

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 7 février 2017

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relatif à l'évaluation des résultats de la contamination au bisphénol A
des denrées alimentaires d'origine animale non conditionnées en
consERVE.

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 15 décembre 2015 par la Direction générale de l'alimentation (DGAI) pour la réalisation de l'expertise suivante : « Demande d'évaluation des résultats du plan expérimental pour l'année 2015 sur la contamination au bisphénol A des denrées alimentaires d'origine animale non conditionnées en conserve ».

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Dans son avis du 25 mars 2013 relatif à l'évaluation des risques liés au bisphénol A (BPA) pour la santé humaine (Anses, 2013), l'Anses a mis en évidence que la voie d'exposition prépondérante est la voie alimentaire. Il est ressorti de cette expertise que les produits en conserve étaient responsables à hauteur de 50% de l'exposition alimentaire au BPA non conjugué. Pour ce qui concerne les denrées non conditionnées en conserve, la consommation de viande (viandes, abats et charcuteries) participe à hauteur de 17% à cette exposition et les produits de la mer à 3%, sans qu'il y ait d'explication sur la source de contamination de ces denrées.

Pour répondre à cette problématique de contamination d'origine inconnue, l'Anses a été sollicitée le 14 octobre 2013 par la Direction générale de l'alimentation et la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) pour proposer un plan d'échantillonnage pour la surveillance de la contamination des produits d'origine animale par le BPA non conjugué. En effet, une mise à jour du niveau de contamination des denrées au BPA s'avérait nécessaire étant donné que les données existantes s'appuyaient sur des échantillons

prélevés entre 2007 et 2009 pour lesquels les conditions de manipulation et de conditionnement étaient mal renseignées en termes de contamination potentielle au BPA.

Ainsi, en s'appuyant sur les préconisations de l'Anses formulées dans son d'appui scientifique et technique du 5 juin 2014, la Direction générale de l'alimentation (DGAI) a réalisé en 2015 un plan d'échantillonnage et d'analyse du BPA non conjugué dans les denrées alimentaires d'origine animale non conditionnées en conserve.

Le présent avis fait suite à cette campagne d'analyse dont les résultats ont été rendus disponibles. L'Anses a été sollicitée par la DGAI pour expertiser les données de ce plan d'échantillonnage et indiquer si celles-ci sont de nature à entraîner des mises à jour de l'avis de l'Anses du 25 mars 2013 relatif à l'évaluation des risques liés au BPA pour la santé humaine, et en particulier pour les femmes enceintes. Pour ce faire, les données de contamination issues du plan d'échantillonnage de 2015 ont été comparées à celles utilisées dans le cadre de l'expertise Anses de 2013 et des nouveaux calculs d'exposition ont été réalisés à partir de ces récentes données.

Par ailleurs, dans le cas où un dépassement des repères toxicologiques définis par l'Anses serait observé, il a été demandé à l'Agence de déterminer si les données des commémoratifs existants permettent d'identifier une ou plusieurs sources de contamination. Dans cet objectif d'identification des sources potentielles de contamination de ces denrées alimentaires, l'Anses a sollicité le Laboratoire d'Etudes des Résidus et Contaminants dans les Aliments (LABERCA) dans le cadre d'une convention de recherche et développement (CRD), pour développer une méthode robuste de mesure des formes conjuguées (glucuro- et sulfo-conjuguées) du BPA et en effectuer le dosage dans 50 échantillons issus de la campagne d'analyse réalisée en 2015. En effet la présence de composés conjugués indiquerait la métabolisation du BPA puis sa conjugaison, événements qui se seraient déroulés *in vivo*, démontrant ainsi une contamination *ante mortem*. Au contraire, l'absence de conjugués indiquerait que le BPA présent serait lié à une contamination *post mortem* de la denrée. Les résultats et les conclusions de cette étude sont présentés dans le cadre du présent avis.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Evaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (ERCA). Les travaux ont été présentés au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques le 23 février 2016 et le 23 juin 2016 sur la base des résultats des calculs d'exposition réalisés en interne. Ils ont été adoptés par le CES ERCA réuni le 11 janvier 2017.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ERCA

3.1. Méthodologie employée pour le traitement de la saisine

3.1.1. Méthodologie employée pour l'évaluation des risques sanitaires

3.1.1.1 Caractérisation du danger

Les repères toxicologiques sélectionnés pour conduire la présente évaluation des risques sanitaires sont ceux établis par l'Anses dans le cadre de son avis du 25 mars 2013 (Anses, 2013). Ces repères toxicologiques avaient été établis pour l'enfant à naître des femmes enceintes exposées.

Les repères toxicologiques retenus sont les suivants :

- Un RT de 0,17 $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$ pour les effets sur le cerveau et le comportement,
- Un RT de 0,33 $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$ pour les effets sur l'appareil reproducteur femelle,
- Un RT de 0,29 $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$ pour les effets sur le métabolisme et l'obésité,
- Un RT de 0,083 $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$ pour les effets sur la glande mammaire

3.1.1.2 Estimation des expositions alimentaires au BPA

Données de consommation alimentaire prises en compte

Population Générale

Les données de consommation utilisées pour estimer les expositions de la population générale proviennent de la 2^{ème} étude individuelle et nationale sur les consommations alimentaires (INCA2, Anses, 2009). Cette étude s'est déroulée en trois vagues entre fin 2005 et avril 2007 afin de tenir compte des variations saisonnières. Deux populations distinctes ont été incluses dans l'étude : les enfants de 3 à 17 ans (1 455 individus) et les adultes de 18 à 79 ans (2 624 individus). Le recueil des consommations alimentaires a été réalisé avec un carnet de consommation de 7 jours consécutifs. Chaque journée était décomposée en 3 repas et 3 prises inter-repas.

Pour chaque prise ou repas, le participant devait décrire le détail de tous les aliments et boissons consommés, estimer la quantité consommée à l'aide d'un manuel de photographies de portions, ou de mesures ménagères ou encore de grammages ou volumes unitaires, et indiquer les informations sur le type de produit (industriel/fait maison, frais/boîtes de conserve/surgelé, enrichi/allégé ou non). Les informations recueillies sur les carnets de consommation alimentaire et de compléments ont été vérifiées et harmonisées par des diététiciens.

Femmes enceintes

Les données de consommation utilisées pour estimer les expositions des femmes enceintes proviennent de l'étude EDEN¹ menée par l'INSERM Villejuif depuis 2003 pour étudier les déterminants pré- et post-natal du développement et de la santé de l'enfant. Deux mille femmes enceintes ont été recrutées avant la 24^{ème} semaine d'aménorrhée sur 2 sites : 2 maternités des CHU de Nancy et Poitiers. Elles ont été suivies pendant leur fin de grossesse puis leurs enfants issus de cette grossesse ont été suivis pendant 5 ans. L'étude comprend entre autres des mesures de l'état de santé, du métabolisme, de l'alimentation maternelle, des échanges mère/enfant, des mesures de la croissance fœtale, de l'alimentation du nouveau-né, etc. Plusieurs

¹ Étude des Déterminants pré et postnatals du développement et de la santé de l'Enfant.

questionnaires et examens cliniques ont donc été réalisés sur la mère et l'enfant. Les données alimentaires disponibles sont celles relatives à l'alimentation de la mère avant grossesse et au cours des trois derniers mois de grossesse. Le recueil a été réalisé par un questionnaire de type fréquentiel auto-administré auprès de la mère au premier trimestre de la grossesse pour les habitudes de consommation avant la grossesse, puis dans les trois jours qui ont suivi la naissance pour la consommation alimentaire au cours du 3^{ème} trimestre de grossesse. Seules les données de consommation des femmes portant sur leur dernier trimestre de grossesse ont été utilisées dans les calculs d'exposition au BPA. Au total, 1 775 femmes sont concernées.

3.1.1.3 Données de contamination prises en compte

Les données de contamination utilisées pour estimer les expositions par voie alimentaire au BPA non conjugué proviennent de différentes sources.

En ce qui concerne l'alimentation courante hors denrées d'origine animale non conditionnées en conserve, les données de contamination prises en compte sont celles générées dans le cadre de la 2^{ème} étude de l'alimentation totale (EAT2 – Anses, 2011). Ces échantillons ont été prélevés entre juin 2007 et janvier 2009.

Concernant les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH), les données de contamination proviennent de l'étude réalisée par le laboratoire d'hydrologie de Nancy de l'Anses (LHN) dans laquelle ont été investiguées les teneurs en BPA dans les eaux distribuées et différentes eaux conditionnées (eaux plates, gazeuses, de source et minérales naturelles (Anses, 2013)).

Enfin, les données de contamination portant sur les produits d'origine animale non conditionnées en conserve proviennent du plan d'échantillonnage réalisé par la DGAI en 2015 dans lequel 322 échantillons ont été collectés entre janvier et octobre 2015 dans 86 départements et plusieurs lieux d'approvisionnement. A la différence de l'EAT2, ces échantillons ont été analysés individuellement et à l'état brut, c'est-à-dire sans préparation². La méthode d'analyse employée dans le cadre de cette étude est celle qui a été utilisée et validée dans le cadre de l'avis du 25 mars 2013 (Anses, 2013).

3.1.1.4 Calcul de l'exposition alimentaire au BPA

Les expositions ont été calculées pour chacune des populations selon une approche probabiliste identique à celle effectuée dans le cadre de l'expertise de 2013 (Anses, 2013). Pour chaque individu et chaque aliment, il a été tiré aléatoirement une valeur de contamination parmi toutes les valeurs de contamination mesurées. Ce tirage a été effectué 1 000 fois, ce qui a créé autant d'expositions virtuelles, prenant en compte toutes les configurations possibles. Le résultat de ce calcul est donc une distribution d'expositions. Le grand nombre d'itérations, et donc de données dans la distribution, a permis de calculer les paramètres classiques tels que 95^{ème} centile. Ainsi, pour chaque sous-population étudiée (enfants de 3 à 17 ans, adultes et femmes enceintes), 1 000 jeux de données ou d'expositions ont été calculés, chacune d'elle étant décrite par une moyenne, une médiane et des percentiles élevés.

A chaque itération, l'exposition de chaque individu a été calculée selon l'équation suivante :

² Pour rappel, dans le cadre de l'EAT2, les échantillons analysés étaient des échantillons composites constitués de 15 sous-échantillons et ils ont été analysés tels que consommés.

$$E_i = \sum_{k=1}^n \frac{C_{i,k} \times L_k}{PC_i}$$

Où :

- E_i est l'exposition journalière totale de l'individu i ($\mu\text{g.kg de poids corporel}^{-1}.\text{j}^{-1}$),
- $C_{i,k}$ est la consommation moyenne journalière de l'aliment k par l'individu i (g.j^{-1}),
- L_k est la teneur pour le contaminant étudié estimée dans l'aliment k (mg.kg^{-1} de poids frais),
- PC_i est le poids corporel de l'individu i (kg),
- et n est le nombre total d'aliments consommés par l'individu i .

Dans le cadre des travaux réalisés en 2013, les valeurs censurées (valeurs inférieures aux limites de détection ou de quantification) ont été prises en compte selon les recommandations de l'OMS en vigueur au moment de l'expertise (GEMS/Food-EURO, 1995). Lorsque le taux de censure total était inférieur à 60%, les données censurées ont été remplacées par une hypothèse moyenne dite « middle bound (MB) » :

- Toutes les valeurs non détectées ($<LD^3$) ont été fixées à la moitié de la valeur de la LD.
- Toutes les valeurs non quantifiées ($<LQ^4$) ont été fixées à la moitié de la valeur de la LQ.

Afin d'assurer la comparabilité des expositions calculées en 2013 avec celles calculées dans le présent avis, les calculs d'exposition ont été réalisés selon l'hypothèse MB.

Enfin, les expositions ont été calculées selon un scénario dit de référence s'appuyant sur les données de contamination suivantes :

- Données de l'EAT2 pour l'alimentation courante hors EDCH et DAOA non conditionnées en conserve,
- Données du LHN pour les EDCH,
- Données issues du plan d'échantillonnage de 2015 pour les DAOA non conditionnées en conserve.

Afin d'estimer l'impact de la consommation de denrées alimentaires conditionnées en conserve, les expositions ont également été calculées selon un scénario dit « 0% conserve » dans lequel les données de contamination des aliments conditionnés en conserve disponibles dans l'EAT2 n'ont pas été prises en compte. Ce scénario correspond à l'exposition d'une population ne consommant pas de denrées alimentaires conditionnées en boîtes de conserve ou consommant exclusivement des produits conditionnés en boîtes de conserves qui ne seraient pas source de BPA.

3.2. Dosage des formes conjuguées du BPA

Chez l'Homme et le mammifère, le BPA est rapidement absorbé après administration par voie orale, puis éliminé principalement sous forme de glucuronide (BPA-monoglucuronide (BPA-G) ou BPA-diglucuronide (BPA-2G)) (Dekant et Völkel, 2008). La forme sulfate (BPA-S) est également observée mais en quantité moindre (Liao et Kannan ; Farbos, 2012 ; Anses, 2013).

Les formes conjuguées du BPA étant issues du métabolisme du BPA au sein de l'organisme, la présence de ces formes de BPA dans un aliment signe une contamination *ante mortem* et non d'une contamination au cours de la production alimentaire. Ainsi, afin d'investiguer les sources

³ Limite de détection.

⁴ Limite de quantification.

potentielles de contamination en BPA des DAOA non conditionnées en conserve, le LABERCA a été chargé de développer une méthode robuste pour doser les principales formes conjuguées du BPA (BPA-G, BPA-2G et BPA-S).

3.2.1. Sélection des échantillons

Les analyses des formes conjuguées du BPA ont porté sur 50 échantillons parmi les 322 collectés dans le cadre du plan d'échantillonnage de 2015. Ces derniers ont été sélectionnés parmi ceux présentant les plus forts niveaux de contamination de BPA non conjugué. En tout, 10 échantillons de poisson, 34 échantillons de viande et 6 échantillons de foie de mammifères ont été analysés.

3.2.2. Description de la méthode analytique

Extraction

La première étape de la procédure analytique consiste en une extraction liquide-solide en utilisant un mélange eau/acétonitrile (50:50, v/v).

Purification

Extraction sur phase solide de type échangeuse d'anions forts (SAX) :

Pour cette étape, une colonne de type SAX Cuqax a été utilisée. Le protocole appliqué inclut un conditionnement par 6 mL de méthanol et 6 mL d'eau, deux lavages successifs par 5 mL d'eau et 10 mL de méthanol, puis une élution de la fraction glucuronide par 10 mL de méthanol +2% d'acide formique, un deuxième lavage avec 10 mL de méthanol et enfin l'élution de la fraction sulfate par 10 mL de méthanol + 15% d'ammoniaque.

Extraction sur phase solide

Suite aux résultats obtenus après la réalisation de l'extraction sur phase solide SAX, une étape additionnelle de purification s'est avérée nécessaire de façon à s'affranchir de la matière grasse résiduelle observée dans la plupart des matrices complexes d'intérêt. Cette étape a été réalisée sur une colonne apolaire de type HR-X. Le protocole appliqué inclut conditionnement avec 6 mL de méthanol puis 6 mL d'eau. Après avoir appliqué l'échantillon, un lavage avec 5 mL de cyclohexane est réalisé. L'élution de la fraction sulfate se fait avec 4 mL d'acétonitrile. Un second lavage par 10 mL d'acétonitrile est réalisé avant d'éluer la fraction glucuronide par 20 mL de méthanol.

Analyse

L'analyse a été réalisée par chromatographie liquide ultra haute performance (UHPLC) couplée à la spectrométrie de masse en tandem (MS/MS).

Selon la matrice alimentaire considérée, les limites de détection (LoD) atteintes et exprimées en $\mu\text{g.kg}^{-1}$ de poids frais, sont les suivantes :

- Dans la viande : $0,02 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour le BPA-G, $0,4 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour le BPA-2G et $0,09 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour les BPA-S ;
- Dans le poisson : $0,37 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour le BPA-G, $0,10 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour le BPA-2G et le BPA-S ;
- Dans le foie : $0,04 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour le BPA-G, $0,02 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pour le BPA-2G et le BPA-S

3.3. Résultats

3.3.1. Contamination en BPA non conjugué des DAOA non conditionnées en conserve

Les contaminations en BPA non conjugué des DAOA non conditionnées en conserve mesurées dans le cadre de la présente étude figurent dans les tableaux en annexes 2 et 3.

D'une manière générale, pour l'ensemble des catégories alimentaires, le CES ERCA note une tendance à la baisse des contaminations moyennes par rapport à celles rapportées dans la précédente estimation (annexes 2 et 3). Néanmoins, compte tenu des différences méthodologiques entre les deux campagnes de prélèvement⁵, il n'est pas possible de mesurer la significativité de ces différences de contamination par l'application d'un test statistique. Il est à noter que, dans le plan d'échantillonnage de 2015, certaines concentrations mesurées semblent néanmoins élevées au regard de la valeur de $5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ qui avait été considérée comme le niveau de bruit de fond (Anses, 2013). C'est notamment le cas pour la dinde ($60,2 \mu\text{g.kg}^{-1}$), le foie ($51,3 \mu\text{g.kg}^{-1}$), le porc ($43,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$) et le saumon ($35,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$). Toutefois, ces valeurs semblent inférieures aux concentrations maximales mesurées en 2013 sur les mêmes aliments : foie ($395 \mu\text{g.kg}^{-1}$), veau ($224 \mu\text{g.kg}^{-1}$), saumon à la vapeur ($97,7 \mu\text{g.kg}^{-1}$).

3.3.2. Exposition alimentaire au BPA non conjugué

Les expositions calculées pour la population des femmes enceintes à partir des données issues du plan d'échantillonnage de 2015 d'une part et à partir des données de 2013 d'autre part (Anses, 2013) sont détaillées dans le tableau 1 ci-dessous. Les résultats des calculs d'exposition pour la population des enfants et celle des adultes sont présentés en annexe 4. La contribution des différentes catégories d'aliments à ces expositions alimentaires est détaillée en annexe 5.

Tableau 1 : Estimation de l'exposition alimentaire au BPA de la population des femmes enceintes ($\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$)

		Expertise de 2013		Expertise de 2017	
		Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009		Echantillons prélevés en 2015	
		Min	Max	Min	Max
Scénario de référence	Moyenne	0,053	0,060	0,047	0,049
	Médiane	0,043	0,050	0,037	0,040
	95 ^{ème} centile	0,117	0,130	0,104	0,119
	97,5 ^{ème} centile	0,138	0,170	0,123	0,152
	99 ^{ème} centile	0,160	0,240	0,150	0,189
Scénario « 0 % boîtes de conserve »	Moyenne	0,026	0,029	0,020	0,021
	Médiane	0,021	0,022	0,016	0,017
	95 ^{ème} centile	0,060	0,071	0,045	0,050
	97,5 ^{ème} centile	0,071	0,089	0,054	0,060
	99 ^{ème} centile	0,086	0,152	0,061	0,072

En considérant le scénario de référence, il apparaît que quelle que soit la population considérée, les expositions alimentaires moyennes calculées à partir du jeu de données de 2015 sont inférieures à celles calculées en 2013. Cela s'explique en grande partie par le fait que la

⁵ Pour rappel, dans le cadre de l'EAT2, les échantillons analysés étaient des échantillons composites constitués de 15 sous-échantillons et ils ont été analysés tels que consommés. En revanche, les échantillons du plan de 2015 étaient des échantillons individuels et ont été analysés sous forme brute.

contribution à l'exposition des viandes est réduite par rapport aux estimations de 2013. En effet, en considérant la population des femmes enceintes, la viande participe à hauteur de 4,2% à l'exposition alimentaire au BPA alors que cette denrée contribuait à 12,5% selon les estimations réalisées en 2013. La même tendance est observée en considérant la population des adultes ou la population des enfants (annexe 5).

Enfin, il apparaît que la non consommation d'aliments conditionnés en conserve (scénario dit « 0% conserve ») réduit de moitié les expositions quelle que soit la population considérée. Il est vraisemblable que ce scénario se rapproche de la situation actuelle. En effet, le BPA a fait l'objet de plusieurs interdictions successives. En janvier 2011, la Commission européenne a adopté la directive 2011/8/UE⁶ interdisant l'utilisation du BPA pour la fabrication de biberons pour nourrissons en polycarbonate. En France, la loi du 24 décembre 2012 prévoit notamment la suspension de la mise sur le marché français de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du bisphénol A à compter du 1^{er} janvier 2015, incluant donc les conserves. Les échantillons d'aliments courants utilisés pour le calcul du scénario de référence ayant été collectés avant cette interdiction⁷, les contaminations et donc les expositions rapportées sont vraisemblablement supérieures à celles qui pourraient être mesurées à ce jour.

3.3.3. Evaluation du risque sanitaire pour la population des femmes enceintes

Pour rappel, l'évaluation des risques sanitaires a été réalisée sur la base des quatre repères toxicologiques (RT) définis pour les femmes enceintes et des estimations de l'exposition des femmes enceintes en considérant d'une part les données de contamination issues du plan d'échantillonnage de 2015 et d'autre part les données générées dans le cadre des travaux de l'Anses de 2013 (Anses, 2013). Les résultats de l'évaluation des risques sanitaires figurent dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Estimation du pourcentage de femmes enceintes dont l'exposition au BPA *via* l'alimentation est supérieure aux repères toxicologiques

Effets retenus	Repère Toxicologique ($\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009				Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015			
		Scénario de référence		Scénario « 0% boîtes de conserve »		Scénario de référence		Scénario « 0% boîtes de conserve »	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Cerveau et comportement	0,17	1,0%	2,5%	0%	0,9%	0,5%	1,7%	0%	0,1%
Appareil repro. femelle	0,33	0%	0,4%	0%	0,3%	0%	0,2%	0%	0%
Métabolisme et obésité	0,29	0%	0,5%	0%	0,3%	0%	0,3%	0%	0%
Glande mammaire	0,08	15,7%	19,8%	1,5%	3,5%	11,3%	14,6%	0,2%	0,6%

⁶ Directive n°2011/8/UE de la commission du 28 janvier 2011 modifiant la directive 2002/72/CE en ce qui concerne la restriction de l'utilisation du bisphénol A dans les biberons en plastique pour nourrissons.

⁷ Pour rappel, les échantillons d'aliments courants analysés ont été prélevés entre 2007 et 2009 dans le cadre de l'EAT2.

Compte tenu des expositions *via* l'alimentation, le risque ne peut être écarté au regard des estimations des dépassements observés pour les quatre repères toxicologiques avec, notamment, pour les effets relatifs à la glande mammaire et au cerveau et comportement des dépassements compris respectivement entre 11,3% et 14,6% et entre 0,5% et 1,7%. Toutefois, en tenant compte des récentes données de contamination pour les denrées d'origine animale non conditionnées en conserve, le pourcentage de dépassement des quatre RT est légèrement réduit en comparaison aux précédentes estimations.

Enfin, il apparaît que la non consommation d'aliments conditionnés en conserve réduit de manière significative le risque. En effet, le pourcentage de dépassement du RT relatif aux effets sur la glande mammaire est compris entre 0,2 et 0,6%.

3.3.4. Recherche des sources potentielles de contamination des DAOA non conditionnées en conserve

3.3.4.1 Dosage des formes conjuguées du BPA

Les résultats des analyses de BPA sous forme conjuguée sur les 50 échantillons de DAOA sélectionnés sont présentés en annexe 6. Sur les 50 échantillons sélectionnés parmi ceux présentant les plus forts niveaux de contamination en BPA non conjugué, aucune des formes conjuguées du BPA n'a été détectée. Dans ces aliments, le BPA est présent uniquement sous forme libre, ce qui suppose une contamination *post mortem* à partir du milieu environnant et/ou au cours de la transformation des aliments.

3.3.4.2 Analyse des données des commémoratifs

Parmi les informations disponibles concernant les 322 échantillons collectés dans le plan d'analyse de 2015, figure le type de conditionnement. En effet, pour chaque échantillon prélevé, il est précisé si l'aliment a été pré-emballé ou vendu à la découpe. Pour chaque catégorie de denrée alimentaire, une comparaison des niveaux de contamination en BPA non conjugué entre les denrées pré-emballées ou vendues à la découpe a été effectuée en réalisant un test t de Student (tableau 3).

Tableau 3 : Comparaison des contaminations en BPA des DAOA en fonction de leur conditionnement (en $\mu\text{g.kg}^{-1}$)

Aliment	Découpe				Pré-emballé				Résultat test statistique
	N	Moy	ET	Med	N	Moy	ET	Med	
Viande	48	2,74	6,59	0,73	60	2,81	6,16	0,24	NS
Volaille	18	8,03	14,88	1,45	25	1,33	4,27	0,28	*
Abats (foie)	17	5,48	12,69	0,68	13	1,43	2,61	0,22	NS
Charcuterie	30	2,55	4,17	0,79	34	0,57	1,05	0,25	*
Poisson	36	2,05	2,35	1,18	34	3,25	6,71	0,66	NS
Crustacés	3	0,49	0,35	0,64	4	0,13	0,08	0,09	-

NS : non significatif ; * $p < 0,05$

De manière générale, il apparaît que les moyennes de contamination des denrées pré-emballées ne sont pas plus élevées que les moyennes de contamination de denrées vendues à la découpe. Le préemballage ne semble donc pas être à l'origine de fortes contaminations en comparaison aux denrées vendues à la découpe. Comme le montrent les résultats d'analyse des formes conjuguées du BPA, une contamination a lieu au cours de la transformation des aliments. Néanmoins, du fait de l'absence de données plus précises sur les échantillons prélevés (lieu de découpe, matériaux utilisés pour la découpe, type d'emballages utilisés etc.), il n'est pas possible d'identifier les sources de contamination des DAOA non conditionnées en conserve.

3.4. Conclusions du CES ERCA

En comparaison avec les précédentes estimations, le CES ERCA note une tendance à la baisse des contaminations dans les échantillons prélevés dans le cadre du plan d'échantillonnage réalisé en 2015 en particulier pour ce qui concerne la viande par rapport aux concentrations mesurées dans les échantillons prélevés entre 2007 et 2009 (Anses, 2013). La contribution de la viande à l'exposition alimentaire totale des femmes enceintes, adultes et enfants est ainsi réduite d'un facteur 3 par rapport aux précédentes estimations. Néanmoins, malgré cette tendance à la baisse des contaminations, des dépassements des repères toxicologiques sont observés pour la population des femmes enceintes. Le risque pour cette population ne peut donc pas être écarté.

De façon identique à ce qui avait été conclu dans le cadre de l'expertise de l'Anses de 2013, il apparaît que la non consommation d'aliments conditionnés en conserve (scénario dit « 0% conserve ») réduit de moitié les expositions quelle que soit la population considérée et des dépassements du repère toxicologique relatif à la glande mammaire ne sont plus observés que dans 0,2 à 0,6% des cas. Il est vraisemblable que ce scénario soit proche de la situation actuelle compte tenu des évolutions réglementaires, notamment la loi du 24 décembre 2012 qui prévoit depuis le 1^{er} janvier 2015 la suspension de la mise sur le marché français de tout conditionnement à vocation alimentaire contenant du BPA. Néanmoins, afin de vérifier cette hypothèse, il conviendrait de déterminer les niveaux de contamination après l'application de ces réglementations et l'épuisement des stocks de boîtes de conserve élaborées avant cette date.

Enfin, bien qu'une tendance à la baisse des contaminations soit observée, certains échantillons de DAOA non conditionnés en conserve présentent des niveaux de contamination élevés. L'absence de BPA sous forme conjuguée dans les échantillons de DAOA présentant les plus forts niveaux de contamination en BPA non conjugué indique une contamination *post mortem* des animaux à partir desquels ont été produites les DAOA. Cette contamination peut être environnementale ou intervenant au cours de la production alimentaire. Néanmoins, les informations concernant les échantillons n'étant pas suffisamment précises, il n'est pas possible d'identifier les sources potentielles de contamination de ces denrées. Afin d'identifier les sources potentielles de contamination de ces DAOA, le CES ERCA recommande de tester la présence de BPA non conjugué aux différents stades de préparation de ces denrées de l'abattoir aux lieux de vente (supermarché, boucherie, entreprise de découpe).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions du CES ERCA.

Dr Roger GENET

MOTS-CLES

Bisphénol A – Denrées alimentaires d'origine animale

Keywords : BPA – Foodstuffs of animal origin

BIBLIOGRAPHIE

Anses. 2011. Etude de l'Alimentation Française 2 (EAT2) - Tome 1 : Contaminants inorganiques, minéraux, polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-estrogènes. Rapport d'expertise. E. scientifique. Maisons-Alfort, ANSES: 305.

ANSES. 2013. Avis et rapport d'expertise de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatifs à l'évaluation des risques du bisphénol A (BPA) pour la santé humaine. Maisons Alfort, ANSES. **Tome 1**.

Bemrah N., Jean J., Riviere G., Sanaa M., Leconte S., Bachelot M., Deceuninck Y, Le Bizec B, Dauchy X., Roudot A-C., Camel V., Grob K., Feidt C., Picard-Hagen N., Badot P-M., Foures F., Leblanc J-C. 2014. Assessment of dietary exposure to bisphenol A in the French population with a special focus on risk characterisation for pregnant French women. *Food and Chemical Toxicology* 72, 90-97.

Dekant, W. and W. Völkel. 2008. Human exposure to bisphenol A by biomonitoring: Methods, results and assessment of environmental exposures. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 228(1): 114-134.

Farbos M. 2012. Toxicocinétique comparée du bisphénol A chez cinq espèces et extrapolation de l'animal à l'homme. Thèse d'exercice - Médecine vétérinaire, Université Paul-Sabatier de TOULOUSE, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT.

GEMS-Food Euro. 1995. Report on a workshop in the frame of GEMS-Food Euro, EUR/HFA target 22. Second workshop on reliable evaluation of low-level contamination of food. 26-27 May 1995. Kulmbach, Federal Republic of Germany.

Liao, C. and K. Kannan. 2012. Determination of Free and Conjugated Forms of Bisphenol A in Human Urine and Serum by Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry. *Environmental Science & Technology*. 46(9): 5003-5009.

WHO. 2013. Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food - Addendum of the report on GEMS/Food-EURO Second Workshop of the 26-27th May 1995.

ANNEXES

Annexe 1: Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent avis ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

CES « Evaluation des risques physico-chimiques liés aux aliments » (2015-2018)

Président

M. Cyril FEIDT – Professeur des universités – compétences en transfert des contaminants

Membres

M. Claude ATGIE – Professeur des universités – compétences en toxicologie

M. Pierre-Marie BADOT - Professeur des universités – compétences en transfert des contaminants

M. Jacques BELEGAUD – Professeur honoraire– compétences en toxicologie

Mme Valérie CAMEL- Professeur des universités – compétences en chimie analytique

Mme Martine CLAUW- Professeur des universités- compétences en toxicologie

M. Guillaume DUFLOS- Responsable de laboratoire- compétences en chimie analytique

Mme Camille DUMAT- Professeur des universités – compétences en chimie analytique

M. Jérôme GAY-QUEHEILLARD- Maître de conférence des universités- compétences en impacts digestifs et métabolisme

M. Thierry GUERIN – Directeur de recherche – compétences en chimie analytique

Mme Nicole HAGEN-PICARD- Professeur des universités- compétences en toxicologie

Mme Laila LAKHAL- Ingénieur animateur de projets - compétences en toxicologie

M. Claude LAMBRE- Retraité- compétences en toxicologie

M. Bruno LE BIZEC- Professeur des universités- compétences en chimie analytique

Mme Raphaële LE GARREC- Maître de conférence des universités- compétences en toxicologie

M. Eric MARCHIONI- Professeur des universités- compétences en chimie analytique

M. César MATTEI- Maître de conférence des universités- compétences en toxicologie

Mme Sakina MHAOUTY-KODJA- Directeur de recherche- compétences en toxicologie

M. Fabrice NESSLANY-Directeur de laboratoire- compétences en toxicologie

M. Alain-Claude ROUDOT- Professeur des universités - compétences en modélisation mathématique

Mme Karine TACK- Responsable de laboratoire- compétences en chimie analytique

Mme Paule VASSEUR- Professeur émérite- compétences en toxicologie

M. Eric VERDON- Responsable de laboratoire - compétences en chimie analytique

M. Jean-Paul VERNOUX- Professeur émérite-compétences en toxicologie

RAPPORTEURS

M. Eric MARCHIONI- Professeur des universités- compétences en chimie analytique

M. Alain-Claude ROUDOT- Professeur des universités - compétences en modélisation mathématique

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

M. Gilles RIVIERE – Adjoint au chef de l'unité d'évaluation des risques liés aux aliments - Anses

M. Sébastien GORECKI – Chargé de projet scientifique – Anses

Contribution scientifique

Mme Nawel BEMRAH – Chef de projet scientifique - Anses

Secrétariat administratif

Mme Angélique LAURENT – Anses

Annexe 2 : Niveaux de contamination en BPA des denrées d'origine animale non conditionnées en conserve obtenus dans le cadre du plan d'échantillonnage de 2015 en comparaison avec les résultats obtenus en 2013 (valeurs exprimées en $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Groupe	Aliment	Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015							Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009						
		N	Min	Moy	ET	Max	Med	Taux de censure	N ⁸	Min	Moy	ET	Max	Med	Taux de censure
Viande	bœuf steak	46	0,09	2,93	5,51	25,18	0,50	26,1%	15	0,11	3,40	6,66	26,91	1,24	13,3%
	côte de porc	6	0,09	1,61	2,80	7,03	0,09	66,7%	16	4,09	16,95	10,34	40,09	15,03	0%
	mouton	10	0,09	3,19	5,92	18,92	0,64	10,0%	11	1,71	7,76	6,43	22,74	6,36	0%
	rôti de porc	31	0,09	3,45	9,04	43,58	0,29	32,3%	15	2,20	12,44	17,38	68,92	5,58	0%
	veau	15	0,09	1,16	1,65	5,72	0,61	33,3%	13	3,68	34,41	58,73	223,52	12,07	0%
Volaille et gibier	dinde escalope sautée	30	0,09	4,36	11,80	60,19	0,47	16,7%	14	0,60	6,79	12,83	49,22	2,63	0%
	dinde rôtie	1	0,09	0,09	/	0,09	0,09	100%	2	3,18	4,08	1,26	4,97	4,08	0%
	poulet	12	0,09	3,91	7,45	20,57	0,57	33,3%	15	0,43	2,62	2,41	9,74	2,25	0%
Abats	foie	30	0,09	3,72	9,79	51,31	0,51	23,3%	15	0,65	30,81	100,8	394,76	3,35	0%
Charcuterie	jambon cru	29	0,09	1,06	1,66	5,89	0,37	31,0%	6	0,36	2,72	4,29	11,35	0,82	0%
	jambon cuit	1	0,09	0,09	/	0,09	0,09	100%	13	0,31	1,17	1,29	5,01	0,66	0%
	pâté	16	0,09	0,95	1,66	6,60	0,42	31,3%	12	0,44	2,71	2,79	9,20	1,53	0%
	chipolata	7	0,26	5,36	7,66	18,69	0,87	0%	2	2,05	5,96	5,53	9,87	5,96	0%
	merguez cuite	5	0,27	1,62	1,67	4,38	1,22	0%	5	1,87	3,94	2,08	7,38	3,47	0%
	saucisse de strasbourg ou knack d'alsace	6	0,09	0,69	0,46	1,18	0,77	16,7%	8	0,38	0,67	0,17	0,92	0,68	0%
Poissons	lieu ou colin cuit	32	0,09	2,12	2,52	9,71	1,01	9,4%	4	4,04	16,69	23,87	52,48	5,12	0%
	saumon fumé	1	0,47	0,47	/	0,47	0,47	0%	2	0,24	1,12	1,24	1,99	1,12	0%
	saumon à la vapeur	28	0,09	3,68	7,29	35,58	0,93	21,4%	15	3,39	13,78	23,94	97,93	6,64	0%
	thon cuit au four	9	0,09	1,46	1,35	3,58	0,88	22,2%	2	1,35	3,98	3,71	6,60	3,98	0%
Crustacés et mollusques	crevette cuite	7	0,09	0,28	0,28	0,73	0,09	57,1%	15	2,00	12,02	7,40	26,15	8,41	0%

⁸ Pour rappel, il s'agit d'échantillons composites. Les échantillons analysés étaient composés de 15 sous-échantillons provenant de différentes régions.

Annexe 3 : Niveaux de contamination en BPA par groupe d'aliments des denrées d'origine animale non conditionnées en conserve obtenus dans le cadre du plan d'échantillonnage de 2015 en comparaison avec les résultats obtenus en 2013 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$).

Groupe	Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015				Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009			
	N	Min	Moy	Max	N	Min	Moy	Max
Viande	108	0,09	2,78	43,58	70	0,11	9,71	223,52
Volaille et gibier	43	0,09	4,13	60,19	31	0,43	4,42	49,22
Abats	30	0,09	3,72	51,31	15	0,65	28,93	394,76
Charcuterie	64	0,09	1,50	18,69	46	0,31	2,24	11,35
Poissons	70	0,09	2,64	35,58	23	1,35	11,9	97,93
Crustacés et mollusques	7	0,09	0,28	0,73	15	2,00	6,74	26,15

Annexe 4 : Estimation de l'exposition alimentaire au BPA de la population des adultes et des enfants à partir des données de contamination issues du plan d'échantillonnage de 2015 d'une part et à partir des données de contamination utilisées en 2013. Résultats exprimés en $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$.

Population des adultes (>18 ans)

		Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009		Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015	
		Min	Max	Min	Max
Scénario de référence	Moyenne	0,038	0,040	0,034	0,035
	Médiane	0,033	0,035	0,029	0,031
	95 ^{ème} centile	0,077	0,087	0,067	0,074
	97,5 ^{ème} centile	0,090	0,105	0,078	0,091
	99 ^{ème} centile	0,109	0,150	0,091	0,116
Scénario « 0 % boîtes de conserve »	Moyenne	0,023	0,024	0,021	0,022
	Médiane	0,020	0,021	0,018	0,019
	95 ^{ème} centile	0,044	0,050	0,040	0,045
	97,5 ^{ème} centile	0,053	0,068	0,047	0,054
	99 ^{ème} centile	0,071	0,108	0,057	0,066

Population des enfants (3-17 ans)

		Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009		Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015	
		Min	Max	Min	Max
Scénario de référence	Moyenne	0,053	0,056	0,048	0,050
	Médiane	0,042	0,046	0,039	0,041
	95 ^{ème} centile	0,119	0,141	0,109	0,123
	97,5 ^{ème} centile	0,146	0,175	0,131	0,159
	99 ^{ème} centile	0,176	0,224	0,163	0,196
Scénario « 0 % boîtes de conserve »	Moyenne	0,031	0,033	0,025	0,027
	Médiane	0,025	0,027	0,021	0,023
	95 ^{ème} centile	0,066	0,078	0,054	0,063
	97,5 ^{ème} centile	0,081	0,100	0,065	0,077
	99 ^{ème} centile	0,099	0,139	0,077	0,098

Annexe 5 : Résultats des calculs d'exposition réalisés à partir des données de contamination des DAOA non conditionnées en conserve obtenues en 2015 et contribution des différentes catégories d'aliments à l'exposition. Comparaison avec les estimations effectuées en 2013. Expositions exprimées en $\mu\text{g.kg pc}^{-1}.\text{j}^{-1}$.

Tableau A : Population des adultes	Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015			Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009		
	Moyenne	P95	Contrib (%)	Moyenne	P95	Contrib (%)
Pain et panification sèche	$5,4 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	1,4	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	1,2
Céréales pour petit déjeuner	$1,0 \times 10^{-5}$	$3,0 \times 10^{-4}$	0,03	0	0	0
Pâtes	$7,1 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-3}$	1,8	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	1,6
Riz et blé dur ou concassé	$1,1 \times 10^{-4}$	$4,7 \times 10^{-4}$	0,3	0	0	0,3
Viennoiserie	$2,3 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	0,6	0	$2,0 \times 10^{-3}$	0,5
Biscuits sucrés ou salés et barres	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-3}$	0,3	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0,3
Pâtisseries et gâteaux	$6,2 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-3}$	1,6	$1,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	1,4
Lait	$4,3 \times 10^{-4}$	$4,5 \times 10^{-3}$	1,1	0	$4,0 \times 10^{-3}$	1,0
Ultra-frais laitier	$2,4 \times 10^{-4}$	$9,7 \times 10^{-4}$	0,6	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0,5
Fromages	$4,3 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-3}$	1,1	0	$3,0 \times 10^{-3}$	1,0
Œufs et dérivés	$2,7 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-3}$	0,7	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0,6
Beurre	$4,4 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$	0,1	0	0	0,1
Huile	$1,1 \times 10^{-4}$	$4,2 \times 10^{-4}$	0,3	0	0	0,2
Margarine	$3,8 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-4}$	0,1	0	0	0,1
Viande	$1,7 \times 10^{-3}$	$5,6 \times 10^{-3}$	4,2	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-2}$	12,1
Volaille et gibier	$1,5 \times 10^{-3}$	$9,3 \times 10^{-3}$	3,8	$1,0 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$	2,7
Abats	$8,9 \times 10^{-5}$	$4,8 \times 10^{-3}$	0,2	0	$1,7 \times 10^{-2}$	0,7
Charcuterie	$5,4 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-3}$	1,4	$1,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	1,9
Poissons	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-2}$	4,8	$3,0 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-2}$	5,9
Crustacés et mollusques	$1,1 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-3}$	0,3	0	$3,0 \times 10^{-3}$	0,7
Légumes (hors pomme de terre)	$1,5 \times 10^{-2}$	$4,1 \times 10^{-2}$	38,2	$1,5 \times 10^{-2}$	$4,1 \times 10^{-2}$	34,0
Pommes de terre et apparentés	$6,1 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-3}$	1,5	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	1,4
Légumes secs	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-2}$	3,1	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-2}$	2,7
Fruits	$9,1 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-3}$	2,3	$1,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	2,0
Fruits secs et graines oléagineuses	$6,0 \times 10^{-6}$	$6,7 \times 10^{-5}$	0,01	0	0	0
Glaces et desserts glacés	$2,3 \times 10^{-5}$	$2,1 \times 10^{-4}$	0,1	0	0	0,1
Chocolat	$3,2 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-4}$	0,1	0	0	0,1
Sucres et dérivés	$1,7 \times 10^{-4}$	$5,8 \times 10^{-4}$	0,4	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0,4
Eaux	$4,3 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-4}$	0,1	0	0	0,1
Boissons fraîches sans alcool	$6,8 \times 10^{-4}$	$5,7 \times 10^{-3}$	1,7	$1,0 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$	1,5
Boissons alcoolisées	$1,8 \times 10^{-3}$	$8,2 \times 10^{-3}$	4,4	$2,0 \times 10^{-3}$	$8,0 \times 10^{-3}$	4,0
Café	$3,3 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-3}$	0,8	0	$2,0 \times 10^{-3}$	0,7
Autres boissons chaudes	$2,4 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-3}$	0,6	0	$2,0 \times 10^{-3}$	0,5
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	$6,5 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-3}$	1,6	$1,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	1,5
Sandwiches, casse-croûte	$3,8 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-3}$	1,0	0	$4,0 \times 10^{-3}$	0,8
Soupes et bouillons	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-2}$	4,8	$2,0 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-3}$	4,3
Plats composés	$5,4 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-2}$	13,7	$5,0 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-2}$	12,2
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-3}$	0,3	0	$2,0 \times 10^{-3}$	0,3
Compotes et fruits cuits	$6,1 \times 10^{-5}$	$5,3 \times 10^{-4}$	0,2	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0,1
Condiments et sauces	$1,9 \times 10^{-4}$	$8,8 \times 10^{-4}$	0,5	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0,4
Aliments destinés à une alimentation particulière	$1,0 \times 10^{-6}$	$7,9 \times 10^{-4}$	0,001	0	$1,0 \times 10^{-3}$	0
Total	0,040	0,077	100	0,044	0,085	100

Tableau B : Population des enfants	Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015			Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009		
	Moyenne	P95	Contrib (%)	Moyenne	P95	Contrib (%)
Pain et panification sèche	5,4 x 10 ⁻⁴	1,5 x 10 ⁻³	0,9	1,0 x 10 ⁻³	1,0 x 10 ⁻³	0,8
Céréales pour petit déjeuner	4,7 x 10 ⁻⁵	2,5 x 10 ⁻⁴	0,1	0	0	0,1
Pâtes	1,6 x 10 ⁻³	4,7 x 10 ⁻³	2,7	2,0 x 10 ⁻³	5,0 x 10 ⁻³	2,4
Riz et blé dur ou concassé	2,2 x 10 ⁻⁴	8,5 x 10 ⁻⁴	0,4	0	1,0 x 10 ⁻³	0,3
Viennoiserie	8,0 x 10 ⁻⁴	4,1 x 10 ⁻³	1,3	1,0 x 10 ⁻³	4,0 x 10 ⁻³	1,2
Biscuits sucrés ou salés et barres	4,2 x 10 ⁻⁴	1,9 x 10 ⁻³	0,7	0	2,0 x 10 ⁻³	0,6
Pâtisseries et gâteaux	1,8 x 10 ⁻³	7,7 x 10 ⁻³	2,9	2,0 x 10 ⁻³	8,0 x 10 ⁻³	2,7
Lait	2,2 x 10 ⁻³	1,5 x 10 ⁻²	3,6	2,0 x 10 ⁻³	1,5 x 10 ⁻²	3,3
Ultra-frais laitier	4,9 x 10 ⁻⁴	2,1 x 10 ⁻³	0,8	0	2,0 x 10 ⁻³	0,7
Fromages	5,7 x 10 ⁻⁴	4,1 x 10 ⁻³	0,9	1,0 x 10 ⁻³	4,0 x 10 ⁻³	0,8
Oeufs et dérivés	3,8 x 10 ⁻⁴	2,3 x 10 ⁻³	0,6	0	2,0 x 10 ⁻³	0,6
Beurre	6,8 x 10 ⁻⁵	2,4 x 10 ⁻⁴	0,1	0	0	0,1
Huile	1,5 x 10 ⁻⁴	7,3 x 10 ⁻⁴	0,2	0	1,0 x 10 ⁻³	0,2
Margarine	5,3 x 10 ⁻⁵	5,0 x 10 ⁻⁴	0,1	0	1,0 x 10 ⁻³	0,1
Viande	2,7 x 10 ⁻³	9,4 x 10 ⁻³	4,5	7,0 x 10 ⁻³	2,7 x 10 ⁻²	10,9
Volaille et gibier	2,1 x 10 ⁻³	1,3 x 10 ⁻²	3,4	2,0 x 10 ⁻³	8,0 x 10 ⁻³	2,8
Abats	6,8 x 10 ⁻⁵	5,5 x 10 ⁻³	0,1	1,0 x 10 ⁻³	9,0 x 10 ⁻²	0,8
Charcuterie	9,6 x 10 ⁻⁴	4,5 x 10 ⁻³	1,6	1,0 x 10 ⁻³	5,0 x 10 ⁻³	2,1
Poissons	2,7 x 10 ⁻³	2,2 x 10 ⁻²	4,5	4,0 x 10 ⁻³	2,5 x 10 ⁻²	5,2
Crustacés et mollusques	6,8 x 10 ⁻⁵	1,8 x 10 ⁻³	0,1	0	5,0 x 10 ⁻³	0,4
Légumes (hors pomme de terre)	2,3 x 10 ⁻²	7,3 x 10 ⁻²	37,2	2,3 x 10 ⁻²	7,3 x 10 ⁻²	33,8
Pommes de terre et apparentés	1,1 x 10 ⁻³	2,9 x 10 ⁻³	1,7	1,0 x 10 ⁻³	3,0 x 10 ⁻³	1,6
Légumes secs	2,2 x 10 ⁻³	3,0 x 10 ⁻²	3,7	2,0 x 10 ⁻³	3,0 x 10 ⁻²	3,3
Fruits	1,0 x 10 ⁻³	4,7 x 10 ⁻³	1,7	1,0 x 10 ⁻³	5,0 x 10 ⁻³	1,5
Fruits secs et graines oléagineuses	4,0 x 10 ⁻⁶	7,8 x 10 ⁻⁵	0,007	0	0	0
Glaces et desserts glacés	6,4 x 10 ⁻⁵	4,7 x 10 ⁻⁴	0,1	0	0	0,1
Chocolat	8,3 x 10 ⁻⁵	3,4 x 10 ⁻⁴	0,1	0	0	0,1
Sucres et dérivés	1,5 x 10 ⁻⁴	5,8 x 10 ⁻⁴	0,2	0	1,0 x 10 ⁻³	0,2
Eaux	5,6 x 10 ⁻⁵	1,4 x 10 ⁻⁴	0,1	0	0	0,1
Boissons fraîches sans alcool	1,8 x 10 ⁻³	8,9 x 10 ⁻³	2,9	2,0 x 10 ⁻³	9,0 x 10 ⁻³	2,6
Boissons alcoolisées	2,9 x 10 ⁻⁵	1,9 x 10 ⁻³	0,05	0	2,0 x 10 ⁻³	0
Café	9,0 x 10 ⁻⁶	5,5 x 10 ⁻⁴	0,01	0	1,0 x 10 ⁻³	0
Autres boissons chaudes	6,4 x 10 ⁻⁵	1,2 x 10 ⁻³	0,1	0	1,0 x 10 ⁻³	0,1
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	1,1x 10 ⁻³	6,2 x 10 ⁻³	1,9	1,0x 10 ⁻³	6,0 x 10 ⁻³	1,7
Sandwiches, casse-croûte	4,5 x 10 ⁻⁴	4,5 x 10 ⁻³	0,7	0	4,0 x 10 ⁻³	0,7
Soupes et bouillons	1,9 x 10 ⁻³	1,7 x 10 ⁻²	3,2	2,0 x 10 ⁻³	1,7 x 10 ⁻²	2,9
Plats composés	9,6 x 10 ⁻³	4,2 x 10 ⁻²	15,6	1,0 x 10 ⁻²	4,2 x 10 ⁻²	14,2
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	2,2 x 10 ⁻⁴	1,2 x 10 ⁻³	0,4	0	1,0 x 10 ⁻³	0,3
Compotes et fruits cuits	2,0 x 10 ⁻⁴	1,3 x 10 ⁻³	0,3	0	1,0 x 10 ⁻³	0,3
Condiments et sauces	3,5 x 10 ⁻⁴	1,6 x 10 ⁻³	0,6	0	2,0 x 10 ⁻³	0,5
Aliments destinés à une alimentation particulière	0	1,4 x 10 ⁻⁴	0,0002	0	0	0
Total	0,061	0,135	100	0,067	0,153	100

Tableau C : Population des femmes enceintes	Expertise de 2017 Echantillons prélevés en 2015			Expertise de 2013 Echantillons prélevés entre juin 2007 et janvier 2009		
	Moyenne	P95	Contrib (%)	Moyenne	P95.	Contrib (%)
Pain et panification sèche	0,0002	0,0003	0,3	0,0002	0,0003	0,3
Céréales pour petit déjeuner	6,0x10 ⁻⁶	2,2 x 10 ⁻⁵	0,01	0	0	0
Pâtes	0,0007	0,0017	1,4	0,0007	0,0017	1,2
Riz et blé dur ou concassé	0,0002	0,0006	0,4	0,0002	0,0006	0,3
Viennoiserie	0,0001	0,0004	0,2	0,0001	0,0004	0,2
Biscuits sucrés ou salés et barres	0,0001	0,0003	0,1	0,0001	0,0003	0,1
Pâtisseries et gâteaux	0,0004	0,0014	0,8	0,0004	0,0014	0,7
Lait	0,0012	0,0033	2,4	0,0012	0,0033	2,2
Ultra-frais laitier	0,0004	0,0016	0,8	0,0004	0,0016	0,7
Fromages	0,0010	0,0038	2,0	0,001	0,0038	1,8
Œufs et dérivés	0,0003	0,0010	0,7	0,0003	0,001	0,6
Beurre	0,0001	0,0002	0,1	0,0001	0,0002	0,1
Huile	0	4,0 x 10 ⁻⁶	0	0	0	0
Margarine	4,7 x 10 ⁻⁵	0,0003	0,1	0	0,0003	0,1
Viande	0,0020	0,0055	4,2	0,0068	0,0173	12,5
Volaille et gibier	0,0005	0,0015	1,1	0,0004	0,001	0,7
Abats	0,0003	0,0011	0,5	0,0017	0,0073	3,2
Charcuterie	0,0002	0,0007	0,5	0,0004	0,0012	0,7
Poissons	0,0014	0,0046	3,0	0,0017	0,0049	3,1
Crustacés et mollusques	3,2 x 10 ⁻⁵	0,0001	0,1	0	0,0001	0,1
Légumes (hors pomme de terre)	0,0241	0,0737	50,4	0,0241	0,0737	44,4
Pommes de terre et apparentés	0,0005	0,0018	1,1	0,0005	0,0018	1,0
Légumes secs	0,0014	0,0039	2,9	0,0014	0,0039	2,5
Fruits	0,0013	0,0039	2,7	0,0013	0,0039	2,4
Fruits secs et graines oléagineuses	1,1 x 10 ⁻⁵	4,8 x 10 ⁻⁵	0,02	0	0	0
Glaces et desserts glacés	2,1 x 10 ⁻⁵	0,0001	0,04	0	0,0001	0,0
Chocolat	2,9 x 10 ⁻⁵	0,0001	0,1	0	0,0001	0,1
Sucres et dérivés	0,0001	0,0003	0,2	0,0001	0,0003	0,2
Eaux	3,0 x 10 ⁻⁶	5,0 x 10 ⁻⁶	0,01	0	0	0,0
Boissons fraîches sans alcool	0,0045	0,0279	9,4	0,0045	0,0279	8,2
Boissons alcoolisées	2,0 x 10 ⁻⁶	8,0 x 10 ⁻⁶	0,003	0	0	0
Café	0,0001	0,0003	0,1	0,0001	0,0003	0,1
Autres boissons chaudes	0,0002	0,0007	0,3	0,0002	0,0007	0,3
Pizzas, quiches et pâtisseries salées	0,0006	0,0018	1,3	0,0006	0,0018	1,1
Sandwiches, casse-croûte	0,0004	0,0013	0,9	0,0004	0,0013	0,8
Soupes et bouillons	0,0008	0,0039	1,6	0,0008	0,0039	1,4
Plats composés	0,0048	0,0167	10,1	0,0048	0,0167	8,9
Entremets, crèmes desserts et laits gélifiés	1,0 x 10 ⁻⁵	3,8 x 10 ⁻⁵	0,02	0	0	0
Condiments et sauces	0,0001	0,0002	0,1	0,0001	0,0002	0,1
Total	0,0478	0,1056	100	0,0542	0,1154	100

**Annexe 5 : Résultats d'analyse des formes conjuguées du BPA : BPA-G, BPA-S et BPA-diS
(résultats exprimés en $\mu\text{g.kg}^{-1}$).**

Echantillon	Concentration en BPA libre	Concentration en BPA-G	Concentration en BPA-S	Concentration en BPA-2G
Escalope dinde	61,42	ND_ <0,11	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Foie de bovin	57,95	ND_ <0,31	ND_ <0,04	ND_ <0,02
Rôti de porc	34,79	ND_ <0,14	ND_ <0,01	ND_ <0,4
Poulet	33,36	ND_ <0,02	ND_ <0,03	ND_ <0,4
Saumon	29,27	ND_ <0,03	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Muscle de porc	29,08	ND_ <0,08	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Pièce de découpe de bovin	27,98	ND_ <0,14	ND_ <0,03	ND_ <0,4
Muscle de bovin	26,35	ND_ <0,10	ND_ <0,04	ND_ <0,4
Escalope dinde	21,72	ND_ <0,08	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Poisson	21,62	ND_ <0,01	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Saumon	18,05	ND_ <0,01	ND_ <0,01	ND_ <0,1
Lieu noir	17,69	ND_ <0,04	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Foie de bovin	16,48	ND_ <0,88	ND_ <0,10	ND_ <0,02
Viande d'ovin	15,68	ND_ <0,23	ND_ <0,06	ND_ <0,4
Poisson	15,03	ND_ <0,03	ND_ <0,01	ND_ <0,1
Viande	14,67	ND_ <0,12	ND_ <0,03	ND_ <0,4
Chipolata	13,62	ND_ <0,33	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Chipolata	12,70	ND_ <0,37	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Escalope de poulet	10,61	ND_ <0,06	ND_ <0,01	ND_ <0,4
Escalope dinde	9,41	ND_ <0,07	ND_ <0,04	ND_ <0,4
Poisson	9,15	ND_ <0,03	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Muscle de bovin	8,96	ND_ <0,04	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Viande	8,87	ND_ <0,14	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Muscle de bovin	8,48	ND_ <0,09	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Pièce de découpe	8,34	ND_ <0,16	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Foie de bovin	8,16	ND_ <0,83	ND_ <0,07	ND_ <0,1
Muscle de porc	7,32	ND_ <0,03	ND_ <0,04	ND_ <0,4
Muscle de bovin	7,11	ND_ <0,04	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Muscle d'ovin	6,67	ND_ <0,11	ND_ <0,01	ND_ <0,4
Viande de veau	6,47	ND_ <0,14	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Foie de bovin	6,34	ND_ <2,14	ND_ <0,05	ND_ <0,02
Jambon cru	5,61	ND_ <0,03	ND_ <0,03	ND_ <0,4
Foie de Bovin	5,53	ND_ <1,67	ND_ <0,03	ND_ <0,1
Merguez cuite	4,76	ND_ <0,07	ND_ <0,43	ND_ <0,4
Jambon cru	4,55	ND_ <0,12	ND_ <0,05	ND_ <0,4
Jambon cru	4,29	ND_ <0,03	ND_ <0,05	ND_ <0,4
Rôti de porc	4,29	ND_ <0,05	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Saumon	4,26	ND_ <0,02	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Rôti de porc	3,86	ND_ <0,05	ND_ <0,03	ND_ <0,4
Rôti de porc	3,78	ND_ <0,10	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Saumon	3,53	ND_ <0,04	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Jambon de parme	3,35	ND_ <0,05	ND_ <0,03	ND_ <0,4
Viandes	3,11	ND_ <0,05	ND_ <0,02	ND_ <0,4
Lieu ou colin	2,98	ND_ <0,04	ND_ <0,02	ND_ <0,1
Muscle de bovin	2,76	ND_ <0,09	ND_ <0,04	ND_ <0,4
Poisson	2,73	ND_ <0,04	ND_ <0,01	ND_ <0,1
Viande	2,66	ND_ <0,17	ND_ <0,04	ND_ <0,4
Terrine	2,57	ND_ <0,17	ND_ <0,06	ND_ <0,4
Pièce de découpe	2,46	ND_ <0,04	ND_ <0,01	ND_ <0,4
Foie de bovin	1,91	ND_ <0,65	ND_ <0,11	ND_ <0,02

ND : non détecté