



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

## RAPPORT

2008-2009 Études ciblées

Chimie



*Dioxines dans la gomme de guar en provenance  
de l'Inde*

TS-CHEM-08/09

<b>1</b>	<b>Sommaire.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
	<b>2.1 Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires .....</b>	<b>4</b>
	<b>2.2 Enquêtes ciblées .....</b>	<b>4</b>
	<b>2.3 Enquête ciblée sur la gomme de guar .....</b>	<b>5</b>
	<b>2.4 Gomme de guar .....</b>	<b>6</b>
	<b>2.4.1 Définition .....</b>	<b>6</b>
	<b>2.4.2 Fabrication de la gomme de guar .....</b>	<b>6</b>
	<b>2.4.3 Utilisation de la gomme de guar .....</b>	<b>7</b>
	<b>2.5 Dioxines.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Échantillons d'enquête et méthodes d'analyse.....</b>	<b>11</b>
	<b>3.1 2.1 Aperçu des échantillons de l'enquête ciblée .....</b>	<b>11</b>
	<b>3.2 Limites de l'enquête.....</b>	<b>12</b>
	<b>3.3 Méthodes d'analyse.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>12</b>
	<b>4.1 Calcul des EQT des dioxines et des PCB .....</b>	<b>12</b>
	<b>4.2 Répartition des dioxines dans la gomme de guar.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Conclusions.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Considérations futures.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Références .....</b>	<b>18</b>

# 1 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 ciblées sont effectuées en vue de déceler des dangers précis dans divers aliments.

La gomme de guar est un additif alimentaire couramment utilisé comme émulsifiant et agent stabilisant dans les aliments transformés. Habituellement, il s'agit d'un ingrédient mineur dans les produits destinés à la consommation humaine, toutefois, la gomme de guar se trouve dans une grande variété de produits alimentaires. En 2007, la Commission européenne a découvert de la gomme de guar en provenance de l'Inde grandement contaminée par des dioxines et du pentachlorophénol. Par conséquent, une enquête ciblée a été lancée en vue de doser les dioxines dans la gomme de guar en provenance de l'Inde.

Les principaux objectifs de l'enquête portant sur les dioxines dans la gomme de guar étaient :

- d'avoir un portrait instantané des teneurs en dioxines de la gomme de guar en provenance de l'Inde, un lieu d'origine reconnu pour des problèmes de contamination;
- d'évaluer s'il est opportun de continuer à vérifier la présence de dioxines dans la gomme de guar importée de l'Inde.

En tout, 20 échantillons de gomme de guar en provenance de l'Inde ont été recueillis aux fins de la présente enquête. Les échantillons ont été obtenus auprès d'entreprises qui importaient la gomme de guar pour l'alimentation humaine ou animale. Un laboratoire de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a analysé tous les échantillons pour en doser les dioxines, les furanes et les biphényles polychlorés (PCB).

Les 20 échantillons analysés contenaient tous des résidus mesurables de dioxines. Au Canada, aucune norme n'existe à l'égard des dioxines dans les aliments. Toutefois, la Commission européenne (CE) a proposé d'adopter un équivalent toxique (EQT) de 0,75 ng EQT/kg de produit, afin de déterminer si les échantillons de gomme de guar présentent des niveaux de contamination en dioxines supérieurs aux concentrations de fond. Tous les échantillons analysés, à l'exception d'un seul, avaient une teneur en dioxine totale EQT inférieure à la norme proposée par la CE; la concentration de l'échantillon qui se démarquait était de 2,731 ng EQT/kg de poids total.

En tenant compte du fait que le *Règlement sur les aliments et drogues* du Canada établit à 1 % la proportion maximale de gomme de guar utilisée comme ingrédient dans les aliments transformés, les teneurs en dioxines et en substances chimiques apparentées dans les échantillons de gomme de guar analysés ne constituent pas un risque inacceptable pour la santé, dans la mesure où la gomme de guar est utilisée conformément aux dispositions du *Règlement sur les aliments et drogues*.

## **2 Introduction**

### ***2.1 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 salubres 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.

### ***2.2 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.

### *2.3 Enquête ciblée sur la gomme de guar*

La présente enquête ciblée porte sur la teneur en dioxines de la gomme de guar importée de l'Inde. Le système d'alerte rapide pour les denrées alimentaires et les aliments pour animaux (RASFF) de la Commission européenne a été avisé, le 24 juillet 2007, d'une importante contamination aux dioxines et au pentachlorophénol (PCP) de la gomme de guar en provenance de l'Inde<sup>1</sup>. Les niveaux de contamination de certains lots de gomme de guar étaient très élevés. Les premiers résultats, qui atteignaient jusqu'à 480 pg OMS-PCDD/F-TEQ/g de produit et 4 mg de PCP/kg, ont été jugés comme d'importants motifs de préoccupation. L'analyse des échantillons que la Commission européenne a recueilli en vue d'assurer un suivi des premiers résultats a confirmé ces teneurs élevées dans certains lots. Dans certains cas, des concentrations encore plus élevées ont été mesurées alors que dans d'autres cas, la gomme de guar n'était pas contaminée<sup>2</sup>.

Après avoir mesuré ces teneurs élevées de dioxines dans la gomme de guar en provenance de l'Inde, la Commission européenne (CE) a mené une vaste enquête afin de recueillir des informations sur les sources possibles de contamination et d'évaluer les mesures de contrôle mises en place par les autorités indiennes pour éviter la récurrence d'une telle contamination.

Par conséquent, l'Union européenne (UE) exige maintenant que toute la gomme de guar en provenance de l'Inde soit accompagnée d'un certificat d'analyse attestant l'absence de PCP<sup>3</sup>. Cette décision est fondée sur les résultats de l'enquête de la CE en Inde, les mesures de contrôle s'étant révélées inadéquates pour réduire au minimum la contamination de la gomme de guar par les dioxines.

L'origine des dioxines dans la gomme de guar n'a jamais été identifiée de manière concluante<sup>4</sup>. Des hypothèses ont été émises quant aux possibles sources de contamination : les palettes en bois utilisées pour le transport du produit; les sacs en jute contenant le produit; les procédés de combustion, notamment du bois; le chauffage des graines pour les casser; et, dans le cas d'une faible contamination, l'utilisation de pentachlorophénate de sodium comme fongicide<sup>5</sup>. En dernier lieu, la CE a recommandé que les gommes de guar de qualité alimentaire et de qualité industrielle soient séparées tout au long du procédé de production, de manière à éviter à l'avenir une telle contamination.

Les enquêtes ciblées sont conçues pour recueillir des données préliminaires sur des problèmes émergents. En raison de l'utilisation généralisée de la gomme de guar dans les produits alimentaires, et considérant la probabilité que la gomme de guar utilisée au Canada provienne de l'Inde, une enquête ciblée sur des échantillons de gomme de guar provenant de ce pays a été menée. Il est difficile d'émettre des hypothèses quant aux sources possibles de contamination de la gomme de guar par les dioxines et le PCP. Toutefois, il a été décidé que, compte tenu du risque pour la santé humaine associé aux dioxines, la présente enquête ciblerait les dioxines, les furanes et les PCB apparentés aux dioxines.

## 2.4 Gomme de guar

### 2.4.1 Définition

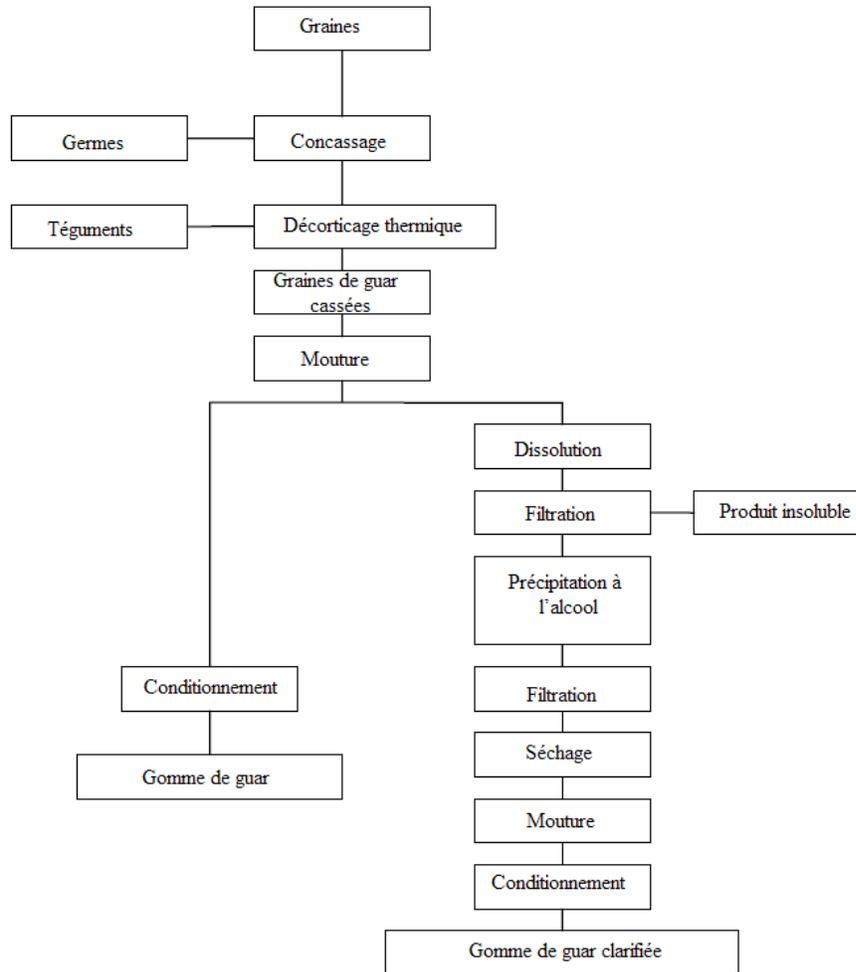
La gomme de guar est principalement constituée de l'albumen moulu des graines de *Cyamopsis tetragonolobus* (L.) Taub. La gomme de guar est surtout composée de polysaccharides de masse moléculaire élevée constitués de galactomannanes (eux-mêmes composés de deux sucres, le galactose et le mannose)<sup>6</sup>.

La cultivation de guar (plante) comme une importante récolte commerciale a débuté après le Deuxième Guerre mondiale à la suite d'une pénurie de caroube jusqu'alors plus couramment cultivée. L'Inde est le principal producteur de graines de guar (80 % de la production mondiale), suivie du Pakistan, des États-Unis, du Brésil et de l'Australie<sup>7</sup>.

En Asie, les fèves de guar sont utilisées comme légume, dans l'alimentation humaine. La plante est aussi cultivée comme aliment pour le bétail et comme engrais vert (cultivée uniquement pour amender le sol, la plante n'est jamais récoltée).

### 2.4.2 Fabrication de la gomme de guar

La figure 1 indique les étapes de la méthode de fabrication de la gomme de guar de qualité industrielle et de qualité alimentaire. Les graines sont broyées pour en éliminer le germe, puis l'albumen est décortiqué, moulu et tamisé, donnant ainsi de la poudre d'albumen moulu (gomme de guar native). La gomme de guar peut être lavée à l'éthanol ou à l'alcool isopropylique, ce qui a pour effet d'en limiter la charge microbienne (gomme de guar lavée).<sup>8</sup>



**Figure 1. Diagramme de la fabrication de la gomme de guar (tiré de Y. Kawamura, 2008)**

### 2.4.3 Utilisation de la gomme de guar

La gomme de guar est un additif alimentaire répandu, utilisé comme épaississant, agent stabilisant et émulsifiant dans une vaste gamme de produits alimentaires transformés (produits de boulangerie, produits laitiers, légumes transformés, confitures/gelées, etc.). La gomme de guar hautement raffinée est utilisée comme agent de raffermissement dans la crème glacée molle, agent stabilisant dans les fromages, les crèmes-desserts instantanées et les succédanés de crème fouettée, et comme liant à viande. La gomme de guar peut aussi être hydrolysée, la rendant ainsi soluble dans l'eau. Il est alors possible de l'ajouter comme agent épaississant/supplément en fibres à des produits transformés sans modifier leur arôme ou leur texture<sup>9</sup>.

La gomme de guar est aussi utilisée dans des applications non alimentaires et non industrielles : comme agent imperméabilisant dans l'industrie des explosifs, liant dans l'industrie pharmaceutique, épaississant dans l'industrie cosmétique et agent de contrôle dans l'industrie pétrolière et gazière.

Au Canada, la gomme de guar est inscrite sur la liste des additifs alimentaires utilisés comme agent émulsifiant, gélifiant, stabilisant et épaississant<sup>10</sup>. Le tableau 1 présente les limites de tolérance permises pour l'utilisation de la gomme de guar comme additif alimentaire et prescrites par le *Règlement sur les aliments et drogues* canadien.

**Table 1 – Utilisations de la gomme de guar approuvées au Canada et limites de tolérances correspondantes**

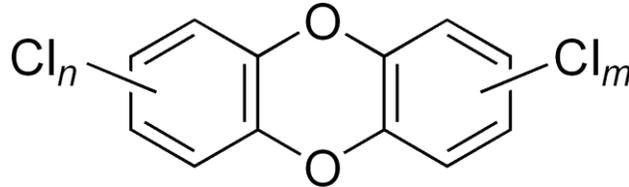
<b>Catégorie d'aliment</b>	<b>Limites de tolérance (% par poids)</b>
Crème; sauce vinaigrette; lait (indication de l'arôme); mince meat; arôme de moutarde; lait; cornichons à la moutarde; achards (relish); sauce à salade; lait écrémé (indication de l'arôme); lait partiellement écrémé (indication de l'arôme); lait écrémé (indication de l'arôme) additionné de solides du lait; lait partiellement écrémé (indication de l'arôme) additionné de solides du lait;	BPI*
Fromage cottage; fromage cottage en crème; crème glacée; mélange pour crème glacée; lait glacé; mélange pour lait glacé	0,50 %
Préparations pour nourrissons	0,03 % de la préparation pour nourrissons prête à consommer. Si l'on emploie aussi l'alginate ou la carraghénine ou les deux, le total ne doit pas dépasser 0,03 %
Préparations pour nourrissons à base d'acides aminés isolés ou d'hydrolysats de protéines, ou des deux	0,1 % de la préparation pour nourrissons prête à consommer. Si l'on emploie aussi l'alginate ou la carraghénine, ou les deux, le total ne doit pas dépasser 0,1 %
Préparations pour nourrissons sans lactose, à base de protéines du lait	0,05 % de la préparation pour nourrissons prête à consommer. Si l'on emploie aussi l'alginate ou la carraghénine, ou les deux, le total ne doit pas dépasser 0,05 %
Sorbet laitier	0,75 %
Aliments non normalisés	BPI*
Margarine réduite en calories	0,50 %
Crème sure	0,50 %
Asperges en conserve; haricots jaunes en conserve; haricots verts en conserve; pois en conserve	1,00 %
Fromage à la crème; fromage à la crème (avec indication des ingrédients ajoutés); fromage à la crème à tartiner; fromage à la crème à tartiner (avec indication des ingrédients ajoutés); fromage fondu à tartiner; fromage fondu à tartiner (avec indication des ingrédients ajoutés); fromage (indication de la variété) conditionné à froid (avec indication des ingrédients ajoutés); préparation de fromage conditionné à froid; préparation de fromage conditionné à froid (avec indication des ingrédients ajoutés)	0,50 %

\*BPI – Selon les bonnes pratiques industrielles

La gomme de guar est présente dans un grand nombre d'aliments. Il s'agit d'un ingrédient secondaire, habituellement utilisé à des niveaux inférieurs à 1 %.

## 2.5 Dioxines

Le terme « dioxines » est souvent utilisé pour désigner la famille des dibenzo-para-dioxines polychlorées (PCDD) et des dibenzofuranes polychlorés (PCDF), qui sont structurellement et chimiquement apparentés. Le terme « dioxines » englobe aussi certains diphényles polychlorés (PCB) apparentés aux dioxines et ayant des propriétés toxiques semblables. Environ 419 types de composés apparentés aux dioxines sont connus, mais seulement 30 d'entre eux présentent une importante toxicité, la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine (TCDD) étant considérée la plus toxique<sup>11</sup>.

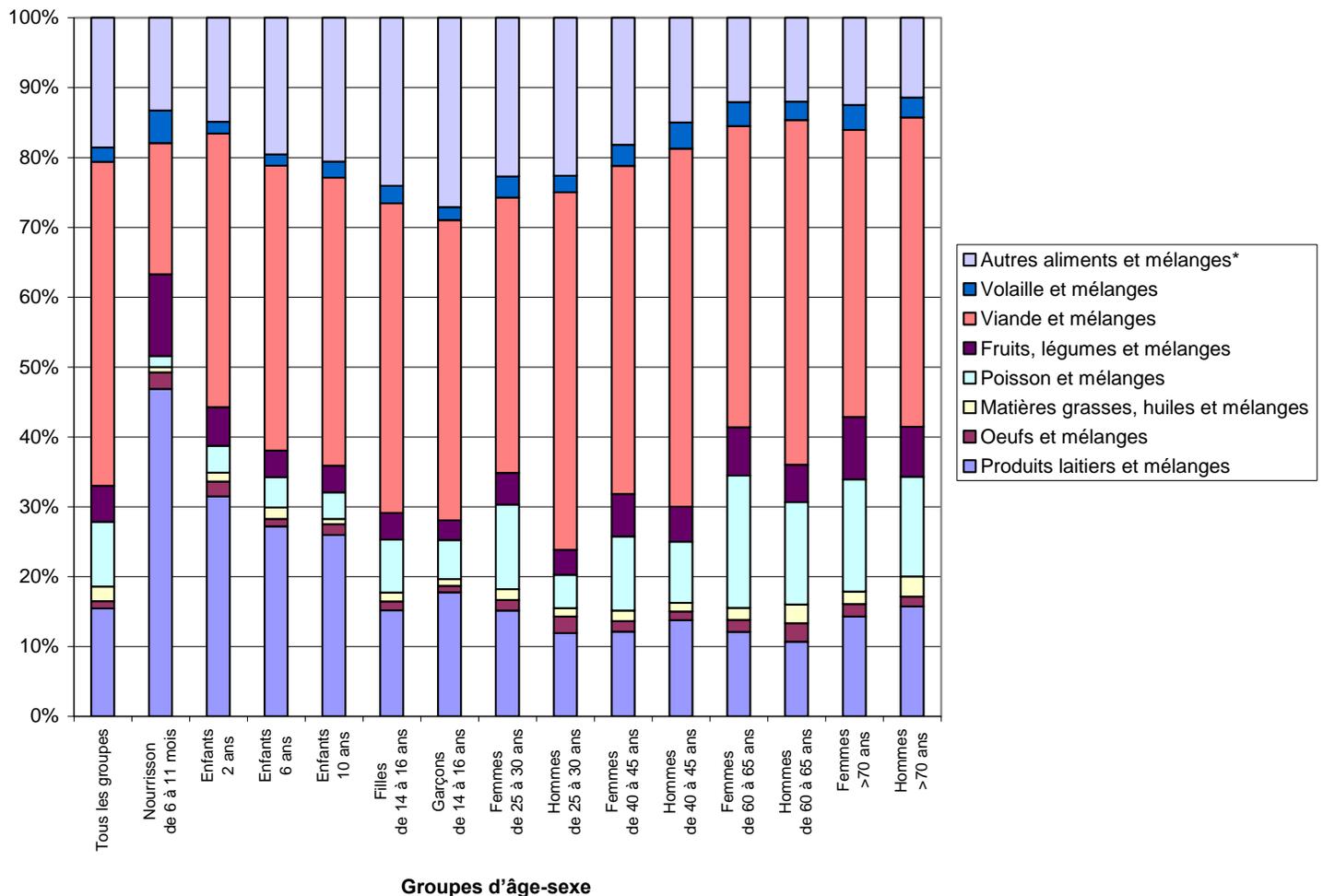


**Figure 2. Structure générale des PCDD ( $n$  et  $m$  correspondent au nombre de molécules de Cl, qui peut varier de 0 à 4)**

Les dioxines sont produites lors des processus de combustion comme l'incinération des déchets, les feux de forêt et le brûlage des déchets de jardin, ainsi qu'au cours de certains procédés industriels comme le blanchiment de la pâte à papier et la fabrication d'herbicides. La plupart de ces composés ne posent aucun risque pour la santé aux concentrations habituellement mesurées dans l'environnement; cependant, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a établi que 29 d'entre eux posent des problèmes de toxicité<sup>12</sup>.

Pour la plupart des personnes, près de 90 % de l'exposition totale aux dioxines est attribuable à l'alimentation<sup>13</sup>. La plus grande partie de l'ingestion de dioxines se fait par la consommation de chair animale et de produits laitiers (voir la figure 3).

Lorsque les dioxines ont pénétré dans l'organisme, elles sont absorbées dans le tissu adipeux où elles sont emmagasinées. Leur demi-vie dans l'organisme varie entre sept et onze ans<sup>13</sup>. Les enquêtes de toxicologie montrent que les dioxines sont susceptibles de produire une gamme d'effets sur les animaux et les humains. Parmi les effets sur la santé humaine, on compte les affections cutanées (ex. chloracné), les problèmes hépatiques, l'affaiblissement du système immunitaire, du système endocrinien et des fonctions de reproduction, les effets sur le développement du système nerveux et à d'autres phases du développement, et certains types de cancer<sup>11</sup> sont parmi les effets néfastes observés sur la santé humaine.



\* Autres aliments et mélanges » désigne les céréales et mélanges, les légumineuses et mélanges, et les boissons (autres que le lait)

**Figure 3. Estimation de l'exposition proportionnelle aux PCDD/PCDF d'origine alimentaire (en pg OMS-TEQ/kg de poids corporel/mois) en fonction des catégories d'aliments – Tirée de l'étude *Total Diet Study* (TDS) de la US FDA effectuée sur des échantillons d'aliments recueillis de 2001 à 2004 (selon la concentration de PCDD/PCDF en supposant ND = 0)<sup>14</sup>**

Au Canada, l'alinéa B.01.046.(1p) du *Règlement sur les aliments et drogues* établit qu'un aliment est falsifié s'il contient des résidus de dibenzo-*p*-dioxines chlorées. Actuellement, les règlements canadiens ne font pas mention de l'équivalence toxique (voir à la section 4.1 l'explication de la notion d'équivalence toxique), même si le concept est utilisé dans les évaluations du risque pour la santé menées par Santé Canada. La norme zéro entraîne des problèmes pour la mise en application des règlements étant donné l'impossibilité qu'un aliment soit totalement exempt de ces contaminants liposolubles. Santé Canada procède actuellement à la réévaluation des risques posés par les dioxines et des normes qui y sont associées.

L'Union européenne a établi une liste des teneurs maximales de dioxines totales permises dans divers produits alimentaires (voir le tableau 2)<sup>15</sup>. Cependant, l'UE n'a pas fixé de teneur maximale précise en ce qui concerne la gomme de guar étant donné que, jusqu'alors, la possibilité de contamination n'était ni connue ni soupçonnée. Les autorités réglementaires européennes considèrent que la limite établie pour l'huile végétale (0,75 pg PCDD/F OMS-TEQ/g de produit) constitue le niveau au-dessus duquel la concentration de fond de dioxines serait dépassée<sup>16</sup>. Cette valeur a été utilisée dans la présente enquête. L'huile végétale est le seul produit végétal pour lequel une teneur maximale a été établie; cette valeur est aussi la plus prudente de celles établies.

**Table 2. Teneurs maximales (équivalents toxiques) établies par l'UE dans divers produits alimentaires\***

<b>Produits</b>	<b>Teneurs maximales (PCDD + PCDF) (parties par billion) (OMS-PCDD/F-TEQ)</b>	<b>Teneurs maximales Total des dioxines, des furanes et des PCB apparentés aux dioxines (OMS-PCDD/F-PCB-TEQ)</b>
Viande et produits de viande issus de : ruminants (bovins, ovins) volaille porc	3 pg/g de lipides 2 pg/g de lipides 1 pg/g de lipides	4,5 pg/g de lipides 4 pg/g de lipides 1,5 pg/g de lipides
Foie et produits dérivés	6 pg/g de lipides	12 pg/g de lipides
Chair musculaire de poisson et produits de la pêche (à l'exception de l'anguille)	4 pg/g de poids frais	8 pg/g de poids frais
Chair musculaire, viande d'anguille et les produits à base d'anguille	4 pg/g de poids frais	12 pg/g de poids frais
Lait et produits laitiers	3 pg/g de lipides	6 pg/g de lipides
Œufs et produits d'œufs	3 pg/g de lipides	6 pg/g de lipides
Huiles et matières grasses graisse animale de ruminants graisse animale de volaille et de gibier d'élevage graisse animale mélangée huile végétale huile de poisson	3 pg/g de lipides 2 pg/g de lipides 1 pg/g de lipides 2 pg/g de lipides 0,75 pg/g de lipides 2 pg/g de lipides	4,5 pg/g de lipides 4 pg/g de lipides 1,5 pg/g de lipides 3 pg/g de lipides 1,5 pg/g de lipides 10 pg/g de lipides

\*Tirées de la réglementation de la Commission européenne 199/2006.

### **3 Échantillons d'enquête et méthodes d'analyse**

#### **3.1 2.1 Aperçu des échantillons de l'enquête ciblée**

Les échantillons de gomme de guar ont été recueillis uniquement chez les importateurs qui font venir de la gomme de guar pour l'alimentation humaine ou animale. La description

complète (numéro, origine et description de chaque échantillon) des échantillons de gomme de guar est donnée à l'annexe A.

En tout, 20 échantillons ont été recueillis pour l'enquête sur la gomme de guar, et tous provenaient de l'Inde.

### ***3.2 Limites de l'enquête***

L'enquête sur la gomme de guar a été conçue pour donner un portrait instantané de la situation en ce qui concerne les concentrations de dioxines dans la gomme de guar en provenance de l'Inde, un lieu d'origine qui a des antécédents de contamination. Le nombre d'échantillons est très limité (20 au total). Aucune conclusion ne peut être tirée concernant les tendances de la contamination, ni entre la fréquence de la contamination et le pays d'origine, étant donné que tous les échantillons de gomme de guar analysés provenaient de l'Inde.

La découverte de contamination de la gomme de guar provenant de l'Inde par l'UE était à l'égard des dioxines et de PCP. En raison de la gravité des risques associés à la contamination par les dioxines, il a été décidé que l'enquête ciblée serait centrée sur cette série de composés.

### ***3.3 Méthodes d'analyse***

Tous les échantillons ont été analysés au laboratoire de l'ACIA situé à Calgary. Les teneurs en dioxines ont été mesurées dans la gomme de guar par dilution isotopique, suivie d'une chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire couplée à un spectromètre de masse à haute résolution. La méthode utilisée est applicable au dosage des résidus de PCDD, de PCDF et de PCB. Les résultats sont fondés sur le poids total de l'échantillon. Les limites de détection habituelles de cette méthode sont de 0,03 partie par billion pour les dioxines, les furanes et les PCB présentant une structure coplanaire, et de 0,6 partie par billion pour les autres PCB, en fonction du poids total, selon le poids du sous-échantillon extrait pour l'analyse.

L'annexe B présente une description complète des congénères des PCB détectés par la méthode d'analyse de l'ACIA.

## **4 Résultats**

Les résultats de cette enquête ciblée sont présentés au-dessous sous forme graphique. Les informations à l'appui sont fournies sous forme de tableaux dans les annexes.

### ***4.1 Calcul des EQT des dioxines et des PCB***

Pour faciliter le calcul de la toxicité des mélanges de congénères, le facteur d'équivalence de toxicité (FET) de la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine (TCDD) est utilisé. Les FET permettent de comparer la toxicité potentielle de chaque composé apparenté aux dioxines

incluant le mélange à la toxicité bien étudiée et comprise de la TCDD, considérée comme le congénère dont la toxicité est la plus préoccupante.

En 1998, l'OMS a établi les FET de 29 congénères dont la toxicité est préoccupante et, en 2005, ces valeurs ont été réexaminées<sup>17</sup>. Les FET sont déterminées à partir des examens scientifiques de bases de données toxicologiques et en tenant compte de considérations sur la structure chimique, la persistance et la résistance à la métabolisation. La TCDD a un FET de 1,0 et tous les autres congénères ont des FET dont la valeur varie entre 0,0001 et 1,0. Pour calculer l'équivalence toxique (EQT), on multiplie la concentration (p/p) du congénère par son FET.

L'EQT totale est ensuite obtenue en faisant la somme des EQT individuelles pour le mélange de congénères. La liste complète des FET utilisés pour le calcul des EQT est présentée à l'annexe C.

En plus des congénères toxiques, le programme de l'ACIA prévoit l'analyse de 71 congénères de PCB<sup>18</sup>. Dans le présent rapport, uniquement les résultats des PCB sans substitution en ortho et avec une substitution mono-ortho désignés par l'OMS ont été consignés.

#### ***4.2 Répartition des dioxines dans la gomme de guar***

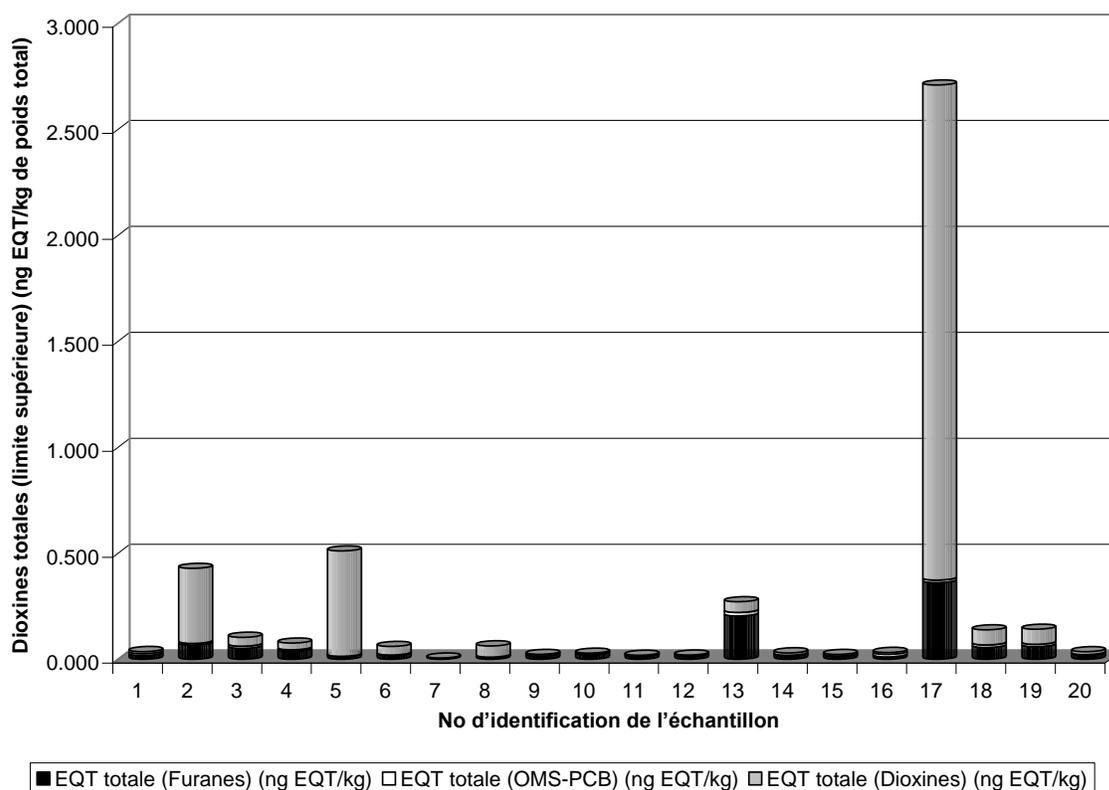
Le tableau 2 présente les valeurs de EQT calculées dans la cadre de la présente enquête ciblée d'après les FET établies par l'OMS en 1998<sup>11</sup>.

Conformément aux pratiques internationales de déclaration, les résultats sont exprimés en fonction d'une limite inférieure et d'une limite supérieure. Les limites supérieures représentent la somme des congénères détectés multipliée par le FET approprié, plus la somme des limites de détection attribuables aux congénères non détectés multipliée par le FET approprié. Les limites inférieures représentent uniquement la somme de tous les congénères détectés multipliée par le FET et ne tiennent pas compte des congénères non détectés.

**Tableau 3. Équivalence toxique (EQT) des dioxines totales dans les échantillons de gomme de guar importés de l'Inde (ng EQT/kg de poids total).**

		N	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Écart-type
Dibenzofuranes chlorés	Limite inférieure	20	0,051	0,019	0,003	0,361	0,085
	Limite supérieure	20	0,053	0,020	0,011	0,361	0,084
Dibenzo- <i>p</i> -dioxine chlorée	Limite inférieure	20	0,181	0,023	0,001	2,336	0,523
	Limite supérieure	20	0,196	0,036	0,019	2,344	0,521
Polychlorobiphényles (PCB)	Limite inférieure	20	0,006	0,005	0,000	0,017	0,005
	Limite supérieure	20	0,007	0,005	0,002	0,017	0,004
<b>Dioxines totales (Σ dioxines, furanes et PCB)</b>	<b>Limite inférieure</b>	<b>20</b>	<b>0,238</b>	<b>0,048</b>	<b>0,006</b>	<b>2,709</b>	<b>0,598</b>
	<b>Limite supérieure</b>	<b>20</b>	<b>0,258</b>	<b>0,070</b>	<b>0,034</b>	<b>2,731</b>	<b>0,598</b>

La teneur en dioxines totales des 20 échantillons de gomme de guar en provenance de l'Inde varient entre 0,034 et 2,731 ng EQT/kg de poids total (limite supérieure), avec une moyenne de 0,258 ng EQT/kg de poids total (écart-type = 0,598). Sur les 20 échantillons, un seul (2,731 ng EQT/kg de poids total) dépassait la limite de 0,75 ng OMS PCDD/F-TEQ /kg de produit établie par l'Union européenne pour la dioxine, ce qui est considéré comme une contamination aux dioxines inacceptable (figure 4)<sup>1,17</sup>.



**Figure 4. Limite supérieure des teneurs en dioxines totales (ng EQT/kg de poids total) dans les échantillons de gomme de guar en provenance de l'Inde. Les teneurs en dioxines totales comprennent les résidus de dibenzo-*p*-dioxine chlorée, de dibenzofuranes chlorés et de PCB sans substitution en ortho et avec une substitution mono-ortho.**

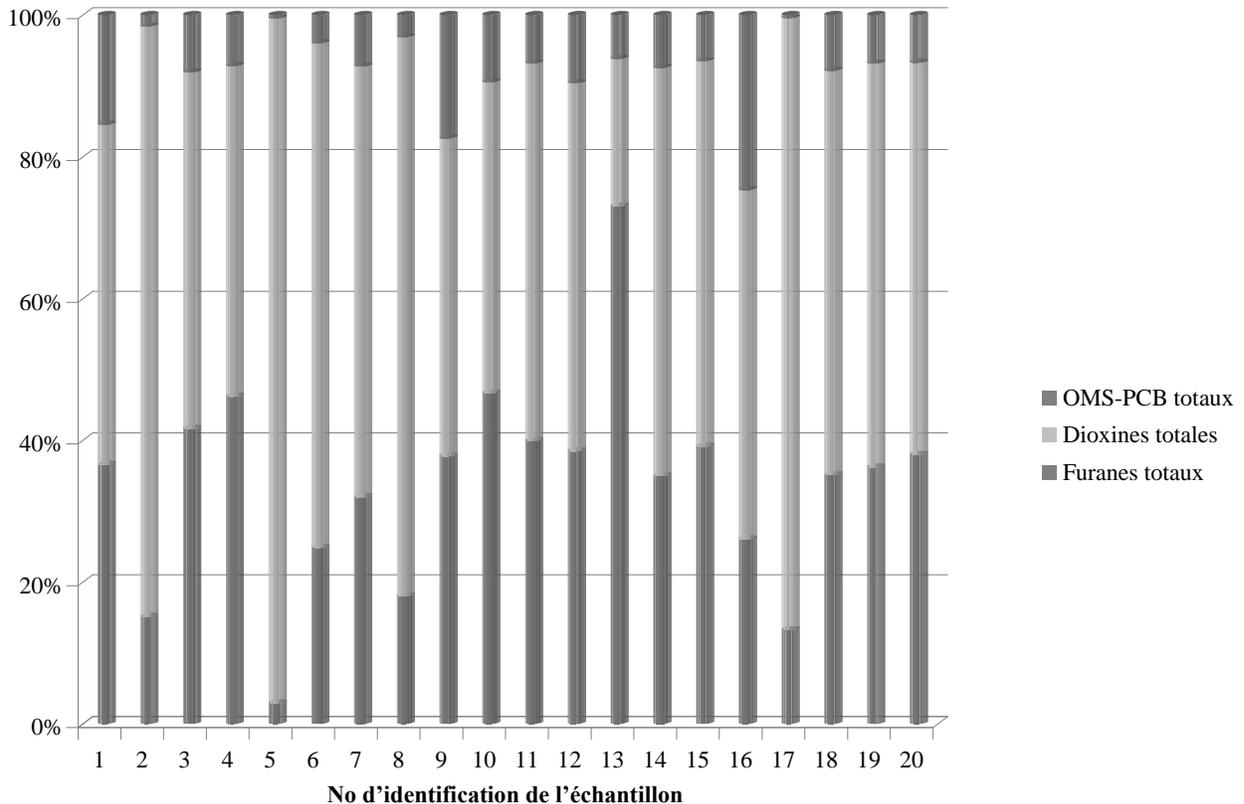
## 5 Discussion

L'enquête ciblée sur la gomme de guar portait sur 20 échantillons provenant de l'Inde. Le plan d'enquête utilisé ne permet pas de constituer un ensemble de données statistiquement robuste. Cependant, les résultats obtenus peuvent donner un aperçu du niveau de contamination aux dioxines de ces échantillons. Les 20 échantillons analysés contenaient tous des teneurs en dioxines mesurables et, à l'exception d'un échantillon, toutes les teneurs étaient inférieures au niveau maximal de contamination permis proposé par l'Union européenne (0,75 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg de produit).

Étant donné que dans l'échantillon ayant la teneur la plus élevée en dioxines (2,73 ng EQT/kg de poids total), la valeur mesurée était plus de 20 fois supérieure à la moyenne des 19 autres échantillons (0,126 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg de produit), il se pourrait qu'une source de contamination ponctuelle soit en cause (voir la figure 4). Cet échantillon, ainsi que quelques autres, avait des teneurs élevées en certaines fractions de congénères de dioxines comparativement aux autres échantillons, ce qui indique, par ailleurs, que les sources de contamination ne sont pas les mêmes pour tous les échantillons (voir la

figure 5). Les teneurs mesurées les plus élevées demeurent tout de même bien en deçà de la teneur maximale mesurée dans les échantillons de l'UE (480 ng OMS-PCDD/F-TEQ/kg de produit).

Il est intéressant de constater que les autres échantillons dont les concentrations étaient légèrement élevées (bien qu'inférieures à la teneur maximale permise par l'UE) présentaient des tendances semblables quant aux profils des proportions (voir les échantillons 2, 5 et 17, à la figure 5).



**Figure 5. Proportions de OMS-PCB, de dioxines et de furanes dans les échantillons de gomme de guar**

Il est nécessaire d'examiner la question de la contamination de la gomme de guar à la lumière de son utilisation à titre d'additif alimentaire ou ingrédient. Il est difficile d'estimer la quantité de gomme de guar consommée au Canada en raison de son utilisation généralisée dans une grande variété de produits alimentaires. La gomme de guar est utilisée comme un ingrédient secondaire (habituellement moins de 1,0 % du total des ingrédients); de plus, l'UE a proposé des teneurs maximales en dioxines dans la gomme de guar de beaucoup inférieures aux EQT maximaux établis pour d'autres produits alimentaires (voir le tableau 2). Par conséquent, il serait raisonnable de conclure que la gomme de guar contaminée aux dioxines, aux teneurs mesurées dans la présente enquête, ne contribuerait pas de manière importante à l'exposition alimentaire aux dioxines totales des personnes qui ont consommé des aliments

ayant les teneurs maximales permises de gomme de guar. Il est beaucoup plus probable que l'exposition aux dioxines soit attribuable à des sources plus traditionnelles, comme les viandes et d'autres denrées grasses d'origine animale.

Santé Canada a effectué une évaluation du risque pour la santé et, d'après les données disponibles, a conclu que les teneurs en dioxines et en substances chimiques apparentées aux dioxines dans les échantillons de gomme de guar ne poseraient pas de risque inacceptable pour la santé, pourvu que la gomme de guar soit utilisée conformément aux dispositions du *Règlement sur les aliments et drogues* du Canada (article B.16.100 tableau IV). Pareillement, la gomme de guar contaminée utilisée pour la fabrication de produits avant que ne soient découvertes leurs teneurs élevées en dioxines et en PCP, ne pose pas de risque immédiat pour la santé des consommateurs selon l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA)<sup>19</sup>.

## **6 Conclusions**

Les 20 échantillons de gomme de guar analysés dans le cadre de la présente enquête contenaient tous des quantités mesurables de résidus de dioxines. Les dioxines peuvent être présentes naturellement ou leur présence peut être le résultat d'une contamination attribuable à des sources chimiques. Tous les échantillons, à l'exception d'un seul, présentaient des valeurs en deçà du niveau maximal de contamination proposé par l'UE. Bien que la présente enquête ne permette pas de constituer un ensemble de données statistiquement pertinent à partir duquel établir des lignes directrices, elle indique néanmoins que les niveaux de contamination aux dioxines sont minimes et que, à condition que la gomme de guar, un ingrédient alimentaire, soit utilisée conformément aux dispositions du *Règlement sur les aliments et drogues*, il est peu probable que les teneurs en dioxines de la gomme de guar posent un risque inacceptable pour la santé des consommateurs canadiens.

## **7 Considérations futures**

Étant donné que l'EFSA et Santé Canada ont établi l'absence de risque immédiat pour la santé et que les autorités indiennes ont mis en place un certain nombre de mesures de protection pour s'assurer que la gomme de guar contaminée ne soit pas destinée à la consommation humaine ou animale, une enquête continue se révèle peu nécessaire.

## 8 Références

---

<sup>1</sup> Community Reference Laboratory for Dioxins and PCBs in Feed and Food. State Institute for Chemical and Veterinary Analysis of Food, Freiburg Germany. Contamination of Guar Gum from India with Pentachlorophenol (PCP) and Dioxins. Web. Consulté le 24 mars 2009. <http://www.crl-freiburg.eu/dioxin/Images/Guar%20Gum%20Evaluation.pdf>

<sup>2</sup> Wahl *et al.* (2008) *The Guar Gum Case : Contamination with PCP and Dioxins and Analytical Problems*. Web. Consulté le 28 juillet 2009 [http://www.crl-freiburg.eu/dioxin/Images/Organohalogen%20Compd%2070%20\(2008\)%20Guar%20Gum.pdf](http://www.crl-freiburg.eu/dioxin/Images/Organohalogen%20Compd%2070%20(2008)%20Guar%20Gum.pdf) .

<sup>3</sup> Décision de la Commission 2008/352/CE du 29 avril 2008. Web. Consulté le 1<sup>er</sup> avril 2009. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:117:0042:0044:FR:PDF>

<sup>5</sup> Final Report of a Mission Carried out in India... To Gather Information on the source of Contamination of Guar Gum with Pentachlorophenol and Dioxins and to Assess the Control Measures put in Place by the Indian Authorities to Avoid a Reoccurrence of this Contamination. Commission of the European Communities (2007). 2007. Web. Consulté le 20 juillet 2009. [http://ec.europa.eu/food/fvo/rep\\_details\\_en.cfm?rep\\_id=1886#](http://ec.europa.eu/food/fvo/rep_details_en.cfm?rep_id=1886#).

<sup>6</sup> Yoko Kawamura (2008). Guar Gum- Chemical and Technical Assessment. Prepared for the 69<sup>th</sup> Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Web. Consulté le 28 juillet 2009. [http://www.fao.org/ag/AGN/agns/jecfa/cta/69/Guar\\_gum\\_CTA\\_69.pdf](http://www.fao.org/ag/AGN/agns/jecfa/cta/69/Guar_gum_CTA_69.pdf)

<sup>7</sup> National Commodity & derivatives Exchange Ltd. Website- Guar Seed and Guar Gum. Web. Consulté le 28 juillet 2009. [http://www.ncdex.com/Knowledge/PDFs/40%C2%A72%C2%A7Guar\\_Seed\\_Guar\\_Gum\\_PB\\_11092007.pdf](http://www.ncdex.com/Knowledge/PDFs/40%C2%A72%C2%A7Guar_Seed_Guar_Gum_PB_11092007.pdf)

<sup>8</sup> Guar Gum. Web. Consulté le 6 avril 2009. <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/monograph5/additive-218-m5.pdf>

<sup>9</sup> Alternative Field Crops Manual. (1991) University of Wisconsin-Extension. Cooperative Extension; University of Minnesota, Center for Alternative Plant And Animal Products and the Minnesota Extension Service. Web. Consulté le 4 août 2009. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/AFCM/guar.html>

---

<sup>10</sup> *Règlement sur les aliments et drogues*, tableau IV, article G.3. Web. Consulté le 5 août 2009.

[http://laws.justice.gc.ca/PDF/Regulation/C/C.R.C.,\\_c.\\_870.pdf](http://laws.justice.gc.ca/PDF/Regulation/C/C.R.C.,_c._870.pdf)

<sup>11</sup> Organisation mondiale de la Santé. *Les dioxines et leurs effets sur la santé*, Web. Consulté le 20 mars 2009.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/fr/index.html>

<sup>12</sup> The International Programme on Chemical Safety: TEF Values. Web. Consulté le 20 mars 2009.

[http://www.who.int/ipcs/assessment/tef\\_values.pdf](http://www.who.int/ipcs/assessment/tef_values.pdf)

<sup>13</sup> Santé Canada, *Votre santé et vous : dioxines et furanes*, Web. Consulté le 20 mars 2009.

[http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/alt\\_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/envIRON/dioxin-fra.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/envIRON/dioxin-fra.pdf)

<sup>14</sup> PCDD/PCDF Exposure Estimates from TDS Samples Collected in 2001-2004. Web. Consulté le 20 mars 2009.

<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/DioxinsPCBs/ucm077498.htm>

<sup>15</sup> Recommandation de la Commission 2006/88/CE du 6 février 2006. Web. Consulté le 31 mars 2009.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:042:0026:0028:FR:PDF>

<sup>16</sup> SANCO – D1(2007)D/412302. Summary Record of the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health Held in Brussels on 5 October 2007. Section Toxicological Safety of the Food Chain. Web. Consulté le 31 mars 2009.

[http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/toxic/summary05102007\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/toxic/summary05102007_en.pdf)

<sup>17</sup> Van den Berg, M; Birnbaum, LS; Denison, M; *et al.* (2006) The 2005 World Health Organization re-evaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 93(2):223–241.

<http://toxsci.oxfordjournals.org/cgi/reprint/93/2/223?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=2005+world+health+organization&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT> . Web. Consulté le 24 mars 2009.

<sup>18</sup> *Rapport sur les pesticides, produits chimiques agricoles, médicaments vétérinaires, polluants environnementaux et autres impuretés dans les produits agroalimentaires d'origine animale : annexe sur les dioxines*. Web. Consulté le 19 août 2009

[http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/microchem/resid/2003-2004/anima\\_mvddf.shtml](http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/microchem/resid/2003-2004/anima_mvddf.shtml)

<sup>19</sup> Halliday, J. “States and shops act over guar gum fears.” (6 août 2007)

<http://www.foodnavigator.com/Financial-Industry/States-and-shops-act-over-guar-gum-fears>

## Annexe A

**Tableau A1. Résumé descriptif des échantillons – Liste des numéros des échantillons de gomme de guar, pays d'origine et résultats des analyses**

Code du plan d'échantillonnage	Description	Pays d'origine	Poids extrait (g)	Furanes totaux (ng/kg de poids total)	EQT total (Furanes) (ng EQT/kg)	Dioxines totales (ng/kg de poids total)	EQT total (Dioxines) (ng EQT/kg)	PCB totaux (non-ortho, mono-ortho) ng/kg	EQT total (OMS-PCB) (ng EQT/kg)
C2008FSR0001	GOMME DE GUAR	INDE	12,66	0,284	0,022	2,115	0,029	18,272	0,009
C2008FSR0002	GOMME DE GUAR	INDE	12,59	17,167	0,068	227,38	0,374	45,419	0,007
C2008FSR0003	GOMME DE GUAR	INDE	12,52	0,637	0,052	4,531	0,063	32,114	0,010
C2008FSR0004	GOMME DE GUAR	INDE	12,62	0,468	0,040	3,7	0,040	23,658	0,006
C2008FSR0005	GOMME DE GUAR	INDE	12,67	1,375	0,015	180,094	0,514	3,83	0,003
C2008FSR0006	GOMME DE GUAR	INDE	12,58	0,878	0,020	22,212	0,057	14,276	0,003
C2008FSR0007	GOMME DE GUAR	INDE	12,64	0,161	0,011	1,778	0,021	4,616	0,003
C2008FSR0008	GOMME DE GUAR	INDE	12,68	2,717	0,016	18,342	0,070	7,618	0,003
C2008FSR0009	Gomme de guar 8/22 (poudre)	INDE	12,54	0,159	0,016	0,156	0,019	41,167	0,007
C2008FSR0010	Gomme de guar 8/22 (poudre)	INDE	12,65	0,229	0,022	0,3	0,021	19,602	0,004
C2008FSR0011	GOMME DE GUAR	INDE	12,56	0,178	0,016	1,811	0,021	8,127	0,003
C2008FSR0012	GOMME DE GUAR	INDE	12,6	0,265	0,016	0,466	0,021	21,838	0,004
C2008FSR0013	GOMME DE GUAR	INDE	12,58	3,095	0,204	9,785	0,058	16,556	0,017
C2008FSR0014	GOMME DE GUAR	INDE	12,62	0,294	0,017	4,594	0,028	17,247	0,004
C2008FSR0015	Gomme de guar (en poudre)	INDE	12,51	0,185	0,017	1,756	0,024	7,639	0,003
C2008FSR0016	GOMME DE GUAR	INDE	12,63	0,173	0,013	3,335	0,025	111,837	0,013
C2008FSR0017	GOMME DE GUAR	INDE	12,54	99,9	0,361	2501,262	2,358	28,289	0,012
C2008FSR0018	Gomme de guar A200	INDE	12,61	2,336	0,056	27,258	0,091	63,613	0,013
C2008FSR0019	Gomme de guar A200	INDE	12,54	2,289	0,060	27,311	0,094	53,374	0,011
C2008FSR0020	GOMME DE GUAR	INDE	12,61	0,382	0,021	6,328	0,030	14,252	0,004

## Annexe B

**Tableau B1. Liste des congénères des PCB détectés par la méthode de l'ACIA**

<b>Numéro</b>	<b>Congénère</b>	<b>Numéro</b>	<b>Congénère</b>
PCB-001	2-Chlorobiphényle	PCB-128	2,2',3,3',4,4'-Hexachlorobiphényle
PCB-003	4-Chlorobiphényle	PCB-129	2,2',3,3',4,5-Hexachlorobiphényle
PCB-004	2,2'-Dichlorobiphényle	PCB-137	2,2',3,4,4',5-Hexachlorobiphényle
PCB-008	2,4'-Dichlorobiphényle	PCB-138	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorobiphényle
PCB-010	2,6-Dichlorobiphényle	PCB-141	2,2',3,4,5,5'-Hexachlorobiphényle
PCB-015	4,4'-Dichlorobiphényle	PCB-149	2,2',3,4,5',6-Hexachlorobiphényle
PCB-018	2,2',5-Trichlorobiphényle	PCB-151	2,2',3,5,5',6-Hexachlorobiphényle
PCB-019	2,2',6-Trichlorobiphényle	PCB-153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphényle
PCB-022	2,3,4'-Trichlorobiphényle	PCB-155	2,2',4,4',6,6'-Hexachlorobiphényle
PCB-028	2,4,4'-Trichlorobiphényle	PCB-156	2,3,3',4,4',5-Hexachlorobiphényle
PCB-033	2',3,4'-Trichlorobiphényle	PCB-157	2,3,3',4,4',5'-Hexachlorobiphényle
PCB-037	3,4,4'-Trichlorobiphényle	PCB-158	2,3,3',4,4',6-Hexachlorobiphényle
PCB-040	2,2',3,3'-Tétrachlorobiphényle	PCB-167	2,3',4,4',5,5'-Hexachlorobiphényle
PCB-041	2,2',3,4-Tétrachlorobiphényle	PCB-168	2,3',4,4',5',6-Hexachlorobiphényle
PCB-044	2,2',3,5-Tétrachlorobiphényle	PCB-169	3,3',4,4',5,5'-Hexachlorobiphényle
PCB-049	2,2',4,5'-Tétrachlorobiphényle	PCB-170	2,2',3,3',4,4',5-Heptachlorobiphényle
PCB-052	2,2',5,5'-Tétrachlorobiphényle	PCB-171	2,2',3,3',4,4',6-Heptachlorobiphényle
PCB-054	2,2',6,6''-Tétrachlorobiphényle	PCB-177	2,2',3,3',4',5,6-Heptachlorobiphényle
PCB-060	2,3',4,4'-Tétrachlorobiphényle	PCB-178	2,2',3,3',5,5',6-Heptachlorobiphényle
PCB-066	2,3',4,4'-Tétrachlorobiphényle	PCB-180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorobiphényle
PCB-070	2,3',4',5-Tétrachlorobiphényle	PCB-183	2,2',3,4,4',5',6-Heptachlorobiphényle
PCB-074	2,4,4',5-Tétrachlorobiphényle	PCB-187	2,2',3,4',5,5',6-Heptachlorobiphényle
PCB-077	3,3',4',4'-Tétrachlorobiphényle	PCB-188	2,2',3,4',5,6,6'-Heptachlorobiphényle
PCB-081	3,4,4',5-Tétrachlorobiphényle	PCB-189	2,3,3',4,4',5,5'-Heptachlorobiphényle
PCB-087	2,2',3,4,5'- Pentachlorobiphényle	PCB-191	2,3,3',4,4',5',6-Heptachlorobiphényle
PCB-095	2,2',3,5',6- Pentachlorobiphényle	PCB-193	2,3,3',4',5,5',6-Heptachlorobiphényle
PCB-099	2,2',4,4',5- Pentachlorobiphényle	PCB-194	2,2',3,3',4,4',5,5'-Octachlorobiphényle
PCB-104	2,2',4,6,6'- Pentachlorobiphényle	PCB-199	2,2',3,3',4,5,6,6'-Octachlorobiphényle
PCB-105	2,3,3',4,4'- Pentachlorobiphényle	PCB-201	2,2',3,3',4,5,5',6'-Octachlorobiphényle
PCB-110	2,3,3',4',6'- Pentachlorobiphényle	PCB-202	2,2',3,3',5,5',6,6'-Octachlorobiphényle
PCB-114	2,3,4,4',5-Pentachlorobiphényle	PCB-203	2,2',3,4,4',5,5',6-Octachlorobiphényle
PCB-118	2,3',4,4',5- Pentachlorobiphényle	PCB-205	2,3,3',4,4',5,5',6-Octachlorobiphényle
PCB-119	2,3',4,4',6- Pentachlorobiphényle	PCB-206	2,2',3,3',4,4',5,5',6- Nonachlorobiphényle
PCB-123	2',3,4,4',5- Pentachlorobiphényle	PCB-208	2,2',3,3',4,5,5',6,6'- Nonachlorobiphényle
PCB-126	3,3',4,4',5- Pentachlorobiphényle	PCB-209	Décachlorobiphényle

## Annexe C

### Facteurs d'équivalence toxique des dioxines et des composés apparentés aux dioxines

Composé	Facteur d'équivalence toxique (FET) <sup>xi</sup>
<i>Dibenzo-p-dioxine chlorée</i>	
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeTCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01
OCDD	0,0001
<i>Dibenzofuranes chlorés</i>	
2,3,7,8-TCDF	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01
OCDF	0,0001
<i>PCB sans substitution en ortho</i>	
PCB 77	0,0001
PCB 81	0,0001
PCB 126	0,1
PCB 169	0,01
<i>PCB avec substitution mono-ortho</i>	
105	0,0001
114	0,0005
118	0,0001
123	0,0001
156	0,0005
157	0,0005
167	0,00001
189	0,0001