



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

## RAPPORT

2009-2010 Études ciblées

Chimie



*Résidus de pesticides et métaux dans le thé séché*

TS-CHEM-09/10-08

# Table des matières

<b>Sommaire.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>4</b>
1.1 Plan d’action pour assurer la sécurité des produits alimentaires .....	4
1.2 Études ciblées .....	4
1.3 Lois et règlements sur les résidus de pesticides et les métaux .....	5
<b>2 Étude sur les résidus de pesticides et les métaux .....</b>	<b>6</b>
2.1 Dangers chimiques présents dans le thé .....	6
2.2 Justification.....	6
2.3 Répartition des échantillons .....	7
2.4 Précisions méthodologiques .....	8
2.4.1 Analyse des résidus de pesticides.....	8
2.4.2 Analyse des métaux.....	9
2.5 Limites .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3 Résultats .....</b>	<b>10</b>
3.1 Analyse des résidus de pesticides.....	10
3.2 Analyse des métaux .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1 Arsenic.....	14
3.2.2 Cadmium .....	14
3.2.3 Chrome .....	14
3.2.4 Plomb.....	15
3.2.5 Mercure.....	15
3.2.6 Aluminium.....	15
3.2.7 Manganèse .....	16
3.2.8 Béryllium, Cuivre, fer, molybdène, nickel, sélénium, étain, titane, zinc, bore et antimoine .....	16
<b>4 Conclusions .....</b>	<b>16</b>
<b>5 Références.....</b>	<b>17</b>
<b>6 Annexe A .....</b>	<b>19</b>
<b>7 Annexe B.....</b>	<b>21</b>
<b>8 Annexe C .....</b>	<b>22</b>
<b>9 Annexe D .....</b>	<b>24</b>

## Sommaire

Le Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires (PAASPA) vise à moderniser et à améliorer le système canadien de salubrité des aliments. Dans le cadre de l'initiative de surveillance accrue du PAASPA, des études ciblées sont effectuées afin d'analyser divers aliments en vue de déceler certains dangers.

L'étude ciblée sur les résidus de pesticides et les métaux dans le thé séché poursuivait plusieurs objectifs. Le premier consistait à fournir une base de référence initiale de données de surveillance sur les concentrations de résidus de pesticides et les métaux dans les thés séchés offerts aux consommateurs (p. ex. thés importés et thés mélangés au pays). Le second objectif visait à procurer au Laboratoire de Calgary de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) les données nécessaires pour valider une nouvelle méthode d'analyse par chromatographie en phase liquide avec spectrométrie de masse (CPL-SM) pour la détection des résidus de pesticides dans les feuilles de thé séchées.

Actuellement, l'ACIA assure la surveillance des produits agricoles homologués dans le cadre du Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC). L'étude de 2009-2010 sur les résidus de pesticides et les métaux ciblait le thé séché, qui ne fait habituellement pas l'objet d'analyses dans le cadre des activités principales de l'ACIA. En tout, 100 échantillons de thés séchés (thé noir [24], thé vert [41], tisanes [12], thé Oolong [13] et thé blanc [10]) ont été recueillis dans des magasins de vente au détail.

Les 100 échantillons recueillis, constitués de feuilles de thé séchées en vrac et de thés en sachet, ont été analysés pour la présence de plus de 340 résidus de pesticides et de 18 métaux distincts. Trente et un des 100 échantillons ne contenaient aucun résidu de pesticide détectable. Parmi les 69 autres échantillons qui en contenaient, 41 renfermaient au moins un résidu de pesticide dont la concentration dépassait la limite maximale de résidu (LMR) générale de 0,1 ppm. De toutes les variétés de thés échantillonnés, le thé Oolong s'est avéré celui dont la concentration en résidus de pesticides dépassait le plus souvent la LMR (92 %, soit 12 échantillons sur 13), suivi des échantillons de tisanes (58 % ou 7 échantillons sur 12), de thé vert (44 % ou 18 échantillons sur 41), de thé blanc (20 % ou 2 échantillons sur 10) et de thé noir (8 % ou 2 échantillons sur 24). Toutes les infractions ont été évaluées et des mesures de suivi ont été poursuivies. L'exposition à ces résidus de pesticides dans le thé ne devrait pas poser une préoccupation pour la santé humaine des consommateurs compte tenu de la consommation de thé par rapport à d'autres denrées alimentaires. Le taux de conformité global de l'étude ciblée était de 59 %.

Les 18 métaux analysés ont tous été détectés dans tous les échantillons de thé séché, sauf le béryllium. Les concentrations en métaux détectées dans le cadre de l'étude ciblée étaient comparables à celles observées pour le thé séché dans les études publiées sur le sujet. Il convient de noter que le thé infusé n'a pas été analysé au cours de la présente étude; les résultats doivent donc être interprétés en fonction de thé séché tel que vendu et non en fonction de thé infusé tel que consommé.

# 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 (PAASPA) vise à moderniser et améliorer le système canadien de salubrité des aliments. Il regroupe de multiples partenaires en vue d'offrir des aliments salubres aux Canadiens.

Dans le cadre du PAASPA, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a pu élargir ses pouvoirs quant à la surveillance des risques potentiels associés aux aliments en plus d'empêcher la vente de produits alimentaires insalubres sur le marché canadien. L'ACIA remplit son mandat par le biais d'une initiative de surveillance accrue, qui comprend des études ciblées. L'Agence effectue ces études avec la participation d'autres divisions au sein de son organisation, de partenaires fédéraux (comme Santé Canada) et de représentants provinciaux et territoriaux.

## 1.2 Études ciblées

Les études ciblées sont des enquêtes pilotes dont le but est de recueillir des données sur la présence potentielle de résidus chimiques dans des produits en particulier. Ces études sont conçues de manière à répondre à des questions précises. Par conséquent, contrairement aux activités de surveillance, l'analyse d'un danger chimique donné porte sur des produits alimentaires ou des régions géographiques spécifiques. En raison du grand nombre de combinaisons de risques chimiques et de produits alimentaires, il n'est pas possible, et ne devrait pas non plus être nécessaire, de recourir à des études ciblées pour caractériser et quantifier tous les risques chimiques liés aux aliments. Afin de déterminer les combinaisons aliment-danger présentant le plus grand risque pour la santé, l'ACIA se fonde sur une combinaison de rapport de médias, de publications scientifiques et un modèle basé sur les risques élaboré par le Comité des sciences sur la salubrité des aliments.

Dans le cadre du Programme national de surveillance des résidus chimiques (PNSRC), l'ACIA surveille actuellement de près la présence éventuelle de résidus de pesticides et de métaux dans de nombreux produits agricoles. Ces activités de surveillance sont réalisées sur des produits alimentaires, importés ou destinés au commerce interprovincial, assujettis à la réglementation fédérale (homologués) et régis par la *Loi sur les produits agricoles au Canada (LPAC)*. Le PNSRC effectue des tests de détection des résidus de pesticides et de métaux dans différents produits réglementés, mais sa portée est limitée aux produits importés et aux produits réglementés au Canada. Le thé séché n'étant pas assujetti à la réglementation fédérale, les activités de surveillance régulières du gouvernement fédéral sont limitées en ce qui concerne ce produit. Cette étude ciblée avait donc pour objectif de fournir une première base de données de référence sur les résidus de pesticides et les métaux présents dans les produits à base de thé séché offerts aux consommateurs canadiens.

## 1.3 Lois et règlements sur les résidus de pesticides et les métaux

La *Loi sur l'Agence canadienne d'inspection des aliments* précise que l'ACIA est chargée d'appliquer les restrictions relatives à la production, à la vente, à la composition et au contenu des aliments et des produits alimentaires, comme le prévoit la *Loi sur les aliments et drogues* (LAD) et son règlement d'application (RAD).

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) de Santé Canada est chargée de l'homologation et de la réglementation des pesticides ainsi que de la détermination des LMR aux termes de la *Loi sur les produits antiparasitaires* (LPA). La limite maximale de résidus (LMR) est la quantité maximale de résidus qui devraient demeurer sur des produits alimentaires ou à l'intérieur de ceux-ci lorsqu'un pesticide est utilisé conformément au mode d'emploi sur l'étiquette. Actuellement, aucune LMR applicable aux pesticides dans les feuilles de thé séchées ne figure dans le tableau des LMR publié sur le site Web de Santé Canada. En l'absence d'une LMR ou d'une LMRP, le paragraphe B.15.002(1) du *Règlement sur les aliments et drogues* (RAD) s'applique, ce qui signifie que la concentration de résidus de pesticides ne doit pas dépasser la LMR générale canadienne de 0,1 ppm.

Les limites maximales pour des contaminants chimiques dans les aliments pourraient être exprimées par des seuils de tolérance réglementaires ou par des normes. Les seuils de tolérance réglementaires se retrouvent aux Sections B.01.046, B.01.047 and la Division 15 du *Règlement sur les aliments et drogues*. Les normes peuvent être consultées sur le site Web de Santé Canada. Il n'y a pas de tolérances ou de normes établies au Canada pour les métaux dans le thé séché.

Il est possible que des aliments non visés par des limites maximales contiennent tout de même de faibles concentrations de métaux. Des limites maximales n'ont pas été établies parce que ces niveaux faibles ne devraient pas poser un risque inacceptable pour la santé de la population canadienne en général. En dépit du nombre restreint de limites maximales pour les métaux dans les aliments, des concentrations de métaux supérieures à la moyenne dans des aliments précis peuvent tout de même être examinées par Santé Canada. Le Ministère évalue les résultats indiquant des concentrations élevées de métaux dans les aliments au cas par cas, en s'appuyant sur les données scientifiques les plus récentes pour déterminer s'il y ait un risque potentiel pour la santé. Lorsque des concentrations élevées de métaux dans les aliments sont jugées non sécuritaires, l'ACIA et Santé Canada appliquent des mesures correctives, notamment des rappels publics, la rétention du ou des produits en cause ou la fixation de limites maximales.

Les études ciblées peuvent être utilisées pour cibler de nouveaux dangers liés aux aliments. Dans de tels cas, il est possible que ces aliments ne soient visés par aucune limite maximale appropriée. Par conséquent, les résultats de ces études peuvent fournir des données de base qui permettront d'évaluer ou de préciser les risques pour la santé, le cas échéant de fixer des limites maximales pertinentes.

*À Noter :Après la terminaison de cette étude, Santé Canada a établi des limites maximales de résidus pour fenpropathrine et lambda-cyhalothrine dans le thé (feuilles séchées) :*  
<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/decisions/index-fra.php#mrl-lmr>

## **2 Étude sur les résidus de pesticides et les métaux**

### **2.1 Dangers chimiques présents dans le thé**

La Chine, la Turquie, l'Inde, le Kenya et le Sri Lanka<sup>1</sup> comptent parmi les plus grands producteurs de thé au monde. Étant donné la grande valeur économique de cette denrée agricole et sa vulnérabilité à la pression exercée par les organismes nuisibles, des pesticides peuvent être appliqués avant la récolte sur les feuilles de thé fraîches en cours de production, ou encore après la récolte sur les feuilles de thé séchées, à l'étape de la fabrication. Diverses conditions liées à la pression exercée par les organismes nuisibles ou au climat dans les régions produisant le thé peuvent faire en sorte que, dans ces régions, on recourt à des pesticides qui ne sont pas homologués ou dont l'utilisation est interdite en Amérique du Nord. Les pesticides sont utilisés dans la production de thé pour les mêmes motifs que dans d'autres cultures partout en Amérique du Nord. Ces pesticides sont des outils importants pour la production de denrées, car les organismes nuisibles, comme les insectes, bactéries, champignons et autres organismes nuisibles, peuvent avoir des effets dévastateurs sur la quantité et la qualité des feuilles de thé cultivées. Bien que les pesticides jouent un rôle important dans l'agriculture en protégeant les cultures vivrières et des parasites, l'utilisation inappropriée des pesticides peut présenter un risque pour la santé.

Les plantations de thé peuvent demeurer en production pendant plus de 50 ans. Durant ce temps, de nombreuses applications d'engrais et de pesticides ont lieu, ce qui entraîne une accumulation de métaux et d'autres produits chimiques dans le sol. Compte tenu de sa physiologie, il est préférable que le théier soit cultivé dans des sols acides. Le taux d'acidité du sol d'une plantation de thé augmente progressivement avec les années. Les sols fortement acides sont propices à la dissociation des métaux dans le sol, ce qui explique que ces métaux soient plus facilement absorbés par le théier. La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation des plants contribue également à la qualité du sol et, à son tour, à la qualité du théier.

### **2.2 Justification**

Au Canada, en 2009, la consommation de thé par habitant atteignait 65,2 L/an, précédée de celle du café (90,0 L/an), de la bière (77,3 L/an) et des boissons gazeuses (71,7 L/an)<sup>2</sup>. Comme la population canadienne consomme une grande quantité de thé, l'ACIA a donc conçu cette étude afin de pouvoir évaluer les concentrations de résidus de pesticides et de métaux dans les feuilles de thé séchées vendues au Canada.

## 2.3 Répartition des échantillons

L'étude sur les résidus de pesticides et de métaux de 2009-2010 visait le thé en vrac et le thé en sachets. Au total, 100 échantillons de thé noir, vert, Oolong, blanc et de tisanes ont été recueillis dans la région de Calgary. Les thés provenant de Calgary, cinquième région métropolitaine en importance au Canada, ont été présumés être généralement représentatifs de tous les thés présents sur le marché canadien. Le laboratoire de l'ACIA situé à Calgary a reçu mandat de valider une nouvelle méthode d'analyse par chromatographie en phase liquide avec spectrométrie de masse (CPL-SM) pour la détection des résidus de pesticides dans le thé séché; c'est pourquoi les échantillons proviennent exclusivement de la région de Calgary. La distribution des échantillons en fonction du type de produit est illustrée à la figure 2.1. Les thés ont été recueillis dans des épiceries et des marchés spécialisés.

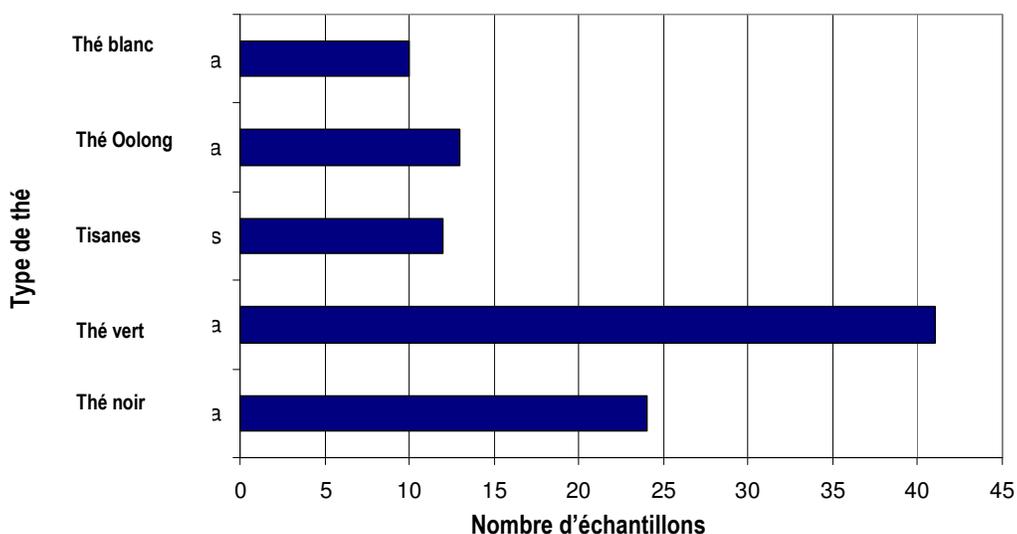
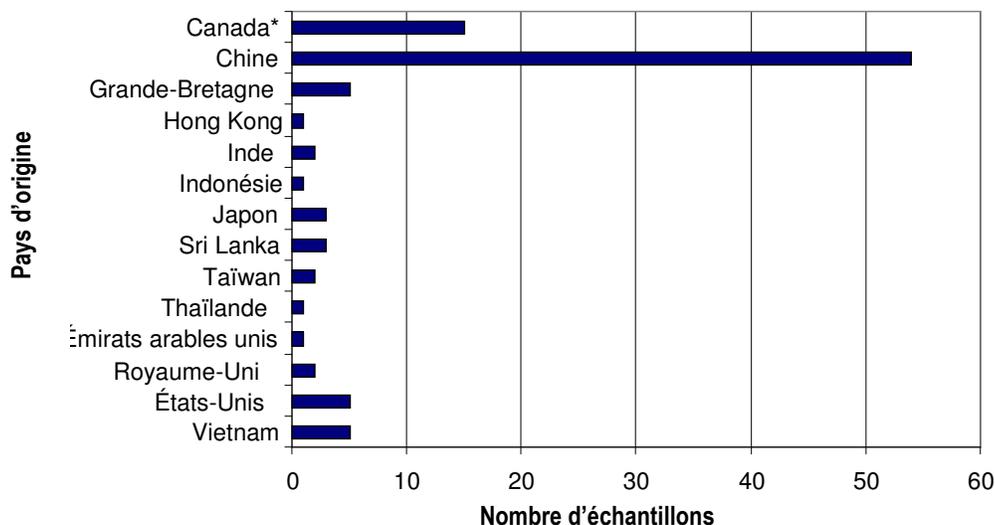


Figure 2.1. Répartition des échantillons par type de thé

Selon les produits disponibles sur le marché, les thés séchés et en sachets provenaient de 13 pays différents. Le pays d'origine est le pays producteur indiqué sur l'étiquette du produit fini. La capacité à déterminer le pays d'origine peut être limitée par le fait que les matières premières sont issues de différents pays et mélangées avant la transformation en produit final. À titre d'exemple, le climat du Canada ne se prête pas à la culture du théier; toutefois, des entreprises canadiennes importent les matières premières pour ensuite les transformer et les revendre sur les marchés destinés aux produits nationaux et importés.



\*Le thé n'est pas cultivé au Canada. On importe plutôt des feuilles de thé qui sont ensuite transformées et revendues sur les marchés destinés aux produits nationaux et importés. En de tels cas, les produits portent la mention « Fabriqué au Canada à partir d'ingrédients importés ».

**Figure 2.2. Répartition des échantillons par pays d'origine**

## 2.4 Précisions méthodologiques

Les échantillons de thé ont été analysés par un laboratoire tiers accrédité ou par le laboratoire de l'ACIA, à Calgary, selon la méthode d'analyse utilisée. Les laboratoires tiers sont accrédités à la norme ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais* (ou par une norme de remplacement du Conseil canadien des normes (CCN)). Des quantités suffisantes d'échantillons de thé ont été recueillies afin qu'il soit possible de soumettre chaque échantillon à trois méthodes d'analyse différentes.

### 2.4.1 Analyse des résidus de pesticides

La méthode d'analyse par chromatographie en phase liquide avec spectrométrie de masse (CPL-SM) appelée « Détermination des résidus de pesticides dans le thé (par la méthode d'extraction QuEChERS<sup>1</sup> modifiée et la chromatographie en phase gazeuse avec détection-discrimination de masse (PMR-010-V1.0) » a récemment été validée par les laboratoires de

<sup>1</sup> CPG-DDM

l'ACIA. Cette méthode permet de mesurer environ 200 analytes avec une plage analytique de 0,083 ppm à 0,83 ppm. Une liste détaillée des résidus de pesticides analysés est présentée à l'annexe A. La limite de détection (LD) pour l'iprodione, le fenvalérate, la deltaméthrine, le chlorthiamide et le chlorobromuron était de 0,166 ppm et, pour tous les autres pesticides, de 0,083 ppm.

La méthode par CPL-SM, nommée « Détermination des résidus de pesticides dans des matrices de thé (feuilles et herbes homogénéisées) par chromatographie<sup>2</sup> en phase liquide et spectrométrie de masse en tandem avec ionisation par électronébulisation (PMR-011-V1.0) » a récemment été validée par les laboratoires de l'ACIA. Cette méthode permet la détection de 144 autres résidus de pesticides qui ne peuvent être détectés par CPG-SM. La liste complète des analytes est présentée à l'annexe B. La LD pour tous les pesticides mesurés était de 5,0 parties par milliards (ppb), sauf pour la cyromazine, le dicyclomet, le fubéridazole, l'éthirimol, le méthidathion, le quizalofop, le thiaméthoxame, la triforine et le tolyfluanide dont la LD était de 25 ppb. La LD pour l'aclofène et le chlorobromuron était de 100 ppb.

Utilisées simultanément, les deux méthodes d'analyse multirésidus permettent l'analyse de plus de 340 résidus de pesticides différents.

### 2.4.2 Analyse des métaux

Un laboratoire tiers accrédité utilisant la spectrométrie de masse à plasma inductif (SMPI) a procédé à l'analyse des 18 métaux suivants dans tous les échantillons recueillis : aluminium, antimoine, arsenic, béryllium, bore, cadmium, chrome, cuivre, fer, mercure, manganèse, molybdène, nickel, plomb, sélénium, étain, titane et zinc. Le tableau 2.1 indique la LD de la méthode correspondant à chacun des métaux.

**Tableau 2.1. Liste détaillée des limites de détection utilisées pour la détermination par spectrométrie de masse à plasma inductif (SMPI) des 18 métaux**

Limite de détection (ppm)	Métal
0,5	Aluminium (Al), étain (Sn), zinc (Zn)
0,2	Cuivre (Cu), fer (Fe)
0,05	Bore (B), béryllium (Be), molybdène (Mo), manganèse (Mn), antimoine (Sb), titane (Ti)
0,02	Chrome (Cr), nickel (Ni), sélénium (Se)
0,005	Arsenic (As), cadmium (Cd), plomb (Pb)
0,0001	Mercure (Hg)

## 2.5 Limites

En total, 100 échantillons ont été recueillis et analysés au cours de l'étude ciblée sur les résidus de pesticides et les métaux dans le thé. Compte tenu du nombre de produits à base de thé offerts au niveau du commerce de détail, ces 100 échantillons ne représentent qu'une petite fraction des produits offerts aux consommateurs à l'échelle régionale. En fait, les données recueillies sont simplement destinées à fournir un aperçu des produits visés et, éventuellement, à mettre en évidence les produits fabriqués à partir de thé justifiant une étude approfondie. Il faut aussi souligner que la présente étude n'examine pas les tendances d'année en année, la durée de conservation des produits ni leur coût sur le marché libre. Aucune

<sup>2</sup> CPL/ESI-SM-SM

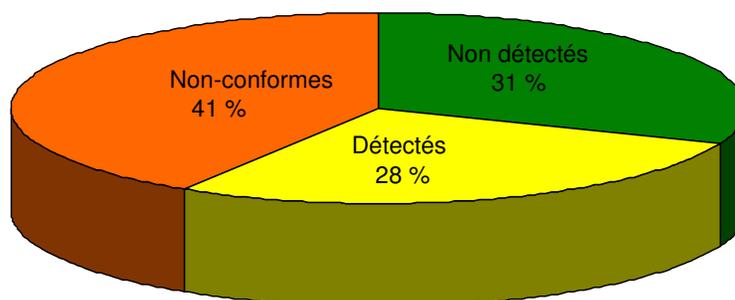
conclusion définitive concernant ces aspects ne doit donc être tirée des données présentées dans ce rapport.

Les analyses ont été réalisées uniquement sur du thé séché. Le thé infusé n'a été testé. Donc, les résultats doivent donc être interprétés en fonction de thé séché tel que vendu et non en fonction de thé infusé tel que consommé. Le niveau de transfert dépend souvent des propriétés chimiques et physiques du pesticide ou du métal en question (p. ex. solubilité). En tant, il est difficile d'estimer le niveau d'un métal ou d'un pesticide que peut être présent dans le thé infusé lors des niveaux détectés dans le thé séché.

## 3 Résultats

### 3.1 Analyse des résidus de pesticides

Au total, 100 échantillons de thé constitués de feuilles de thé séchées et de thé en sachet ont été recueillis dans des épiceries et marchés spécialisés. Parmi ces échantillons, 31 ne contenaient aucun résidu de pesticides, 28 contenaient des résidus de pesticides, et 41 étaient non conformes, c.-à-d. qu'ils contenaient des concentrations supérieures à la LMR générale de 0,1 ppm (figure 3.1).

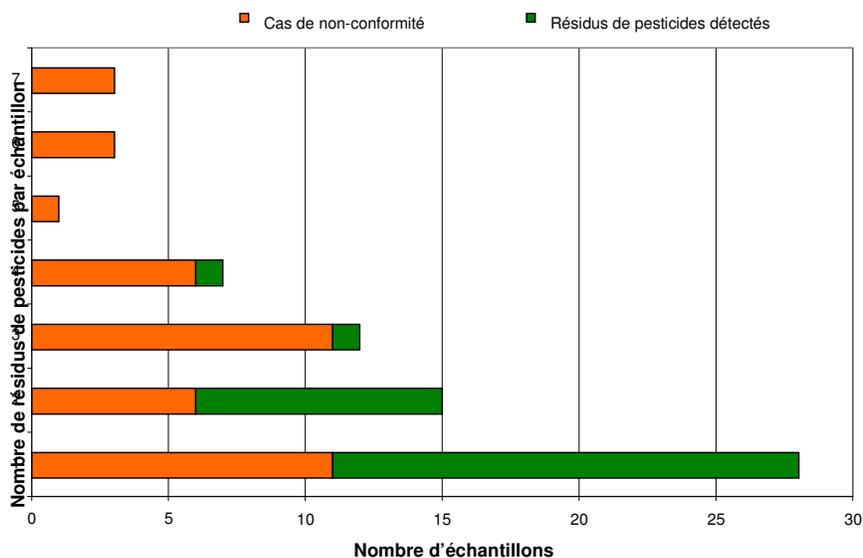


**Figure 3.1. Répartition des analyses d'échantillons de thé séché**

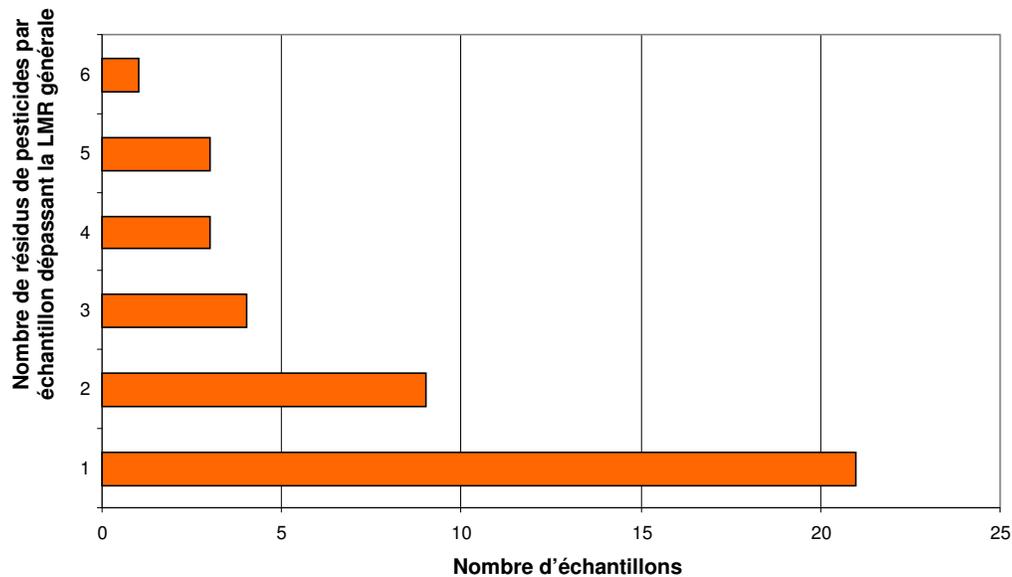
Dans de nombreux cas, les 69 échantillons de thé associés à la détection de résidus de pesticides contenaient chacun plusieurs résidus de pesticide. La figure 3.2 illustre la fréquence à laquelle des résidus de pesticide multiples ont été détectés par échantillon. Soixante-deux pour cent des échantillons de thé contenaient chacun un ou deux résidus de pesticides (<sup>1</sup>n = 28 et 15, respectivement). Trente-huit pour cent des échantillons contenaient chacun de trois à <sup>3</sup>sept résidus de pesticides. Trois des échantillons contenaient le nombre maximal de résidus de pesticides, soit sept résidus chacun.

<sup>1</sup> n représente le nombre d'échantillons

Au total, 166 résidus de pesticides ont été détectés dans les 69 échantillons de thé séché contenant des résidus détectables. Dans certains de ces échantillons, des résidus de pesticides conformes à la LMR et d'autres non conformes étaient tous deux présents. La figure 3.2 indique également le nombre d'échantillons de thé dans lesquels au moins un résidu de pesticide dépassait la LMR générale de 0,1 ppm. Sur les 166 résidus de pesticides détectés, 84 (51 %) étaient non conformes et, souvent, plus d'un des résidus de pesticides détectés dans chaque échantillon dépassait la LMR générale. La figure 3.3 indique le nombre de cas de non-conformité par échantillon. Soixante-treize pour cent des cas de non-conformité découlait de la présence dans un seul échantillon d'une concentration trop élevée d'un pesticide (n = 21) ou de deux pesticides (n = 9), tandis que dans la proportion restante, soit 27 %, les échantillons contenaient chacun trois à six résidus de pesticides dont la concentration dépassait la LMR générale. Un seul de ces échantillons contenait six résidus de pesticides en des concentrations dépassant la LMR générale. L'annexe C fournit une liste détaillée des échantillons et des résidus de pesticides détectés en des concentrations dépassant la limite maximale permise.



**Figure 3.2. Fréquence des résidus de pesticide détectés par échantillon de thé séché. La figure illustre à la fois le nombre d'échantillons contenant au moins un résidu de pesticide en des concentrations dépassant les LMR fixées et le nombre d'échantillons contenant uniquement des résidus de pesticides détectables.**



**Figure 3.3. Fréquence des infractions relatives à la teneur en résidus de pesticides par échantillon de thé séché uniquement**

Étant donné la distribution non uniforme de l'échantillonnage entre les pays, il n'est pas possible de tirer des conclusions concernant le nombre de cas de non-conformité en fonction du pays producteur. Cela dit, lorsque le nombre de cas de non-conformité liés à la teneur en résidus de pesticide était divisé par le type de thé séché, le thé Oolong était celui qui présentait le nombre le plus élevé de cas de non-conformité, soit 92 % des échantillons ou 12 des 13 échantillons analysés (tableau 3.1), suivi par les tisanes (58 %), le thé vert (44 %), le thé blanc (20 %) et le thé noir (8 %). D'après les échantillons recueillis dans le cadre de cette étude ciblée, les échantillons de thé Oolong présentaient le plus grand nombre de résidus de pesticides par échantillon ne respectant pas la LMR générale prescrite, soit une moyenne de 3,6 infractions par échantillons.

Traditionnellement, le thé vert et le thé noir sont fabriqués à partir de pousses tendres de théiers au stade de deux à trois feuilles et en présence d'un bourgeon apical. Le thé Oolong et le thé en brique sont produits à partir de pousses de théier au stade de trois à cinq feuilles et en présence d'un bourgeon apical<sup>3</sup>. Selon le pesticide utilisé, les résidus peuvent s'accumuler dans les feuilles du théier de telle sorte que les feuilles les plus mûres, comme celles qui entrent dans la fabrication du thé Oolong, présentent des concentrations plus élevées. Les bourgeons végétatifs des feuilles de thé vert peuvent être plus petits au moment de l'application de pesticides et, à mesure que la plante croît, la concentration du résidu de pesticide par rapport au poids de la feuille ne cesse de diminuer jusqu'au moment de la récolte, ce qui explique que la concentration en pesticides soit plus faible dans le thé vert<sup>3,4</sup>.

**Tableau 3.1. Nombre de cas de non-conformité par type de thé séché**

Pays d'origine	Type de produit					Total
	Nombre d'échantillons non conformes (nombre d'infractions relatives à la teneur en résidus de pesticides)					
	Thé noir (n = 24) <sup>a</sup>	Thé vert (n = 41)	Tisanes (n = 12)	Thé Oolong (n = 13)	Thé blanc (n = 10)	
Canada <sup>b</sup>	1 (1)	1 (1)	—	—	—	2 (2)
Chine	1 (1)	9 (13)	4 (9)	12 (43)	2 (2)	28 (68)
Hong Kong	—	1 (2)	—	—	—	1 (2)
Japon	—	3 (3)	—	—	—	3 (3)
Royaume-Uni	—	1 (1)	—	—	—	1 (1)
États-Unis	—	2 (4)	1 (1)	—	—	3 (5)
Vietnam	—	1 (1)	2 (2)	—	—	3 (3)
<b>Total</b>	2	18 (25)	7 (12)	12 (43)	2 (2)	41 (84)

<sup>a</sup> n = nombre total d'échantillons recueillis.

<sup>b</sup> Le thé n'est pas cultivé au Canada. On y importe plutôt des feuilles de thé qui sont ensuite transformées et revendues sur les marchés destinés aux produits nationaux et importés.

Au total, 84 infractions liées à la teneur en résidus de pesticides ont été observées dans 41 échantillons de thé séché, soit un taux de conformité globale de 59 %. Toutes les infractions ont été évaluées et des mesures de suivi ont été poursuivies. L'exposition à ces résidus de pesticides dans le thé ne devrait pas poser une préoccupation pour la santé humaine des consommateurs compte tenu de la consommation de thé par rapport à d'autres denrées alimentaires.

## 3.2 Analyse de métaux

Les 100 échantillons analysés quant à leur teneur en résidus de pesticides ont aussi été analysés en fonction de 18 métaux différents, notamment, l'aluminium, l'antimoine, l'arsenic, le béryllium, le bore, le cadmium, le chrome, le cuivre, le fer, le plomb, le manganèse, le mercure, le molybdène, le nickel, le sélénium, l'étain, le titane et le zinc. Seuls les métaux associés à un intérêt accru pour la santé (arsenic, chrome, cadmium, plomb et mercure) et ceux associés à des concentrations les plus élevées (aluminium et manganèse) sont abordés en détail dans le présent rapport. Les résultats obtenus pour tous les métaux sont présentés à l'annexe D. Il convient également de noter que les résultats présentés à l'annexe D constituent une mesure de la concentration totale en métaux présente dans les aliments, sans distinction entre les formes organiques et inorganiques ou entre les espèces ioniques. En soi, ces résultats ne permettent pas d'obtenir directement des renseignements sur la biodisponibilité ou la toxicité du métal, ni de déceler la source potentielle (origine anthropique ou naturelle).

Parmi les principales sources de métaux lourds dans les végétaux, citons le sol, les engrais et les pesticides<sup>5</sup>. Il importe de noter que les concentrations en métaux signalées dans la présente étude sont uniquement associées à du thé séché et qu'elles sont comparables à celles relevées dans d'autres études universitaires. Des taux de transfert dans le thé infusé de l'ordre de 20 % à 80 % ont été observés pour certains des métaux analysés dans le thé<sup>6</sup>. Le niveau de transfert dépend souvent des propriétés chimiques et physiques du métal en question (p. ex. solubilité). L'ACIA n'avait pas entrepris cette étude pour examiner les concentrations des composés métalliques dans le thé infusé.

### **3.2.1 Arsenic**

La plage des concentrations en arsenic observées au cours de l'étude ciblée s'étendait de valeurs en deçà de la LD jusqu'à 2,760 ppm. Cette concentration maximale a été détectée dans des feuilles de thé vert séchées, alors que, dans les feuilles de thé Oolong, on a observé la plus forte concentration moyenne a été observée, soit 0,384 ppm.

Dans une étude similaire sur les concentrations d'arsenic dans le thé chinois, la plage de concentrations d'arsenic total dans les feuilles de thé séchées s'étendait de valeurs en deçà de la LD (0,01 ppm) jusqu'à 4,81 ppm<sup>7</sup>. Dans une autre étude, la plage de concentrations en arsenic de 800 échantillons de différents types de thé séché chinois s'étalait de concentrations inférieures à la LD et jusqu'à 4,43 ppm<sup>8</sup>. Même si ces études ont révélé que certains parmi les échantillons originaux de feuilles de thé contenaient des concentrations élevées en arsenic, la concentration détectée dans le thé infusé était faible, puisque l'eau chaude est peu propice au lessivage de l'arsenic<sup>7</sup>.

Le thé infusé préparé à partir des thés séchés analysés dans le cadre de cette étude devraient contenir de l'arsenic à des niveaux inférieurs à ceux observés dans l'étude citée ci-dessus. Il est à noter que ces concentrations sont inférieures à la *Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada* de 0.010 mg /L pour l'arsenic .

### **3.2.2 Cadmium**

Les concentrations de cadmium détectées dans les feuilles de thé séchées au cours de la présente étude se situaient entre 0,006 ppm et 0,200 ppm. La concentration maximale de 0,200 ppm n'a été observée que dans les feuilles de thé vert séchées, toutefois, la plus forte concentration moyenne en cadmium, soit 0,059 ppm, a été attribuée aux feuilles de thé Oolong séchées.

Lors d'une étude portant sur 798 échantillons de thés séchés chinois, la plage de concentrations de cadmium s'étendait de valeurs en deçà de la LD jusqu'à une concentration maximale de 1,07 ppm, cette dernière ayant été détectée dans du thé vert<sup>8</sup>. D'après les conclusions d'un article traitant d'un examen approfondi des oligominéraux dans des feuilles de thé (feuilles fraîches), de thés issus de procédés de fabrication et de thés infusés (infusions), les concentrations de cadmium trouvées dans le cadre de la présente étude ciblée s'accordent avec les observations faites dans la littérature revue par des pairs<sup>8</sup>, selon lesquelles les concentrations de cadmium dans le thé infusé sont généralement faibles<sup>6</sup> et bien que n'étant pas directement comparables<sup>13</sup><sup>10</sup>, il peut être noté que ces faibles concentrations de cadmium dans le thé sont conformes à la *Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada* de 0.005 mg/L pour le cadmium .

### **3.2.3 Chrome**

Les concentrations de chrome détectées dans les feuilles de thé séchées se situaient entre 0,058 ppm et 9,423 ppm. La plus forte concentration de chrome a été détectée dans un échantillon de feuilles de thé vert, soit 9,423 ppm, tandis que les feuilles de thé noir présentaient la plus forte concentration moyenne en chrome, soit 1,394 ppm.

Au cours d'une étude portant sur 801 échantillons de thé (vert, noir et Oolong) recueillis dans les principales régions productrices de thé de la Chine, la plage de concentrations de chrome détectées dans les échantillons s'étendait de valeurs sous la LD jusqu'à 16,1 ppm<sup>6</sup>. Une autre étude sur la composition élémentaire des feuilles de thé et du thé infusé a mis en évidence des

concentrations de chrome situées entre 3,9 ppm et 6,2 ppm<sup>11</sup>. Au cours de l'étude ciblée, la concentration moyenne la plus élevée de chrome a été observée dans le thé noir, ce qui concorde avec les résultats de la dernière étude. Les concentrations de chrome détectées dans le cadre de l'étude ciblée correspondent à celles signalées dans la littérature revue par les pairs<sup>11,12</sup>. Diverses études évaluant la capacité de transfert des métaux dans le thé infusé ont mis en évidence des concentrations de l'ordre de 42,2 % à 67,5 % du chrome mesuré dans les feuilles de thé séchées attribuables au transfert par lessivage du chrome dans le thé infusé<sup>11,13</sup>.

### **3.2.4 Plomb**

Tous les échantillons analysés dans le cadre de l'étude ciblée contenaient du plomb en des concentrations situées entre 0,076 ppm et 4,296 ppm. La concentration la plus élevée de plomb a été détectée dans des échantillons de feuilles de thé Oolong. Le thé Oolong présentait aussi la plus forte concentration moyenne de plomb, soit 2,202 ppm.

Les études sur la teneur en métaux lourds de différents thés séchés en provenance de l'Inde, de la Chine, de la Turquie et de Taïwan faisaient état de concentrations de plomb situées entre 0,04 ppm et 97,9 ppm<sup>5,11,13,14,15</sup>. Les concentrations de plomb détectées au cours de la présente étude se situaient dans la plage de concentrations signalée dans la littérature revue par des pairs. Des concentrations élevées de plomb dans les feuilles de thé Oolong ne sont pas inhabituelles, étant donné que la concentration de plomb est plus élevée dans les feuilles plus âgées utilisées pour fabriquer le thé Oolong<sup>13</sup>. Des études examinant le transfert du plomb des feuilles de thé séchées au thé infusé font état de taux de transfert de l'ordre de 15,3 % à 58,6 %<sup>11,13</sup>.

### **3.2.5 Mercure**

Du mercure a été détecté dans 32 % des échantillons recueillis, selon une plage de concentrations s'étendant de valeurs en deçà de la LD jusqu'à 0,030 ppm. La concentration maximale de 0,030 ppm a été détectée dans des échantillons de feuilles de thé vert séchées, qui présentaient aussi la plus forte concentration moyenne de mercure, soit 0,004 ppm.

Les concentrations de mercure dans le thé n'ont pas été étudiées et caractérisées de façon aussi approfondie que celles d'autres métaux. Une étude par marqueurs radioactifs<sup>16</sup> a mis en évidence des concentrations de mercure dans les feuilles de thé de différentes marques de thés indiens de 0,004 ppm à 0,032 ppm. Au cours de cette étude, les taux de transfert observés après infusion et ébullition ont été de 19 % et 34 %, respectivement.

### **3.2.6 Aluminium**

Il est reconnu que l'aluminium s'accumule dans les feuilles de thé<sup>6,13</sup>. Les échantillons de thé séché contenaient tous des concentrations détectables d'aluminium se situant entre 312,9 ppm et 5 178 ppm, soit une concentration moyenne de 1 049 ppm. Les feuilles de thé Oolong séchées présentaient la plus forte concentration moyenne en aluminium, soit 1 202 ppm.

Les concentrations moyennes d'aluminium détectées dans les feuilles de thé séchées sont comparables à celles signalées dans la littérature. Une étude évaluant la teneur en métaux dans différents types de thé séchés a mis en évidence une concentration moyenne d'aluminium de 1 074 ppm,<sup>17</sup> ainsi qu'une concentration d'aluminium variant de ~300 ppm à 6 500 ppm dans les thés séchés indiens<sup>13</sup>. Cette même étude consistait aussi en l'examen du taux de transfert à deux moments différents, soit à une minute et à cinq minutes d'infusion. Le taux de transfert

du thé infusé pendant une minute était de 28,0 % et celui du thé infusé pendant cinq minutes était de 36,0 %<sup>13</sup>.

### **3.2.7 Manganèse**

Tous les échantillons recueillis contenaient du manganèse en des concentrations situées entre 184 ppm et 1 691 ppm, soit une concentration moyenne globale de 886,3 ppm. De tous les échantillons, ceux constitués de feuilles de thé Oolong présentaient la plus forte concentration de manganèse, à savoir, 1 128 ppm.

Du manganèse a été détecté en des concentrations de 148 ppm à 1 595 ppm (concentration moyenne : 824,8 ppm) dans une variété d'échantillons de thé en provenance de la Chine, du Japon, de l'Inde, du Kenya et du Sri Lanka. Une autre étude portant sur la mesure de la teneur en métaux lourds dans le thé noir produit en Turquie a mis en évidence des concentrations de manganèse situées entre 563,9 ppm et 1 081,6 ppm (concentration moyenne : 788,0 ppm)<sup>11</sup>. Dans les thés noirs indiens, les concentrations de manganèse se situaient entre 333 ppm et 406 ppm<sup>13</sup>. Cette même étude examinait aussi les taux de transfert de différents oligominéraux des feuilles de thé séchées au thé infusé, à deux moments distincts, soit à une minute et à cinq minutes d'infusion. Le taux de transfert dans le thé infusé pendant une minute était de 28,4 % et celui dans le thé infusé pendant cinq minutes était de 41,6 %<sup>6</sup>.

### **3.2.8 Béryllium, Cuivre, fer, molybdène, nickel, sélénium, étain, titane, zinc, bore et antimoine**

Les autres métaux analysés regroupaient le béryllium, le cuivre, le fer, le molybdène, le nickel, le sélénium, l'étain, le titane, le zinc, le bore et l'antimoine. Le tableau D.1. présente des résultats détaillés pour chacun de ces métaux.

## **4 Conclusions**

L'étude ciblée de 2009-2010 sur le thé séché a été réalisée afin de déterminer la teneur en résidus de pesticides et en métaux de thés séchés nationaux et importés. En tout, 100 échantillons de thé noir, thé vert, tisanes, thé Oolong et thé blanc ont été achetés au détail. Des résidus détectables de pesticides et des concentrations quantifiables de métaux ont été trouvés dans toutes les variétés de feuilles de thé séchées échantillonnées. En outre, 41 des 100 échantillons de thé séché contenaient au moins un pesticide en des concentrations dépassant la limite maximale fixée. Il a pu être établi, après distribution des échantillons non conformes en fonction du type de thé séché, que le thé Oolong était associé au plus grand pourcentage d'échantillons avec d'infractions liées aux résidus de pesticides (92 %), suivi des tisanes (58 %), du thé vert (44 %), du thé blanc (20 %) et du thé noir (8 %). Toutes les infractions ont été évaluées et des mesures de suivi ont été poursuivies. L'exposition à ces résidus de pesticides dans le thé ne devrait pas poser une préoccupation pour la santé humaine des consommateurs compte tenu de la consommation de thé par rapport à d'autres denrées alimentaires. Le taux global de conformité de l'étude ciblée sur les résidus de pesticides dans des feuilles de thé séchées était de 59 %.

Les 100 échantillons recueillis ont été analysés afin de déterminer leur teneur en différents métaux. Tous contenaient des quantités détectables des métaux, mais aucun ne contenait de quantités détectables de béryllium. Les concentrations en métaux décelées dans le cadre de la présente étude étaient comparables à celles mentionnées dans la littérature publiée sur le sujet.

## 5 Références

- <sup>1</sup>Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. FAOSTAT. Web. Consulté le 19 août 2010. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=fr#ancor>
- <sup>2</sup>Statistique Canada. « Analyse. Aliments disponibles pour la consommation au Canada – 2009 ». Web. Le 24 novembre 2010. <http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/100527/dq100527d-fra.htm>
- <sup>3</sup>Xia, H., Ma, X. and Tu, Y. “Comparison of the relative dissipation rates of endosulfan pesticide residues between oolong and green tea.” *Food Additives and Contaminants: Part A*. 25. 1(2008): 70-75. Web. Le 13 septembre 2010. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030701523007>.
- <sup>4</sup>Xia, H., Wang, Y., Wan, H., Ma, H. and Chen, Z. “The qualification of tea plant growth dilution in degradation of pesticides.” *Journal of Tea Science*. 12:1-6. In: Xia, H., Ma, X. and Tu, Y. “Comparison of the relative dissipation rates of endosulfan pesticide residues between oolong and green tea.” *Food Additives and Contaminants: Part A*. 25. 1(2008): 70-75. Web. Consulté le 13 septembre 2010. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030701523007>.
- <sup>5</sup>Seenivasan, S., Manikandan, N., Muraleedharan, N., and Selvasundaram, R. “Heavy metal content of black teas from south India.” *Food Control*. 19. (2008) 746-749. Web. Consulté le 17 septembre 2010. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIImg&\\_imagekey=B6T6S-4P9F3CH-1-1&\\_cdi=5038&\\_user=403646&\\_pii=S0956713507001570&\\_origin=search&\\_zone=rslt\\_list\\_item&\\_coverDate](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImg&_imagekey=B6T6S-4P9F3CH-1-1&_cdi=5038&_user=403646&_pii=S0956713507001570&_origin=search&_zone=rslt_list_item&_coverDate)
- <sup>6</sup>Karak, T. and Bhagat, R.M. “Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review.” *Food Research International*. (2010) In press. Web. Consulté le 17 septembre 2010. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T6V-50W80R8-1&\\_user=403646&\\_coverDate=08/27/2010&\\_rdoc=15&\\_fmt=high&\\_orig=browse&\\_origin=browse&\\_zone=rslt\\_list\\_item&\\_srch=doc-info\(%23toc%235040%239999%2399999999%2399999%23FLA%23display%23Articles\)&\\_cdi=5040&\\_sort=d&\\_docanchor=&\\_ct=84&\\_acct=C000013498&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=403646&\\_md5=675dee64ef4ba53b28dde740a5556327&\\_searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6V-50W80R8-1&_user=403646&_coverDate=08/27/2010&_rdoc=15&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info(%23toc%235040%239999%2399999999%2399999%23FLA%23display%23Articles)&_cdi=5040&_sort=d&_docanchor=&_ct=84&_acct=C000013498&_version=1&_urlVersion=0&_userid=403646&_md5=675dee64ef4ba53b28dde740a5556327&_searchtype=a)
- <sup>7</sup>Yuan, C., Gao, E., He, B., and Jiang, G. “Arsenic species and leaching characters in tea (*Camellia sinensis*).” *Food and Chemical Toxicology*. 45 (2007) 2381-2389. Web. Consulté le 20 septembre 2010. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIImg&\\_imagekey=B6T6P-4P06CMF-2-1&\\_cdi=5036&\\_user=403646&\\_pii=S0278691507002025&\\_origin=search&\\_zone=rslt\\_list\\_item&\\_coverDate=12/31/2007&\\_sk=999549987&\\_wchp=dGLbVzW-zSkzS&\\_md5=559866587b20b9229f36573babbe6c28&\\_ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImg&_imagekey=B6T6P-4P06CMF-2-1&_cdi=5036&_user=403646&_pii=S0278691507002025&_origin=search&_zone=rslt_list_item&_coverDate=12/31/2007&_sk=999549987&_wchp=dGLbVzW-zSkzS&_md5=559866587b20b9229f36573babbe6c28&_ie=/sdarticle.pdf)
- <sup>8</sup>Han, W., Shi, Y., Ma, L., and Ruan, J. “Arsenic, Cadmium, Chromium, Cobalt, and Copper in Different Types of Chinese Tea.” *Environmental Contamination and Toxicology*. 75 (2005) 272-277. Web. Consulté le 20 septembre 2010. <http://www.springerlink.com/content/b2281008v0827855/fulltext.pdf>
- <sup>9</sup>Santé Canada. “Arsenic dans l'eau potable.” Bureau de l'air et des changements climatiques. 2006. Web. Consulté le 18 octobre. 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/enviro/arsenic-fra.php>
- <sup>10</sup>Santé Canada. « Le cadmium ». Santé de l'environnement et du milieu du travail”. 1986. Web. Consulté le 20 octobre 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/cadmium/index-fra.php>
- <sup>11</sup>Narin, I., Colak, H., Turkoglu, O., Soylak, M., Dogan, M. “Heavy Metals in Black Tea Samples Produced in Turkey.” *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 72 (2004) 844-849. Web. Consulté le 24 septembre 2010.

- <sup>12</sup> Santé Canada. « Le chrome ». Santé de l'environnement et du milieu du travail". 1986. Web. Consulté le 23 octobre 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/chromium-chrome/index-fra.php>
- <sup>13</sup> Natesan, S. and Ranganathan, V. "Content of Various Elements in Different Parts of the Tea Plant and in Infusions of Black Tea from Southern India." *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 51 (1990) 125-139. Web. Consulté le 22 septembre 2010.
- <sup>14</sup> Shen, F. and Chen, H. "Element Composition of Tea Leaves and Tea Infusions and Its Impact on Health." *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 80 (2008) 300-304. Web. Consulté le 24 septembre 2010.
- <sup>15</sup> Han, W., Zhao, F., Shi, Y., Ma, L., Ruan, J. "Scale and causes of lead contamination in Chinese tea." *Environmental Pollution*. 139 (2006) 125-132. Web. Consulté le 24 septembre 2010.
- <sup>16</sup> Ahmad, S., Chaudhary, M., Mannan, A., Qureshi, I. 1982. "Determination of Toxic Elements in Tea Leaves by Instrumental Neutron Activation Analysis." *Journal of Radioanalytical Chemistry*. 78 (1982) 375-383. Web. Consulté le 1er novembre 2010. <http://www.akademai.com/content/xnp338n18255803v/fulltext.pdf>
- <sup>17</sup> Fernández-Cáceres, P., Martín, M., Pablos, F. and González, A. "Differentiation of Tea (*Camellia sinensis*) Varieties and their Geographical Origin According to their Metal Content." *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 49 (2001) 4775-4779. Web. Consulté le 13 septembre 2010.

## 6 Annexe A

**Tableau A1. Liste combinée des analytes (206) détectés au moyen de la méthode d'analyse multirésidus par CPG-SM (PMR-010-V1.0) au laboratoire de Calgary (ACIA) et utilisée pour l'étude ciblée**

2,4-DDD (o,p'-DDD)	Cyperméthrine	Flamprop-méthyle	Phorate
4,4'-DDE	Cyprazine	Flamprop-isopropyle	Phosalone
a-BHC	Dacthal	Fluchloraline	Phtalimide
a-chlordane	Deltaméthrine	Flumétraline	Pirimicarbe
a-endosulfan	Deméton- <i>O</i>	Fluorochloridone-2	Pirimiphos-éthyle
Alachlore	Deméton- <i>S</i>	Fluorodifène	Pirimiphos-méthyle
Aldrine	Deméton- <i>S</i> -méthyle	Fonofos	Procymidone
Allidochlore	Déséthylatrazine	Heptachlore	Profénofos
Aramite-1	Desmétryne	Époxyde d'heptachlore - Endo	Profluraline
Aspon	d-HCH	Hepténofos	Promécarbe
Atrazine	Diallate	Hexachlorobenzène	Prométone
b-BHC	Diazinon	Hexazinone	Prométryne
Bénylaxyle	Dichlobénil	Imazalil	Pronamide
Bendiocarbe	Dichlormide	Iodofenphos	Propachlore
Bendiocarbe-1	Dichlorvos	Iprodione	Propanil
b-endosulfane	Dichlofluamide	Isazophos	Propargite
Benfluraline	Diclofop-méthyle	Isofenphos	Propazine
Bénodanil	Dichlorane	Isopropaline	Propétamphos
Bifénox-2	Dicofol	Leptophos	Prophame
Bifenthrine	Dicrotophos	Lindane (gamma-BHC)	Propiconazole
Bromacile	Diméthachlore	Malathion	Prothiofos
Bromophos	Diméthoate	Métalaxyl	Pyrazophos
Bromophos-éthyle	Dinitramine	Métazachlore	Quinalphos
Bromopropylate	Dioxathione	<b>Méthidathion</b>	Quintozène
Bupyrimate	Diphénamide	Méthoprotryne	Secbuméton
Butachlore	Diphénylamine	Méthoxychlore	Simazine
Butraline	Disulfoton	Trithion-méthyle	Sulfallate
Butylate	Édifenphos	Métolachlore	Sulfotep
Carbétamide	Sulfate d'endosulfane	Métribuzine	Sulprofos
Carbophénothion	Endrin	<b>Méxacarbonate</b>	Tecnazène
Carboxine	EPN	Méxacarbonate-1	Terbacile
Chlorobenzilate	EPTC	Mirex	Terbufos
<b>Chlorobromurone</b>	Erbon	Myclobutanil	Terbuméton
Chlorbufame	Étaconazole-1	Naled	Terbutryne
Chlorfenvinphos	Éthalfuraline	Naled-1	Terbuthylazine
Chlorflurénol-méthyle	Éthion	Nitrapyrine	Tétrachlorvinphos
Chlorméphos	Éthofumesate	Nitrofène	Tétradifon
Chloronèbe	Éthoprophos	Norflurazone	Tétraméthrine (2)
Chloropropylate	Éthylan	Nuarimol	Thiobencarbe
Chlorprophame	Étridiazole	o,p'-DDT	Tolyfluamide
Chlorpyrifos	Étrimfos	o-phénylphénol	Trans-chlordane
Chlorpyrifos-méthyle	Fénamiphos	Oxadiazon	Mévinphos trans
<b>Chlorthiamide</b>	Fénarimol	<b>Oxadixyl</b>	Perméthrine trans
Chlorthion	Fenchlorphos	Oxychlordane	Triadiméfon
Chlozolate	Fénitrothion	Oxyfluorofène	Triadiménol
Mévinphos cis	Fenpropathrine	p,p'-DDD	Triallate

**Tableau A1. Liste combinée des analytes (206) détectés au moyen de la méthode d'analyse multirésidus par CPG-SM (PMR-010-V1.0) au laboratoire de Calgary (ACIA) et utilisée pour l'étude ciblée**

Perméthrine cis	Fenson	p,p'-DDT	Triazophos
Clomazone	Fensulfothion	Parathion	Tribufos
Crufomate	Fenthion	Pébulate	Trifluraline
Cyanazine	Fenvalérate	Penconazole	Vernolate
Cyanophos		Pendiméthaline	Vinclozoline
Cycloate		Phenthoate	

**Remarque :**

Les résidus de pesticides inscrits en caractères gras sont détectés à la fois par CPG-SM et par CPL-SM.

## 7 Annexe B

**Tableau B1. Liste des analytes (160) détectés au moyen de la méthode d'analyse multirésidus par CPL-SM (PMR-011-V1.0) au laboratoire de Calgary (ACIA)**

3-hydroxycarbofurane	Diéthofencarbe	Isocarbamide	Pyridalyl
Abarmectine B1 <sup>a</sup>	Difénoconazole	Isoprocarbe	Pyridaphenthion
Acétochlore	Diméthamétryne <sup>f</sup>	Isoxathion	Pyridate
Aclonifène	Diméthomorphe	Linuron	Pyrifénox
Aldicarbe	Diniconazole	Mépanipyrime	Pyriméthanyl
Aldicarbe sulfone	Dioxacarbe	Méphospholan	Pyriproxifène
Aldicarbe sulfoxyde	Dipropétryne	Méthabenzthiazuron	Quinoxyfène
Azaconazole	Diuron	<b>Méthidathion</b>	Quizalofop
Bénomyl <sup>a, b</sup>	Dodémorphe	Méthiocarbe	Quizalofop-éthyl <sup>f</sup>
Bénoxacore	Émamectine <sup>c</sup>	Sulfone de méthiocarbe	Schradane <sup>f</sup>
Bitertanol	Époxiconazole	Sulfoxyde de méthiocarbe	Spinosyne A <sup>d</sup>
Bromuconazole	Éthiophencarbe	Méthomyl	Spinosyne D <sup>d</sup>
Butafénacile	Sulfone d'éthiophencarbe	Méthoxyfénozide	Spirodiclofène
Butocarboxim sulfoxyde	Sulfoxyde d'éthiophencarbe	Métolcarbe	Spiromésifène
Cadusafos	Éthirimol	Métoxuron	Spiroxamine <sup>e</sup>
Carbaryl	Éthoprophos	<b>Méxacarbate</b>	Sulfentrazone
Carbendazime	Étofenprox	Molinate	Tébufénozide <sup>f</sup>
Carbendazime-d3	Étoxazole	Monocrotophos	Tébufenpyrad
Carbendazime-d4	Fénamidone	Napropamide	Tébutirimfos
Carbofurane	Fénazaquine	Naptalame	Tépraloxym
Carbofurane d3	Fenhexamide	Néburon	Tétraconazole
Carbosulfan <sup>c</sup>	Fénoxanile	Ofurace	Thiabendazole
Carfentrazone-éthyle	Fenpropidine <sup>e</sup>	<b>Oxadixyl</b>	Thiabendazole-d4
<b>Chlorbromurone</b>	Fenpropimorphe	Oxamyl	Thiaclopride
Chloridazone	Fenpyroximate	Oxamyl-oxime	Thiaméthoxame
Chlorimuron-éthyle	Fentrazamide	Oxycarboxine	Thiazopyr
Chloroxuron	Fluazifop-butyle	Pacloutrazole	Thiodicarbe
<b>Chlorthiamide</b>	Flucarbazono-sodique	Pencycuron	Thiofanox
Chlortoluron	Flutolanil	Penoxsulame	Sulfone de thiofanox
Clodinafop-propargyle	Flutriafol	Picolinafène	Sulfoxyde de thiofanox
Cloquintocet-mexyle	Forchlorfénuron	Picoxystrobine	Thiophanate-méthyl <sup>a, b</sup>
Clothianidine	Forméтанate	Pipérophos	Tolyfluanide
Cyanofenphos	Fosthiazate	Prétilachlore	Tralkoxydime
Cycloxydime	Fubéridazole	Primisulfuron-méthyl	Trichlorfon
Cycluron	Furathiocarbe	Prodiamine	Tricyclazole
Cyromazine	Haloxifop <sup>f</sup>	Propamocarbe	Triétazine
Deméтон-S-méthyl sulfone	Imazaméthabenz-méthyle	Propoxur	Trifloxysulfuron
Deméтон-S-méthyl sulfoxyde-	Imidaclopride <sup>f</sup>	Pymétrozine	Triforine
Desméthiphame	Indoxacarbe	Pyraclostrobine	Triméthacarbe
Diclocymet	Iprovalicarbe	Pyraflufène-éthyle	Zinophos (thiozanine)
			Zoxamide

**Remarques :** Les résidus de pesticides inscrits en caractères gras sont détectés à la fois par CPG-SM et par CPL-SM.

<sup>a</sup> Préparer des solutions d'étalonnage fraîches pour le benomyl, le carbosulfan, le forméтанate et le thiophanate-méthyl.

<sup>b</sup> Tout résidu détecté de benomyl et/ou de thiophanate-méthyl doit être signalé en tant que carbendazime.

<sup>c</sup> Tout résidu de carbosulfan doit être signalé en tant que carbofuran.

<sup>d</sup> Le spinosad est un mélange de spinosyne A et de spinosyne D; la quantification peut être fondée sur l'une ou l'autre.

<sup>e</sup> Le temps de rétention peut changer au fil du temps.

<sup>f</sup> Pour les feuilles de thé (uniquement), ces pesticides ont présenté des pics d'interférence dans les blancs de matrice, non quantifiables.

## 8 Annexe C

Tableau C1. Liste détaillée des infractions relatives aux résidus de pesticides détectés dans des échantillons de thé séché

Résidu de pesticide	N <sup>bre</sup> d'échantillons	Concentration (ppm)	N° d'échantillon	Concentration (ppm)
Bifenthrine	2009TEA0011A	0,16	2009TEA0047A	1,10
	2009TEA0016A	0,32	2009TEA0051A	1,00
	2009TEA0017A	0,27	2009TEA0061A	0,41
	2009TEA0023A	0,28	2009TEA0070A	0,19
	2009TEA0031A	0,21	2009TEA0076A	2,00
	2009TEA0036A	0,25	2009TEA0079A	0,24
	2009TEA0042A	0,11	2009TEA0080A	0,11
	2009TEA0046A	1,10		
Carbendazime	2009TEA0051A	0,22	2009TEA0083A	0,66
	2009TEA0061A	0,11	2009TEA0094A	0,11
Cyperméthrine	2009TEA0016A	0,23	2009TEA0074A	0,46
	2009TEA0047A	0,70	2009TEA0076A	0,75
	2009TEA0051A	0,72	2009TEA0079A	0,57
	2009TEA0061A	0,50	2009TEA0090A	0,12
	2009TEA0070A	0,21		
Endosulfan total	2009TEA0046A	0,70	2009TEA0051A	0,70
	2009TEA0047A	0,21	2009TEA0061A	0,12
Etofenprox	2009TEA0052A	0,26		
Fenpropathrine	2009TEA0068A	0,13	2009TEA0074A	1,10
Fenvalérate	2009TEA0011A	0,24	2009TEA0080A	0,20
	2009TEA0065A	0,13	2009TEA0086A	0,17
	2009TEA0066A	0,18	2009TEA0090A	0,15
	2009TEA0074A	0,62		
Imidaclopride	2009TEA0012A	0,10	2009TEA0065A	0,25
	2009TEA0015A	0,19	2009TEA0070A	0,14
	2009TEA0016A	0,11	2009TEA0074A	0,45
	2009TEA0023A	0,18	2009TEA0076A	0,88
	2009TEA0035A	0,10	2009TEA0077A	0,20
	2009TEA0037A	0,12	2009TEA0079A	0,54
	2009TEA0043A	0,24	2009TEA0080A	0,19
	2009TEA0046A	0,83	2009TEA0082A	0,23
	2009TEA0047A	1,09	2009TEA0083A	0,26
	2009TEA0053A	0,11	2009TEA0089A	0,30
	2009TEA0061A	0,95	2009TEA0091A	0,13
Méthomyl	2009TEA0017A	0,16	2009TEA0061A	0,44
	2009TEA0036A	0,13	2009TEA0076A	0,18
	2009TEA0046A	0,93	2009TEA0091A	0,12
	2009TEA0047A	1,08		
o,p'-DDT	2009TEA0074A	0,12	2009TEA0079A	0,24
Propargite	2009TEA0022A	0,15		
Propazine	2009TEA0067A	1,40	2009TEA0091A	0,44
	2009TEA0084A	0,28	2009TEA0100A	0,52
	2009TEA0089A	0,31		
Thiaclopride	2009TEA0012A	0,17	2009TEA0045A	0,18
	2009TEA0033A	0,28	2009TEA0057A	0,44
Triazophos	2009TEA0079A	0,18		

---

Remarque : Les numéros d'échantillons inscrits en caractères gras présentent de multiples infractions liées aux résidus de pesticides.

## 9 Annexe D

Métal à analyser et type de thé	N <sup>bre</sup> total d'échant.	N <sup>bre</sup> d'échant. avec métal détecté	N <sup>bre</sup> d'échant. avec métal détecté	Teneur min. (ppm)	Teneur max. (ppm)	Teneur moyenne (ppm)
<b>Aluminium</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>312,9</b>	<b>5 178</b>	<b>1 049</b>
Thé noir	24	24	0	502,4	1 974	1 026
Thé vert	41	41	0	312,9	5 178	1 111
Tisanes	12	12	0	399,1	1 501	709,6
Thé Oolong	13	13	0	817,0	1 565	1 202
Thé blanc	10	10	0	431,0	1 791	1 062
<b>Antimoine</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>0,227</b>	<b>0,030</b>
Thé noir	24	9	15	< LD	0,111	0,019
Thé vert	41	27	14	< LD	0,227	0,040
Tisanes	12	10	2	< LD	0,076	0,031
Thé Oolong	13	9	4	< LD	0,066	0,028
Thé blanc	10	5	5	< LD	0,055	0,019
<b>Arsenic</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>1</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>2,760</b>	<b>0,191</b>
Thé noir	24	24	0	0,025	0,727	0,111
Thé vert	41	40	1	< LD	2,760	0,213
Tisanes	12	12	0	0,051	0,277	0,126
Thé Oolong	13	13	0	0,066	0,650	0,384
Thé blanc	10	10	0	0,030	0,261	0,122
<b>Béryllium</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>&lt; LD</b>
Thé noir	24	0	24	< LD	< LD	< LD
Thé vert	41	0	41	< LD	< LD	< LD
Tisanes	12	0	12	< LD	< LD	< LD
Thé Oolong	13	0	13	< LD	< LD	< LD
Thé blanc	10	0	10	< LD	< LD	< LD
<b>Bore</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>7,610</b>	<b>27,14</b>	<b>13,23</b>
Thé noir	24	24	0	11,10	27,14	15,30
Thé vert	41	41	0	8,728	18,97	13,21
Tisanes	12	12	0	9,346	16,13	12,63
Thé Oolong	13	13	0	7,610	12,74	10,95
Thé blanc	10	10	0	8,863	14,89	12,08
<b>Cadmium</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0,006</b>	<b>0,200</b>	<b>0,050</b>
Thé noir	24	24	0	0,014	0,118	0,034
Thé vert	41	41	0	0,006	0,200	0,056
Tisanes	12	12	0	0,009	0,065	0,043
Thé Oolong	13	13	0	0,031	0,090	0,059
Thé blanc	10	10	0	0,017	0,118	0,056
<b>Chrome</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0,058</b>	<b>9,423</b>	<b>0,737</b>
Thé noir	24	24	0	0,235	3,953	1,394
Thé vert	41	41	0	0,058	9,423	0,713
Tisanes	12	12	0	0,154	0,667	0,266
Thé Oolong	13	13	0	0,108	0,744	0,289
Thé blanc	10	10	0	0,129	1,221	0,408
<b>Cuivre</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>5,116</b>	<b>26,61</b>	<b>12,67</b>
Thé noir	24	24	0	8,552	25,77	14,19
Thé vert	41	41	0	5,340	26,61	12,77
Tisanes	12	12	0	10,39	17,97	14,88

Métal à analyser et type de thé	N <sup>bre</sup> total d'échant.	N <sup>bre</sup> d'échant. avec métal détecté	N <sup>bre</sup> d'échant. avec métal détecté	Teneur min. (ppm)	Teneur max. (ppm)	Teneur moyenne (ppm)
Thé Oolong	13	13	0	5,116	15,26	7,834
Thé blanc	10	10	0	8,230	18,66	12,28
<b>Fer</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>45,76</b>	<b>1317</b>	<b>199,1</b>
Thé noir	24	24	0	84,29	270,1	149,6
Thé vert	41	41	0	45,76	846,5	225,4
Tisanes	12	12	0	91,29	477,7	160,8
Thé Oolong	13	13	0	84,17	1317	309,4
Thé blanc	10	10	0	74,79	190,5	112,7
<b>Plomb<sup>c</sup></b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0,076</b>	<b>4,296</b>	<b>1,201</b>
Thé noir	24	24	0	0,127	2,899	0,637
Thé vert	41	41	0	0,076	3,747	1,305
Tisanes	12	12	0	0,292	2,475	1,138
Thé Oolong	13	13	0	1,016	4,296	2,202
Thé blanc	10	10	0	0,195	1,643	0,902
<b>Manganèse</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>184,0</b>	<b>1691</b>	<b>886,3</b>
Thé noir	24	24	0	184,0	1411	787,9
Thé vert	41	41	0	244,2	1691	888,9
Tisanes	12	12	0	408,1	1017	691,9
Thé Oolong	13	13	0	782,6	1489	1128
Thé blanc	10	10	0	470,7	1636	1031
<b>Mercure</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>68</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>0,030</b>	<b>0,003</b>
Thé noir	24	4	20	< LD	0,015	0,002
Thé vert	41	17	24	< LD	0,030	0,004
Tisanes	12	5	7	< LD	0,010	0,003
Thé Oolong	13	3	10	< LD	0,007	0,001
Thé blanc	10	3	7	< LD	0,006	0,002
<b>Molybdène</b>	<b>100</b>	<b>87</b>	<b>13</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>2,128</b>	<b>0,070</b>
Thé noir	24	22	2	< LD	0,229	0,046
Thé vert	41	34	7	< LD	0,213	0,053
Tisanes	12	12	0	0,022	2,128	0,232
Thé Oolong	13	10	3	< LD	0,090	0,038
Thé blanc	10	9	1	< LD	0,111	0,040
<b>Nickel</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>1,280</b>	<b>8,808</b>	<b>3,692</b>
Thé noir	24	24	0	1,280	6,966	4,207
Thé vert	41	41	0	1,336	8,808	4,038
Tisanes	12	12	0	1,896	4,249	3,364
Thé Oolong	13	13	0	1,461	5,740	2,352
Thé blanc	10	10	0	1,706	4,446	3,175
<b>Sélénium</b>	<b>100</b>	<b>97</b>	<b>3</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>0,432</b>	<b>0,096</b>
Thé noir	24	24	0	0,032	0,124	0,072
Thé vert	41	38	3	< LD	0,209	0,079
Tisanes	12	12	0	0,038	0,123	0,072
Thé Oolong	13	13	0	0,055	0,432	0,232
Thé blanc	10	10	0	0,029	0,107	0,077
<b>Étain</b>	<b>100</b>	<b>56</b>	<b>44</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>0,522</b>	<b>0,114</b>
Thé noir	24	14	10	< LD	0,522	0,150
Thé vert	41	17	24	< LD	0,268	0,066
Tisanes	12	9	3	< LD	0,478	0,212
Thé Oolong	13	12	1	< LD	0,271	0,154

Métal à analyser et type de thé	N <sup>bre</sup> total d'échant.	N <sup>bre</sup> d'échant. avec métal détecté	N <sup>bre</sup> d'échant. avec métal détecté	Teneur min. (ppm)	Teneur max. (ppm)	Teneur moyenne (ppm)
Thé blanc	10	4	6	< LD	0,228	0,057
<b>Titane</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>1</b>	<b>&lt; LD</b>	<b>13,04</b>	<b>2,087</b>
Thé noir	24	24	0	0,947	6,973	2,467
Thé vert	41	40	1	< LD	13,04	2,302
Tisanes	12	12	0	0,777	3,704	1,577
Thé Oolong	13	13	0	0,548	3,397	1,519
Thé blanc	10	10	0	0,868	5,026	1,642
<b>Zinc</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>14,48</b>	<b>56,63</b>	<b>27,30</b>
Thé noir	24	24	0	18,01	31,77	24,30
Thé vert	41	41	0	14,48	56,63	28,56
Tisanes	12	12	0	23,29	39,45	31,84
Thé Oolong	13	13	0	14,95	42,53	24,67
Thé blanc	10	10	0	20,38	36,60	27,28