des métaux, conformément aux protocoles décrits précédemment (section 2.3.2). La méthode permet d'effectuer l'analyse de 18 métaux, soit l'aluminium (Al), l'antimoine (Sb), l'arsenic (As), le béryllium (Be), le bore (B), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le sélénium (Se), l'étain (Sn), le titane (Ti) et le zinc (Zn).

Les résultats présentés ci-dessous sont une mesure de la concentration totale de métal présente dans un aliment et ne font pas de distinction entre les formes organiques et inorganiques ni entre les espèces ioniques. Ainsi, ces résultats ne donnent pas d'information directe sur la biodisponibilité ou sur la toxicité du métal. Les résultats pour les métaux n'indiquent pas la source potentielle (c.-à-d. endogène par rapport à l'ajout volontaire en raison de l'emploi de pesticides ou d'additifs alimentaires, etc.). Néanmoins, les résultats obtenus dans cette étude peuvent être utilisés pour estimer les concentrations de métaux dans les produits de tomates transformés et pour établir tout schéma existant.

Tous les échantillons de l'enquête contenaient des quantités détectables de métaux. La section suivante présente une analyse des résultats pour les métaux en fonction de l'origine de l'échantillon et par type de produit de tomates transformés.

3.3.2 Analyse des métaux par pays d'origine et par type de produit

Des échantillons provenant de 13 pays ont été analysés dans le cadre de l'enquête ciblée sur les produits de tomates transformés (voir la figure 2-1). L'annexe C présente la liste des métaux détectés par pays d'origine des échantillons. L'enquête a porté sur 10 différents types de produits tomates transformés. La liste des métaux détectés par type de produit se trouvera à l'annexe D. Voici une brève analyse des résultats obtenus.

Aluminium

L'aluminium est un métal omniprésent qui peut se trouver naturellement dans les aliments consommés par les Canadiens. Il peut aussi servir à la préparation d'aliments, que ce soit comme adjuvant, agent raffermissant, agent anti-agglomérant ou agent stabilisant. Le *Règlement sur les aliments et drogues* (RAD) précise les concentrations d'aluminium permises dans les aliments. La présente enquête n'explore pas la source de l'aluminium détecté (c.-à-d. de sources naturelles, l'emploi d'un pesticide ou l'emploi d'un adjuvant). Sur les 297 échantillons analysés, 296 contenaient des concentrations détectables d'aluminium. Ces concentrations se situaient entre 0,109 et 30,35 ppm. Aucun des produits ne contenait d'aluminium en concentrations supérieures aux seuils jugés acceptables au Canada. Aucun schéma particulier n'a été noté pour l'aluminium relativement à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Antimoine

L'antimoine est un métal rare et non essentiel. Il n'existe aucun seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence d'antimoine dans les aliments. Cependant, l'antimoine peut être présent dans le dioxyde de titane. Un seuil de tolérance de 50 ppm est établi pour l'antimoine dans le dioxyde de titane quand il est utilisé dans les colorants alimentaires. Aucun des 297 échantillons de l'enquête ne contenait de concentrations détectables d'antimoine.

Arsenic

L'arsenic est naturellement présent dans certains aliments comme les fruits. Il peut également entrer dans la composition de fongicides. Un seuil de tolérance de 3 ppm a été établi pour l'arsenic dans les colorants alimentaires. Il n'existe aucun seuil de tolérance ni de ligne directrice pour les concentrations d'arsenic dans les produits de tomates transformés. Sur les 297 échantillons analysés, 117 contenaient des concentrations détectables d'arsenic. La plupart de ces concentrations se situaient entre 0,005 et 0,048 ppm. Un seul échantillon se situait en dehors de cette plage, avec une concentration de 0,248 ppm (pâte de tomates provenant de Turquie).

Béryllium

Le béryllium est un élément relativement rare, n'étant pas connu comme nécessaire à la vie végétale ou animale. Au Canada, il n'existe aucun seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de béryllium dans les aliments. Aucun des 297 échantillons analysés ne contenait de concentration détectable de béryllium.

Bore

Le bore est un élément omniprésent dans la nature. La plupart des denrées contiennent du bore. Il est aussi utilisé (sous forme d'acide borique) comme fongicide sur les fruits¹⁰. L'acide borique se trouve naturellement dans les plantes cultivées, et les dépôts résultant de son utilisation comme produit agricole peuvent se dégrader et libérer du bore. Compte tenu des concentrations naturelles d'acide borique et de bore dans les plantes, il serait impossible de distinguer les concentrations liées à l'utilisation du produit agricole des concentrations de fond. Des concentrations significatives de bore se trouvent dans certaines cultures, comme les fruits à pépins, les fruits à noyau et les raisins^x. Le bore et l'acide borique sont peu toxiques et les concentrations détectées ne présentent pas de risque pour la santé humaine. Au Canada, il n'existe aucun seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de bore dans les aliments. Les 297 échantillons analysés contenaient des quantités détectables de bore, variant entre 0,549 et 8,292 ppm.

Cadmium

Le cadmium est présent en petites quantités dans divers minerais, dont le minerai de zinc et le minerai phosphaté. Le cadmium se trouve donc principalement comme sous-produit de l'extraction minière et des fonderies, et il contamine fréquemment les engrais. Au Canada, il n'existe aucun seuil de tolérance ni de ligne directrice pour les concentrations de cadmium dans les aliments. Les 297 échantillons analysés contenaient des quantités détectables de cadmium, variant entre 0,0029 et 0,2006 ppm. Les concentrations mesurées sont très faibles et ne présentent pas de risque pour la santé humaine. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le cadmium à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Chrome

Le chrome est un minéral essentiel dans l'alimentation humaine. Au Canada, il n'existe aucun seuil de tolérance ni de ligne directrice pour les concentrations de chrome dans les aliments. Au total, 285 échantillons contenaient des concentrations détectables de chrome, se situant entre 0,011 et 0,454 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le chrome à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit..

Cuivre

Le cuivre peut être utilisé comme fongicide. Une LMR de 50 ppm a été établie pour les composés de cuivre dans tous les fruits et légumes frais. Cette LMR s'applique également aux aliments transformés issus des cultures traitées, tels que les produits de tomates transformés. Les 297 échantillons analysés contenaient des quantités détectables de cuivre, variant entre 0,312 et 8,422 ppm. Tous les produits étaient conformes à la LMR canadienne.

Fer

Le fer est une composante naturelle de la plupart des organismes vivants, et est un nutriment essentiel dans l'alimentation humaine. Au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de fer dans les aliments. Les 297 échantillons analysés contenaient des quantités détectables de fer, se situant entre 0,671 et 108,00 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le fer à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Plomb

L'exposition au plomb peut découler de plusieurs sources environnementales ou alimentaires. Le titre 15 du *Règlement sur les aliments et drogues* contient plusieurs seuils de tolérance et lignes directrices concernant le plomb dans les aliments. Un seuil de tolérance de 1,5 ppm est établi pour la pâte de tomates et la purée de tomates. En outre, un seuil de tolérance de 10 ppm de plomb s'applique aux colorants alimentaires. Sur les 297 échantillons analysés, 243 contenaient des concentrations détectables de plomb, variant entre 0,002 et 0,125 ppm. Aucun échantillon ne dépassait le seuil de tolérance établi pour le plomb au Canada, et aucun schéma particulier n'a été noté pour ce métal à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Manganèse

Le manganèse est un oligoélément essentiel dans l'alimentation humaine. Actuellement au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de manganèse dans les aliments. Les 297 échantillons analysés contenaient des concentrations détectables de manganèse. Ces concentrations se situaient entre 0,326 et 7,288 ppm, et aucun schéma particulier n'a été noté pour ce métal à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Mercur

Le mercure est un élément rare utilisé principalement dans la fabrication de produits chimiques industriels et d'applications électroniques. Aucun des échantillons analysés dans le cadre de cette enquête ciblée ne contenait de quantités détectables de mercure.

Molybdène

Le molybdène est un oligoélément essentiel dans l'alimentation humaine. Au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de molybdène dans les aliments. Sur les 297 échantillons analysés, 283 contenaient des concentrations détectables de molybdène. Ces concentrations se situaient entre 0,020 et 0,856 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le molybdène à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Nickel

Le nickel dans les produits de tomates transformés peut provenir de l'équipement de transformation des aliments ou être attribuable à la contamination de l'environnement. Au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de nickel dans les aliments. Les 297 échantillons analysés contenaient des concentrations détectables de nickel, se situant entre 0,014 et 1,722 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le nickel à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Sélénium

Le sélénium est un oligoélément essentiel dans l'alimentation humaine. Au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de sélénium dans les aliments. Sur les 297 échantillons analysés, 94 contenaient des concentrations détectables de sélénium. Ces concentrations se situaient entre 0,020 et 0,131 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le sélénium à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Étain

L'étain est une composante importante du matériel de mise en conserve.. Le seuil de tolérance établi pour l'étain dans les aliments en conserve est de 250 ppm. La plupart des échantillons analysés de l'enquête étaient vendus dans des emballages de consommation. Sur les 297 échantillons analysés, 266 contenaient des concentrations détectables d'étain. Ces concentrations se situaient entre 0,02 et 82,49 ppm. Aucun échantillon ne dépassait le seuil de tolérance établi pour l'étain au Canada, et aucun schéma particulier n'a été noté pour ce métal à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit..

Titane

Le titane est un élément non essentiel assez abondant, retrouvé dans la plupart des sédiments. Le titane est également utilisé sous forme de dioxyde de titane comme additif alimentaire. Au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de titane dans les aliments. Sur les 297 échantillons analysés, 296 contenaient des concentrations détectables de titane. Ces concentrations se situaient entre 0,148 et 2,785 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le titane à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

Zinc

Le zinc est un oligoélément essentiel dans l'alimentation humaine. Au Canada, il n'y a pas de seuil de tolérance ni de ligne directrice pour la présence de zinc dans les aliments. Les 297 échantillons analysés contenaient des concentrations détectables de zinc. Ces concentrations se situaient entre 0,588 et 10,31 ppm. Aucun schéma particulier n'a été noté pour le zinc à l'égard du pays d'origine des échantillons ou du type de produit.

4 Conclusion

Selon l'enquête ciblée sur les produits de tomates transformés de 2008-2009, la majorité des échantillons analysés (84,18 % des 297 échantillons) ne contenaient aucune concentration mesurable de résidus de pesticides, et tous les échantillons étaient conformes aux LMR canadiennes. De tels résultats étaient attendus pour les produits de tomates transformés car la culture des tomates destinées à la transformation nécessite habituellement moins de pesticides. De plus, la transformation (lavage, traitement thermique, etc.) pourrait aussi éliminer ou réduire les résidus de pesticide.

Les 297 échantillons de l'enquête contenaient au moins un métal. Les métaux peuvent être des composantes naturelles de processus biologiques, découler d'une contamination environnementale ou d'un enrichissement alimentaire ou encore être associés à la transformation ou à l'emballage des aliments. Les faibles concentrations de métaux mesurées dans les produits de tomates transformés n'ont donc rien d'étonnant. La totalité des 297 échantillons analysés étaient conformes aux LMR et aux seuils de tolérance du Canada visant les métaux. Aucun des échantillons analysés ne contenait du mercure. Tous les autres métaux étaient présents à de faibles concentrations, lesquelles ne représentent pas un risque pour la santé humaine. .

5 Considérations futures

La totalité des 297 échantillons de produits de tomates transformés étaient entièrement conformes (100 %) aux normes canadiennes établies pour les résidus de pesticides et les métaux. Puisque le nombre d'échantillons (297) était faible, les résultats obtenus ne représentent pas un ensemble de données pertinentes du point de vue statistique, mais ils permettent plutôt d'obtenir un portrait instantané de l'industrie.

Une enquête ultérieure portant sur la présence de pesticides et de métaux dans les produits de tomates transformés permettra de répondre aux conditions suivantes :

- augmenter le nombre d'échantillons de manière à obtenir un ensemble de données pertinentes du point de vue statistique;
- établir des tendances saisonnières et autres;
- augmenter la portée de l'analyse en intégrant un deuxième dépistage multi-résidus de pesticide et de nouvelles méthodes de spéciation des métaux (élaborées par les laboratoires de l'ACIA en 2009 et maintenant entièrement validées et disponibles);

- mettre l'accent sur les types de produits de tomates transformés et les pays associés à une incidence accrue de résidus de pesticides pour assurer une conformité continue

6 Références

¹ Tomato News. 2004. *About the tomato processing industry*. Web. Consulté le 29 juillet 2009.

<http://www.tomatonews.com/processing.php>.

² ENVIS Center. *Agro-based and food processing technologies: Tomato processing*. 2003. Web. Consulté le 29 juillet 2009.

<http://www.daenvis.org/technology/ntomato.htm>.

³ Valencia, C., M. Sanchez, A. Ciruelos, C. Gallegos. *Influence of tomato paste processing on the linear viscoelasticity of tomato ketchup*. *Food Science Technology International* 10.2 (2004.):95-96. Imprimé.

⁴ Santé Canada. *Limites maximales de résidus pour pesticides*. 2009. Web. Consulté le 4 août 2009.

<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/protect-proteger/food-nourriture/mrl-lmr-fra.php>.

⁵ Santé Canada.. *Votre santé et vous – Articles sur la salubrité de l'environnement. (Le plomb et la santé humaine; Le mercure et la santé humaine; L'arsenic dans l'eau potable)*. 2009. Web. Consulté le 28 août 2009.

<http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/alpha-fra.php#p>.

⁶ Santé Canada. *Le cadmium*. 1986. Web. Consulté le 28 août 2009.

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/cadmium/cadmium-fra.pdf.

⁷ Sanz-Medel, Alfredo.. *Toxic trace metal speciation: importance and tools for environmental and biological analysis*. *Pure & Appl. Chem.*, 70.12 (1998)2281-2285. Imprimé.

⁸ Statistique Canada. *Consommation des aliments au Canada*, Statistique Canada, Division de l'agriculture, Section du bétail et des produits d'origine animale. 2002. Web. Consulté le 29 juillet 2009.

<http://www.statcan.gc.ca/pub/32-230-x/32-230-x2001000-eng.pdf>.

⁹ Agence canadienne d'inspection des aliments. *Analyse chimique pour les importateurs titulaires de permis avec PGQI à application complète*. 2005. Web. Consulté le 30 juin 2009.

<http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/fispoi/commun/20050919f.shtml>.

¹⁰ New Zealand Food Safety Authority.. *Proposals to Amend New Zealand (MRLs of Agricultural Compounds) Food Standards 2008*. 2008. Web. Consulté le 8 juillet 2009.

<http://www.nzfsa.govt.nz/policy-law/consultation/proposed-mrl-2008-amend-no3/2008-amendment-3-public-discussion-document-3-2-.pdf>.

7 Annexe A

Tableau A-1 Nombre d'échantillons de chaque type de produit de tomates transformés analysés, par pays

PRODUIT	PAYS D'ORIGINE	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS
SOUPE AUX TOMATES	ÉTATS-UNIS	1
SAUCE À PIZZA	ÉTATS-UNIS	3
SALSA	ÉTATS-UNIS	3
KETCHUP DE TOMATES	CANADA	2
	ALLEMAGNE	1
	ITALIE	3
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1
	LIBAN	1
	MALAISIE	1
	PHILIPPINES	1
	AFRIQUE DU SUD	1
	ÉTATS-UNIS	38
SAUCE MARINARA	ÉTATS-UNIS	3
PÂTE DE TOMATES	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2
	IRAN	3
	ITALIE	6
	LIBAN	1
	TURQUIE	1
	ÉTATS-UNIS	27
SAUCE TOMATE	CANADA	3
	INDE	1
	ITALIE	8
	PHILIPPINES	3
	ÉTATS-UNIS	83
TOMATES, CONSERVE	CANADA	2
	ITALIE	57
	ÉTATS-UNIS	38
TOMATES, HACHÉES	ÉTATS-UNIS	1
TOMATES, PURÉE	ITALIE	1
	ÉTATS-UNIS	1
Total		297

8 Annexe B

Tableau B-1: Listes des pesticides (300) testés au moyen de la méthode d'analyse de la tierce partie (méthode de dosage des pesticides dans les aliments transformés et les aliments d'origine animale)

Analyte	Cycloate	Fluchloraline	Parathion
2-phénylphénol	Cyfluthrine (I, II, III, IV)	Flucythrinate	Parathion-méthyle
3-hydroxycarbofurane	Lambda-cyhalothrine	Fludioxonil	Pébulate
Acéphate	Cyperméthrine	Flumétraline	Penconazole
Acibenzolar-s-méthyle	Cyprazine	Fluorochloridone	Pendiméthaline
Alachlore	Cyproconazole	Fluorodifène	Pentachloroaniline
Aldicarbe	Cyprodinile	Flusilazole	Cis-perméthrine
Sulfone d'aldicarbe	Cyromazine	Fluvalinate	Trans-perméthrine
Sulfoxyde d'aldicarbe	Dacthal (chlorthal-diméthyle)	Folpet	Phenthoate
Aldrine	δ-HCH (δ-lindane)	Fonofos	Phorate
Alidochlore	Deltaméthrine	Heptachlore	Sulfone de phorate
Amétryne	δ-trans-alléthrine	Endo- époxy heptachlore	Phosalone
Aminocarbe	Deméton-O	Hepténophos	Phosmet
Aramite	Deméton-s	Hexachlorobenzène	Phosphamidon
Aspon	Deméton-s-méthyle	Hexaconazole	Butoxyde de pipéronyle
Atrazine	Déséthylatrazine	Hexazinone	Pirimicarbe
Azinphos-éthyle	Desmétryne	Imazalile	Pyrimiphos-éthyle
Azinphos-méthyle	Diallate	Iodofenphos	Pyrimiphos-méthyle
Azoxystrobine	Dialophos	Iprobenfos	Prochloraz
Bénalaxyle	Diazinon	Iprodione	Procymidone
Bendiocarbe	Diazinon- analogue oxygéné	Iprodione - métabolite	Prodiamine
Benfluraline	Dichlobénile	Isazophos	Profénofos
Bénodanil	Dichlofluamide	Isophenphos	Profluraline
Benzoylprop-éthyle	Dichloran	Isopropaline	Prométone
α-BHC	Dichlormide	Isoprothiolane	Prométryne
β-BHC	Dichlorvos	Krésoxim-méthyle	Pronamide
Bifénox	Diclobutrazole	Leptophos	Propachlore
Bifenthrine	Dichlofenthion	Lindane (γ-BHC)	Propanile
Biphényle	Diclofop-méthyle	Linurone	Propargite
Bromacile	Dicofol	Malaoxon	Propazine
Bromophos	Dicrotophos	Malathion	Propétamphos
Bromophos-éthyle	Dieldrine	Mécarbame	Prophame
Bromopropylate	Diéthatyl-éthyle	Métalaxyle	Propiconazole
Bufencarbe	Diméthachlore	Métazachlor	Propoxur
Bupyrimate	Diméthoate	Méthamidophos	Prothiofos
Buprofézine	Dinitramine	Méthidathione	Pyracarbolidé
Butachlore	Dioxacarbe	Méthiocarbe	Pyrazophos
Butraline	Dioxathione	Sulfoxyde de Méthiocarbe	Pyridabène

Butylate	Difénamide	Méthomyl	Quinalphos
Captafol	Diphénylamine	Méthoprotryne	Chinométhionate
Captane	Disulfoton	Méthoxychlore	Quintozène
Captane - métabolites	Sulfone de disulfoton	Méthyltrithion	Schradane
Carbaryl	Édifenphos	Méthyl Pentachlorophényl sulfide	Secbumeton
Carbétamide	α-endosulfane	Métobromuron	Simazine
Carbofénthion	β-endosulfane	Métolachlore	Simétryne
Carbofurane	Sulfate d'endosulfane	Métribuzine	Sulfallate
Carboxine	Endrine	Cis-mévinphos	Sulfotep
Chlorbenside	EPN	Trans-mévinphos	Sulprophos
Chlorbenzilate	EPTC	Méxacarbate	TCMTB
Chlorbromurone	Erbon	Mirex	Tébuconazole
Chlorbufame	Esfenvalérate	Monocrotophos	Tecnazène
Cis-chlordane	Étaconazole	Monolinuron	Terbacile
Trans-chlordane	Éthalfuraline	Myclobutanil	Terbufos
Chlordiméform	Éthion	Naled	Terbuméton
Chlorfenson	Éthofumesate	Nitraline	Terbutryne
Chlorfenvinphos (e+z)	Éthoprophos	Nitrapyrine	Terbuthylazine
Chlorflurénol-méthyle	Éthylane	Nitrofène	Tétrachlorvinphos
Chloridazone	Étridiazole	Nitrothal-isopropyle	Tétradifon
Chlorméphos	Étrimfos	Norflurazon	Tétraiodoéthylène
Chloronèbe	Fénamiphos	Nuarimol	Tétraméthrine
Chloropropylate	Sulfone de fénamiphos	o, p'-DDD (o, p'-TDE)	Tétrasul
Chlorothalonile	Sulfoxide de Fénamiphos	o, p'-DDE	Thiobencarbe
Chlorprophame	Fénarimol	o, p'-DDT	Tolclofos-méthyle
Chlorpyrifos	Fenbuconazole	Octhylinone	Tolyfluanide
Chlorpyriphos- méthyle	Fenchlorphos (Ronnell)	Ométhoate	Triadimefon
Chlorthiamide	Fenfurame	Oxadiazon	Triadimenol
Chlorthion	Fenitrothion	Oxadixyle	Triallate
Chlorthiophos	Fenpropathrine	Oxamyl	Triazophos
Chlozolate	Fenpropimorphe	Oxycarboxine	Tribufos
Clomazone	Fenson	Oxychlordane	Tricyclazole
Coumaphos	Fensulfothion	Oxyfluorène	Trifloxystrobine
Crotoxyphos	Fenthion	p, p'-DDD (p, p'-TDE)	Triflumizole
Crufomate	Fenvalérate	p, p'-DDE	Trifluraline
Cyanazine	Flamprop-isopropyle	p, p'-DDT	Vernolate
Cyanophos	Flamprop-méthyle	Paraoxone	Vinclozoline

9 Annexe C

Tableau C-1 Résultats des analyses de métaux des produits de tomates transformés, par pays d'origine.
Les valeurs MINIMALES, MAXIMALES et MOYENNES sont exprimées en ppm.

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
Aluminium	CANADA	7	7	0	0,270	4,721	1,494
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,786	1,629	1,208
	ALLEMAGNE	1	1	0	3,077	3,077	3,077
	INDE	1	1	0	1,453	1,453	1,453
	IRAN	3	3	0	1,354	3,634	2,425
	ITALIE	75	75	0	0,109	12,000	2,658
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	3,930	3,930	3,930
	LIBAN	2	2	0	0,937	1,675	1,306
	MALAISIE	1	1	0	0,317	0,317	0,317
	PHILIPPINES	4	4	0	0,400	8,412	4,060
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	1,316	1,316	1,316
	TURQUIE	1	1	0	30,350	30,350	30,350
ÉTATS-UNIS	198	197	1	0,158	9,332	2,476	
Antimoine	CANADA	7	0	7	N.D.	N.D.	N.D.
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	ALLEMAGNE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	INDE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	IRAN	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	ITALIE	75	0	75	N.D.	N.D.	N.D.
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	LIBAN	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	MALAISIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	PHILIPPINES	4	0	4	N.D.	N.D.	N.D.
	AFRIQUE DU SUD	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TURQUIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	ÉTATS-UNIS	198	0	198	N.D.	N.D.	N.D.
Arsenic	CANADA	7	1	6	0,006	0,006	0,006
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,012	0,060	0,036
	ALLEMAGNE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	INDE	1	1	0	0,008	0,008	0,008
	IRAN	3	2	1	0,006	0,013	0,010
	ITALIE	75	17	58	0,005	0,013	0,008
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,048	0,048	0,048
	LIBAN	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	MALAISIE	1	1	0	0,008	0,008	0,008
	PHILIPPINES	4	4	0	0,009	0,011	0,010
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,008	0,008	0,008
	TURQUIE	1	1	0	0,258	0,258	0,258
ÉTATS-UNIS	198	86	112	0,005	0,041	0,008	
Béryllium	CANADA	7	0	7	N.D.	N.D.	N.D.
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	ALLEMAGNE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	INDE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	IRAN	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	ITALIE	75	0	75	N.D.	N.D.	N.D.
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	LIBAN	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	MALAISIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	PHILIPPINES	4	0	4	N.D.	N.D.	N.D.
	AFRIQUE DU SUD	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TURQUIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	ÉTATS-UNIS	198	0	198	N.D.	N.D.	N.D.
Bore	CANADA	7	7	0	0,830	1,652	1,262
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	1,836	4,792	3,314
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,779	0,779	0,779
	INDE	1	1	0	0,829	0,829	0,829
	IRAN	3	3	0	2,464	3,503	2,912
	ITALIE	75	75	0	0,549	5,391	1,362
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	1,836	1,836	1,836
	LIBAN	2	2	0	1,064	2,114	1,589
	MALAISIE	1	1	0	0,927	0,927	0,927
	PHILIPPINES	4	4	0	0,888	1,430	1,181
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	1,815	1,815	1,815
	TURQUIE	1	1	0	5,970	5,970	5,970
ÉTATS-UNIS	198	198	0	0,672	8,292	2,022	
Cadmium	CANADA	7	7	0	0,016	0,029	0,022
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,009	0,035	0,022
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,010	0,010	0,010

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	INDE	1	1	0	0,003	0,003	0,003
	IRAN	3	3	0	0,013	0,015	0,014
	ITALIE	75	75	0	0,004	0,079	0,018
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,024	0,024	0,024
	LIBAN	2	2	0	0,005	0,026	0,016
	MALAISIE	1	1	0	0,008	0,008	0,008
	PHILIPPINES	4	4	0	0,005	0,022	0,009
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,009	0,009	0,009
	TURQUIE	1	1	0	0,095	0,095	0,095
	ÉTATS-UNIS	198	198	0	0,006	0,201	0,032
Chrome	CANADA	7	7	0	0,013	0,057	0,029
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,023	0,079	0,051
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,064	0,064	0,064
	INDE	1	1	0	0,043	0,043	0,043
	IRAN	3	3	0	0,042	0,084	0,068
	ITALIE	75	74	1	0,013	0,454	0,082
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,051	0,051	0,051
	LIBAN	2	2	0	0,016	0,050	0,033
	MALAISIE	1	1	0	0,019	0,019	0,019
	PHILIPPINES	4	3	1	0,038	0,165	0,091
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,035	0,035	0,035
	TURQUIE	1	1	0	0,382	0,382	0,382
ÉTATS-UNIS	198	188	10	0,011	0,307	0,051	
Cuivre	CANADA	7	7	0	0,671	1,212	0,937

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,933	4,891	2,912
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,647	0,647	0,647
	INDE	1	1	0	0,429	0,429	0,429
	IRAN	3	3	0	1,951	2,534	2,270
	ITALIE	75	75	0	0,603	8,422	1,553
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,988	0,988	0,988
	LIBAN	2	2	0	0,525	1,377	0,951
	MALAISIE	1	1	0	0,732	0,732	0,732
	PHILIPPINES	4	4	0	0,474	0,715	0,556
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,804	0,804	0,804
	TURQUIE	1	1	0	2,648	2,648	2,648
ÉTATS-UNIS	198	198	0	0,312	4,609	1,340	
Fer	CANADA	7	7	0	5,733	19,190	9,488
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	14,820	56,200	35,510
	ALLEMAGNE	1	1	0	8,117	8,117	8,117
	INDE	1	1	0	5,478	5,478	5,478
	IRAN	3	3	0	8,902	86,900	38,994
	ITALIE	75	75	0	0,671	32,380	7,174
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	9,748	9,748	9,748
	LIBAN	2	2	0	6,559	7,498	7,029
	MALAISIE	1	1	0	2,411	2,411	2,411
	PHILIPPINES	4	4	0	2,813	10,320	5,371
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	5,141	5,141	5,141
TURQUIE	1	1	0	56,770	56,770	56,770	

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	ÉTATS-UNIS	198	198	0	1,956	108,000	14,031
Plomb	CANADA	7	5	2	0,003	0,009	0,005
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,003	0,006	0,004
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,006	0,006	0,006
	INDE	1	1	0	0,006	0,006	0,006
	IRAN	3	3	0	0,016	0,033	0,026
	ITALIE	75	75	0	0,002	0,125	0,019
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,007	0,007	0,007
	LIBAN	2	2	0	0,005	0,005	0,005
	MALAISIE	1	1	0	0,003	0,003	0,003
	PHILIPPINES	4	3	1	0,004	0,006	0,005
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,066	0,066	0,066
	TURQUIE	1	1	0	0,051	0,051	0,051
	ÉTATS-UNIS	198	147	51	0,002	0,069	0,008
Manganèse	CANADA	7	7	0	0,878	1,921	1,396
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	1,338	3,782	2,560
	ALLEMAGNE	1	1	0	1,961	1,961	1,961
	INDE	1	1	0	0,880	0,880	0,880
	IRAN	3	3	0	2,204	3,041	2,551
	ITALIE	75	75	0	0,603	6,245	1,412
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	1,516	1,516	1,516
	LIBAN	2	2	0	0,874	1,915	1,395
	MALAISIE	1	1	0	0,628	0,628	0,628
	PHILIPPINES	4	4	0	0,646	0,904	0,806

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	1,744	1,744	1,744
	TURQUIE	1	1	0	7,288	7,288	7,288
	ÉTATS-UNIS	198	198	0	0,326	6,607	1,728
Mercure	CANADA	7	0	7	N.D.	N.D.	N.D.
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	ALLEMAGNE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	INDE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	IRAN	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	ITALIE	75	0	75	N.D.	N.D.	N.D.
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	LIBAN	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	MALAISIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	PHILIPPINES	4	0	4	N.D.	N.D.	N.D.
	AFRIQUE DU SUD	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TURQUIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
ÉTATS-UNIS	198	0	198	N.D.	N.D.	N.D.	
Molybdène	CANADA	7	6	1	0,041	0,066	0,057
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,101	0,300	0,201
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,044	0,044	0,044
	INDE	1	1	0	0,042	0,042	0,042
	IRAN	3	3	0	0,151	0,317	0,258
	ITALIE	75	64	11	0,020	0,187	0,051
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,080	0,080	0,080
	LIBAN	2	2	0	0,038	0,044	0,041

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	MALAISIE	1	1	0	0,049	0,049	0,049
	PHILIPPINES	4	4	0	0,045	0,085	0,062
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,067	0,067	0,067
	TURQUIE	1	1	0	0,164	0,164	0,164
	ÉTATS-UNIS	198	196	2	0,021	0,856	0,099
Nickel	CANADA	7	7	0	0,053	0,206	0,098
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,048	0,180	0,114
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,083	0,083	0,083
	INDE	1	1	0	0,046	0,046	0,046
	IRAN	3	3	0	0,144	0,538	0,388
	ITALIE	75	75	0	0,014	1,080	0,115
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,270	0,270	0,270
	LIBAN	2	2	0	0,064	0,135	0,100
	MALAISIE	1	1	0	0,025	0,025	0,025
	PHILIPPINES	4	4	0	0,049	0,143	0,101
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,081	0,081	0,081
	TURQUIE	1	1	0	1,196	1,196	1,196
ÉTATS-UNIS	198	198	0	0,015	1,722	0,178	
Sélénium	CANADA	7	0	7	N.D.	N.D.	N.D.
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,022	0,026	0,024
	ALLEMAGNE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	INDE	1	1	0	0,030	0,030	0,030
	IRAN	3	3	0	0,051	0,131	0,099
	ITALIE	75	10	65	0,023	0,107	0,042

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,087	0,087	0,087
	LIBAN	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
	MALAISIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	PHILIPPINES	4	1	3	0,021	0,021	0,021
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,025	0,025	0,025
	TURQUIE	1	1	0	0,024	0,024	0,024
	ÉTATS-UNIS	198	74	124	0,020	0,096	0,037
Étain	CANADA	7	6	1	0,029	0,898	0,346
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	1	1	1,296	1,296	1,296
	ALLEMAGNE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	INDE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	IRAN	3	3	0	0,061	40,550	13,568
	ITALIE	75	75	0	0,023	69,860	11,837
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	LIBAN	2	1	1	0,032	0,032	0,032
	MALAISIE	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	PHILIPPINES	4	4	0	0,022	0,039	0,029
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,023	0,023	0,023
	TURQUIE	1	1	0	1,252	1,252	1,252
	ÉTATS-UNIS	198	174	24	0,020	82,490	1,137
Titane	CANADA	7	7	0	0,306	0,639	0,454
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	0,630	1,460	1,045
	ALLEMAGNE	1	1	0	0,506	0,506	0,506
	INDE	1	1	0	0,445	0,445	0,445

ANALYTE	PAYS	N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	IRAN	3	3	0	1,306	1,548	1,457
	ITALIE	75	75	0	0,148	2,785	0,522
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	0,925	0,925	0,925
	LIBAN	2	2	0	0,215	0,651	0,433
	MALAISIE	1	1	0	0,305	0,305	0,305
	PHILIPPINES	4	4	0	0,288	0,698	0,480
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	0,677	0,677	0,677
	TURQUIE	1	1	0	2,747	2,747	2,747
	ÉTATS-UNIS	198	197	1	0,161	2,231	0,631
Zinc	CANADA	7	7	0	1,170	2,896	2,045
	CHINE, RÉPUBLIQUE POPULAIRE DE	2	2	0	1,742	6,173	3,958
	ALLEMAGNE	1	1	0	1,553	1,553	1,553
	INDE	1	1	0	0,793	0,793	0,793
	IRAN	3	3	0	3,876	4,554	4,177
	ITALIE	75	75	0	0,749	10,310	1,908
	CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	1	1	0	2,000	2,000	2,000
	LIBAN	2	2	0	1,063	2,987	2,025
	MALAISIE	1	1	0	1,222	1,222	1,222
	PHILIPPINES	4	4	0	0,720	1,171	0,951
	AFRIQUE DU SUD	1	1	0	1,856	1,856	1,856
	TURQUIE	1	1	0	6,368	6,368	6,368
ÉTATS-UNIS	198	198	0	0,588	8,984	2,609	

10 Annexe D

Tableau D-1 Résultats des analyses de métaux des produits de tomates transformés, par type de produit.
Les valeurs MINIMALES, MAXIMALES et MOYENNES sont exprimées en ppm.

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
Aluminium	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	2,485	2,485	2,485
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	3,106	4,309	3,720
	SALSA	3	3	0	0,895	1,434	1,209
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,317	4,723	1,872
	SAUCE MARINARA	3	3	0	1,489	2,812	1,949
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,786	30,350	4,347
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,400	9,332	3,059
	TOMATES, CONSERVE	97	96	1	0,109	10,290	1,692
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	1,840	1,840	1,840
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	1,819	12,000	6,910
Antimoine	SOUPE AUX TOMATES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE À PIZZA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	SALSA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	KETCHUP DE TOMATES	49	0	49	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE MARINARA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	PÂTE DE TOMATES	40	0	40	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE TOMATE	98	0	98	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, CONSERVE	97	0	97	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, HACHÉES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, PURÉE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
Arsenic	SOUPE AUX TOMATES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE À PIZZA	3	1	2	0,006	0,006	0,006
	SALSA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	KETCHUP DE TOMATES	49	23	26	0,005	0,048	0,010
	SAUCE MARINARA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	PÂTE DE TOMATES	40	26	14	0,005	0,258	0,021
	SAUCE TOMATE	98	49	49	0,005	0,018	0,008
	TOMATES, CONSERVE	97	17	80	0,005	0,015	0,007
	TOMATES, HACHÉES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, PURÉE	2	1	1	0,007	0,007	0,007
Béryllium	SOUPE AUX TOMATES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE À PIZZA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	SALSA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	KETCHUP DE TOMATES	49	0	49	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE MARINARA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	PÂTE DE TOMATES	40	0	40	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE TOMATE	98	0	98	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, CONSERVE	97	0	97	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, HACHÉES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, PURÉE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
Bore	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	1,533	1,533	1,533
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	1,304	1,735	1,498
	SALSA	3	3	0	0,941	1,49	1,228
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,779	4,832	1,666
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,976	1,056	1,025
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	1,316	8,292	4,221

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,783	2,839	1,605
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,549	4,658	1,262
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	1,180	1,180	1,180
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	1,257	1,310	1,284
Cadmium	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,016	0,016	0,016
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,017	0,021	0,018
	SALSA	3	3	0	0,011	0,019	0,015
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,005	0,079	0,026
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,008	0,013	0,010
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,009	0,201	0,068
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,003	0,071	0,022
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,004	0,069	0,019
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	0,016	0,016	0,016
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,015	0,016	0,016
Chrome	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,056	0,056	0,056
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,051	0,068	0,060
	SALSA	3	3	0	0,015	0,033	0,023
	KETCHUP DE TOMATES	49	44	5	0,011	0,217	0,048
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,058	0,066	0,061
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,018	0,454	0,091
	SAUCE TOMATE	98	96	2	0,011	0,234	0,058
	TOMATES, CONSERVE	97	92	5	0,011	0,217	0,054
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	0,027	0,027	0,027
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,096	0,127	0,112
Cuivre	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	1,598	1,598	1,598
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,878	1,556	1,189

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	SALSA	3	3	0	0,661	0,966	0,848
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,312	6,488	1,180
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,612	1,023	0,872
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,933	8,422	2,955
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,429	2,590	1,055
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,374	3,156	1,204
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	1,089	1,089	1,089
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	1,424	2,292	1,858
Fer	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	8,499	8,499	8,499
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	8,824	13,760	10,608
	SALSA	3	3	0	4,104	5,949	5,261
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	1,956	19,140	6,469
	SAUCE MARINARA	3	3	0	3,689	5,554	4,852
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	6,812	108,000	27,185
	SAUCE TOMATE	98	98	0	3,050	43,550	12,011
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,671	86,620	10,445
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	5,651	5,651	5,651
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	7,931	14,880	11,406
Plomb	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,017	0,017	0,017
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,002	0,003	0,002
	SALSA	3	2	1	0,003	0,003	0,003
	KETCHUP DE TOMATES	49	44	5	0,002	0,069	0,014
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,004	0,007	0,005
	PÂTE DE TOMATES	40	32	8	0,002	0,052	0,012
	SAUCE TOMATE	98	73	25	0,002	0,049	0,007
	TOMATES, CONSERVE	97	83	14	0,002	0,125	0,015

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	TOMATES, HACHÉES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,005	0,022	0,014
Manganèse	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	1,425	1,425	1,425
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	1,782	2,782	2,199
	SALSA	3	3	0	1,538	1,571	1,559
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,527	4,009	1,406
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,752	1,554	1,272
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	1,268	7,288	3,365
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,656	2,530	1,467
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,326	4,920	1,255
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	1,132	1,132	1,132
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	1,846	2,166	2,006
Mercure	SOUPE AUX TOMATES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE À PIZZA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	SALSA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	KETCHUP DE TOMATES	49	0	49	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE MARINARA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	PÂTE DE TOMATES	40	0	40	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE TOMATE	98	0	98	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, CONSERVE	97	0	97	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, HACHÉES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, PURÉE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.
Molybdène	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,053	0,053	0,053
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,046	0,068	0,056
	SALSA	3	3	0	0,021	0,049	0,039
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,031	0,174	0,086

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,022	0,038	0,031
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,040	0,856	0,222
	SAUCE TOMATE	98	97	1	0,030	0,201	0,073
	TOMATES, CONSERVE	97	84	13	0,020	0,242	0,052
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	0,036	0,036	0,036
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,027	0,050	0,038
Nickel	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,280	0,280	0,280
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,139	0,251	0,192
	SALSA	3	3	0	0,057	0,174	0,107
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,025	0,517	0,146
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,055	0,112	0,077
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,048	1,722	0,364
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,042	0,938	0,163
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,014	1,080	0,091
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	0,069	0,069	0,069
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,115	0,171	0,143
Sélénium	SOUPE AUX TOMATES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	SAUCE À PIZZA	3	1	2	0,021	0,021	0,021
	SALSA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	KETCHUP DE TOMATES	49	23	26	0,020	0,087	0,035
	SAUCE MARINARA	3	0	3	N.D.	N.D.	N.D.
	PÂTE DE TOMATES	40	28	12	0,021	0,131	0,050
	SAUCE TOMATE	98	28	70	0,021	0,058	0,030
	TOMATES, CONSERVE	97	14	83	0,022	0,107	0,041
	TOMATES, HACHÉES	1	0	1	N.D.	N.D.	N.D.
	TOMATES, PURÉE	2	0	2	N.D.	N.D.	N.D.

ANALYTE		N ^{bre} total d'échant.	N ^{bre} total d'échant. positifs	N ^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
Étain	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,543	0,543	0,543
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,022	0,082	0,057
	SALSA	3	2	1	0,021	0,032	0,026
	KETCHUP DE TOMATES	49	33	16	0,021	0,471	0,063
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,217	10,500	3,842
	PÂTE DE TOMATES	40	33	7	0,029	40,550	2,768
	SAUCE TOMATE	98	94	4	0,023	82,490	1,448
	TOMATES, CONSERVE	97	94	3	0,025	69,860	9,459
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	0,020	0,020	0,020
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,028	0,034	0,031
Titane	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	0,458	0,458	0,458
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	0,585	0,874	0,683
	SALSA	3	3	0	0,315	0,497	0,430
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,209	2,785	0,562
	SAUCE MARINARA	3	3	0	0,201	0,417	0,340
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	0,373	2,747	1,284
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,211	1,371	0,561
	TOMATES, CONSERVE	97	96	1	0,148	1,590	0,433
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	0,302	0,302	0,302
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	0,502	0,509	0,506
Zinc	SOUPE AUX TOMATES	1	1	0	2,383	2,383	2,383
	SAUCE À PIZZA	3	3	0	2,312	3,985	2,933
	SALSA	3	3	0	0,967	2,247	1,771
	KETCHUP DE TOMATES	49	49	0	0,720	7,188	2,100
	SAUCE MARINARA	3	3	0	1,062	1,767	1,524
	PÂTE DE TOMATES	40	40	0	1,742	10,310	5,391

ANALYTE		N^{bre} total d'échant.	N^{bre} total d'échant. positifs	N^{bre} total d'échant. négatifs	MIN. détecté	MAX. détecté	MOY.
	SAUCE TOMATE	98	98	0	0,757	3,444	2,081
	TOMATES, CONSERVE	97	97	0	0,588	6,591	1,718
	TOMATES, HACHÉES	1	1	0	1,624	1,624	1,624
	TOMATES, PURÉE	2	2	0	2,032	2,235	2,134