

Agence française de sécurité sanitaire des aliments

Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
Section Alimentation et Nutrition

**Dioxines : données de contamination
et d'exposition de la population
française**

Juin 2000

Rapport rédigé dans le cadre du groupe de travail
"Contaminants et phytosanitaires"
du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
Section Alimentation et Nutrition

Sommaire

Page

1	Introduction.....	3
2	Objectif	5
3	Méthodologie.....	5
	3.1 Données de consommation de la population française	5
	3.1.1 Enquête ASPCC	6
	3.1.2 Enquête Alliance7-Sofres-CHU/Dijon	8
	3.2 Recueil des échantillons des différentes catégories d'aliments.....	8
	3.2.1 Prélèvements effectués par les services de la DGAL et de la DGCCRF	9
	3.2.2 Données fournies par la profession agro-alimentaire	10
	3.2.3 Etude effectuée sur le lait maternel	10
	3.2.4 Répartition des prélèvements	10
	3.3 Analyses	11
4	Résultats	11
	4.1 Résultats des analyses de laboratoire	11
	4.2 Conséquences sur l'exposition de la population française.....	16
	4.2.1 Nourrissons et enfants en bas-âge (moins de 2 ans)	16
	4.2.2 Population générale (plus de 2 ans)	18
5	Conclusion.....	22
	Références bibliographiques	23
	Annexe 1 Présentation générale sur les dioxines et furanes	24
	Annexe 2 Résultats analytiques des teneurs en dioxines par catégorie d'aliments	30
	Annexe 3 Comparabilité avec d'autres calculs d'exposition aux dioxines en France et dans d'autres pays : Tâche de coopération scientifique européenne SCOOP 3.2.5	43
	Annexe 4 Liste des membres du groupe de travail "contaminants et phytosanitaires"	45

1. INTRODUCTION

Les dioxines et furanes (cf annexe 1) constituent deux familles distinctes d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Chlorés (HAPC) qui, dans ce document, seront regroupées sous la dénomination unique de « dioxines ». Ces composés représentent depuis longtemps et en particulier après l'accident de Seveso, un motif de préoccupation pour la Santé publique. En effet, en raison de certaines de leurs propriétés (persistance, bio-accumulation), il est rapidement apparu que l'exposition à ces HAPC n'est pas seulement limitée à des épisodes accidentels mais qu'elle est permanente même si ce n'est, sans doute, qu'à de faibles doses.

Ces produits ont une grande stabilité thermique, ils sont insolubles dans l'eau mais très solubles dans les graisses. Ils sont peu biodégradables et du fait de leur forte affinité pour les lipides, ils vont s'accumuler dans les tissus graisseux, surtout ceux d'origine animale, où ils peuvent persister très longtemps. Leur rémanence forte les classe dans la catégorie des Polluants Organiques Persistants (POP).

Les dioxines apparaissent au cours des processus thermiques, qu'ils soient accidentels (incendies) ou non (incinération des déchets industriels ou domestiques, traitement de la pâte à papier d'origine végétale, impuretés dans certains herbicides). Ils sont alors émis dans l'environnement et contaminent les écosystèmes terrestres et aquatiques. Par cette voie, ils entrent dans les chaînes alimentaires (trophiques) de l'homme et des animaux d'élevage. Compte tenu du caractère liposoluble des dioxines, on les retrouve particulièrement dans les organismes riches en graisse tels que poissons, crustacés, lait et produits laitiers, œufs. En raison d'une faible capacité de transfert vers les tissus végétaux, les graisses végétales sont moins contaminées.

En dehors des accidents où l'exposition aux dioxines peut être très forte et éventuellement par voie atmosphérique, la contamination humaine se réalise donc essentiellement au travers de l'alimentation. De ce fait, depuis de nombreuses années et en relation avec diverses instances internationales (Conseil de l'Europe, Commission Européenne, OMS,...) le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), et en particulier sa section « alimentation et nutrition », se préoccupe de cette question.

En 1991, le rapport [1] d'un groupe de travail du CSHPF a été publié. Il faisait le point sur les mécanismes de formation de ces produits et leurs mécanismes de toxicité.

En 1998, une recommandation d'un groupe de travail conjoint aux sections « alimentation » et « milieux de vie » du CSHPF précisait que, dans le cas d'une exposition à long terme :

- la dose de 1pg/kg/j exclut a priori tout risque pour la santé publique,
- une exposition supérieure à 10 pg TEQ/kg/j pouvait entraîner des risques d'effets néfastes,
- une exposition entre ces deux valeurs ne semblait pas entraîner de signes avérés de toxicité chez l'homme mais pouvait cependant ne pas représenter

une marge de sécurité suffisante pour exclure tout risque pour certains segments de la population particulièrement sensibles.

Par ailleurs, ce même groupe insistait sur la nécessité d'obtenir, un plus grand nombre de données à la fois sur la toxicité pour l'homme et sur son exposition, pour pouvoir progresser dans l'évaluation du risque sanitaire des dioxines. Il attirait tout particulièrement l'attention sur la question de l'exposition, pour laquelle ce manque de données était manifeste.

En 1999, les différents cas de contamination de l'alimentation animale (poulets, porcs, poissons, bovins) par des HAPC, ont donné lieu, d'une part, à la publication d'avis et de recommandations par l'AFSSA s'appuyant sur les groupes d'experts du CSHPF et de la Commission Interministérielle et Interprofessionnelle de l'Alimentation Animale, et, d'autre part, à la détermination de valeurs guides provisoires.

Dans le cadre de la coopération scientifique européenne entre les états membres, les données disponibles de consommation et d'exposition journalière de la population générale aux dioxines ont été collectées sur une période couvrant 1982 à 1999 dans l'ensemble des pays européens et analysées quant à leur représentativité (cf annexe 3).

Dans ce contexte, un groupe de travail a été créé par le CSHPF pour évaluer le niveau d'exposition aux dioxines (PCDD) et furanes (PCDF), par voie alimentaire, de la population française en général ainsi que dans différentes classes d'âge d'individus présentant des régimes alimentaires spécifiques. Pour cela, il s'est appuyé :

- sur les données de contamination des aliments issues :
 - des plans de surveillance et de contrôle mis en place par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) et la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) depuis 1996,
 - de la profession agroalimentaire,
 - de l'étude réalisée en partenariat par l'Institut National de Veille Sanitaire (InVS) et le Centre Rhône-Alpes d'Épidémiologie et de Prévention Sanitaire (CAREPS) sur le lait maternel,
- sur les données de consommation alimentaire traitées par l'Observatoire des Consommations Alimentaires (OCA).

Un rapport a été présenté à la Section "alimentation et nutrition" du CSHPF et adopté le 11 janvier 2000.

2. OBJECTIF

Cette étude a pour but d'évaluer le niveau d'exposition aux dioxines [(polychloro-dibenzo dioxines (PCDD) et polychloro-dibenzo furanes (PCDF)] par voie alimentaire de la population française en général, ainsi que de différentes classes d'individus présentant des régimes alimentaires spécifiques :

- les nourrissons et les enfants en bas âge (0 à 2 ans), avec 3 sous-classes d'âge dans cette population
- les enfants (2 à 9 ans),
- les adolescents (10 à 14 ans).

Les données présentées s'appliquent à la population générale française, dont l'alimentation résulte d'achats en petites et grandes surfaces ou en marchés, donc d'origines géographiques diversifiées. En conséquence, elles ne reflètent pas les niveaux d'exposition spécifiques à certaines catégories de population telles que celles situées :

- à proximité immédiate de sites polluants, et consommant majoritairement des aliments d'origine animale et végétale produits localement,
- dans des régions côtières, et consommant majoritairement des produits de pêche locale (poissons, coquillages, crustacés).

Le niveau d'exposition de la population générale française a été estimé à partir :

- de données de consommation basées sur deux études couvrant le régime alimentaire des diverses classes d'individus,
- de données de contamination en dioxines (PCDD et PCDF) de différentes catégories d'aliments entrant dans le régime alimentaire de ces individus.

3. METHODOLOGIE

3.1. Données de consommation de la population française

De façon à couvrir le régime alimentaire de l'ensemble des classes de population mentionnées précédemment, deux études de consommation françaises ont été utilisées :

- d'une part, l'enquête ASPCC¹, pour les individus de 2 à plus de 65 ans [2],

¹ ASPCC : Association Sucre, Produits Sucrés, Chocolaterie, Confiserie. Cette association regroupe les professionnels de ces secteurs d'activité. L'étude mentionnée a été exploitée statistiquement par le CREDOC et l'OCA (Observatoire des Consommations Alimentaires).

- d'autre part, en complément de l'étude précédente, la partie d'une enquête Alliance7²-Sofres-CHU/Dijon qui concerne les enfants de 0 à 2 ans [3].

Ces deux enquêtes ont été choisies pour cette étude car elles étaient les deux enquêtes nationales de consommation alimentaire individuelle les plus récentes pour les adultes, les enfants et les nourrissons. De plus, leurs méthodologies assuraient une représentativité nationale et leurs questionnaires avaient été testés et validés. Enfin, leur mode de questionnement sous forme de carnet de consommation apportait une meilleure précision des quantités consommées que des questionnaires d'habitudes faisant appel à la mémoire. C'est la raison pour laquelle ce type de questionnaire est habituellement utilisé dans la grande majorité des pays européens (Allemagne, Danemark, Italie, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède) [12].

3.1.1 Enquête ASPCC

Cette enquête a été réalisée de juin 1993 à juin 1994, auprès de 1500 français de 2 à plus de 65 ans. Ses résultats ont permis de retenir 1161 personnes comme étant "normo-évaluantes", c'est à dire ayant déclaré des consommations plausibles compte tenu des besoins énergétiques quotidiens (méthode de Goldberg [4]).

Ces personnes sont représentatives de la population française en termes de :

- localisation géographique,
- taille de la commune de résidence,
- catégorie socioprofessionnelle du chef de famille,
- âge et sexe de la personne interrogée.

L'étude a été effectuée sous forme d'un relevé de consommations sur 7 jours. De façon à prendre en compte les modifications du régime alimentaire selon les saisons, les interrogatoires ont été réalisés sur une année complète (certaines personnes ont été interrogées sur les aliments consommés du 1^{er} au 7 janvier, d'autres sur les aliments consommés du 8 au 14 janvier ... etc.).

Pour les repas pris au domicile, chaque ingrédient constitutif d'un plat (viande, légume ...) a été pesé avant consommation (avec déduction des aliments non consommés, si le plat n'a pas été terminé). Pour les repas pris hors domicile, les rations consommées ont été estimées par comparaison avec des photographies de rations types.

Enfin, chaque individu a été pesé.

Les données de consommation issues de cette enquête ont été regroupées selon les classes d'aliments suivantes :

² Alliance7 : Association de 7 syndicats agroalimentaires : Biscotterie, Biscuiterie, Céréales pour petit déjeuner, Chocolaterie, Confiserie, Aliments de l'enfance et diététique, Industries alimentaires diverses

- Produits laitiers
 - Lait entier ou demi-écrémé
 - Fromages à pâte pressée cuite
 - Autres fromages
 - Produits ultra-frais (autres que 0% matière grasse)
 - Crème
 - Beurre
- Autres graisses animales
- Graisses végétales
- Viandes
 - Bœuf
 - Agneau et veau
 - Porc
 - Charcuterie
 - Abats
 - Volailles et gibier
 - Autres produits à base de viande
- Poissons et produits de la mer
 - Poissons d'eau douce
 - Poissons de mer et saumon
 - Petits et grands crustacés (crevettes et tourteaux)
 - Coquillages
- Œufs et dérivés
- Produits céréaliers :
 - Pâtes, riz et céréales
 - Pain et viennoiseries
 - Biscuits et gâteaux
- Fruits
- Légumes :
 - Légumes feuillus
 - Légumes racines
 - Autres légumes

Les aliments n'entrant pas dans les catégories précédentes ont été regroupés en :

- autres produits solides
- autres produits liquides.

Au vu des données de cette enquête, deux sous-classes de la population générale ont été spécifiquement étudiées, du fait des particularités de leurs régimes alimentaires :

- les enfants, âgés de 2 à 9 ans (139 individus), chez lesquels l'alimentation lactée reste prépondérante ;
- les adolescents, âgés de 10 à 14 ans (93 individus), chez lesquels le ratio "aliments consommés / poids corporel" est significativement plus élevé que chez l'adulte, et dont le début d'autonomie alimentaire se caractérise par un choix préférentiel pour des aliments tels que produits céréaliers, produits sucrés ou produits carnés.

3.1.2 Enquête Alliance7-Sofres-CHU/Dijon

L'enquête Alliance7-Sofres-CHU/Dijon a été utilisée pour compléter l'enquête précédente, pour la population des enfants de moins de 2 ans.

Cette enquête a été réalisée en 1997, sous la forme d'une déclaration de consommation sur 3 jours, effectuée par les parents de 665 enfants âgés de 15 jours à 30 mois, représentatifs de la population française en termes de :

- localisation géographique,
- taille de la commune,
- catégorie socioprofessionnelle du chef de famille.

Les données de consommation issues de cette enquête ont été regroupées selon les classes d'aliments suivantes :

- Aliments infantiles
 - Laits infantiles
 - Laitages pour bébés
 - Petits pots viandes-légumes
 - Céréales infantiles
- Aliments courants
 - Laitages (hors fromages)
 - Fromages
 - Viandes
 - Charcuteries
 - Poissons
 - Œufs
 - Pain
 - Féculents
 - Fruits et légumes
 - Matières grasses animales (majoritairement beurre, à cet âge)

Au vu des données de cette enquête, trois sous-classes de la population infantile ont été spécifiquement étudiées, du fait des particularités de leurs régimes alimentaires :

- les nourrissons âgés de 0 à 3 mois (67 individus), dont l'alimentation est exclusivement lactée (lait maternel ou lait infantile),
- les nourrissons âgés de 7 mois (61 individus), âge d'introduction des viandes dans une alimentation où les produits laitiers "courants" ont pris une place importante,
- les enfants en bas âge, âgés de 13 à 18 mois (78 individus), dont l'alimentation est déjà nettement plus diversifiée (viandes, poissons, œufs ...).

3.2 Recueil des échantillons des différentes catégories d'aliments

Afin d'analyser leur teneur en dioxines, des échantillons des différentes catégories d'aliments ont été recueillis selon trois sources.

3.2.1 Prélèvements effectués par les services de la DGAL³ et de la DGCCRF⁴

Ces prélèvements ont porté sur des produits de consommation courante dit "panier de la ménagère" de façon à obtenir des données de contamination plus étayées sur les vecteurs alimentaires présumés contribuer le plus significativement à l'exposition aux dioxines en raison de leur forte consommation et/ou de leur importante teneur en matières grasses. A titre d'exemple, dans la catégorie des poissons et produits de la mer, les différents aliments ont été échantillonnés en proportion des quantités consommées. Le choix d'un tel mode d'échantillonnage conduit à avoir, pour certains vecteurs alimentaires considérés comme contributeurs mineurs, un nombre d'échantillons qui peut être considéré comme "non statistiquement significatif" si l'on s'intéresse à la contamination moyenne de ce vecteur, et non à l'exposition de la population. Les prélèvements ont été obtenus de la façon suivante.

- En 1994 et 1995, un plan de surveillance de la contamination éventuelle du lait cru par les dioxines avait été réalisé dans 14 départements avec des prélèvements dans des sites choisis proches de sources potentielles de contamination par ces résidus. Les résultats obtenus étaient satisfaisants et conformes aux valeurs limites admises dans la plupart des pays. Ces résidus s'accumulant dans la matière grasse, il convenait d'évaluer le taux de contamination des principaux produits laitiers consommés en France. Un nouveau plan de surveillance établi par la DGAL, dont les données ont été exploités dans cette étude, portait sur 40 échantillons de beurres, crèmes, fromages et produits laitiers frais prélevés dans 34 départements entre le 1^{er} et le 15 octobre 1996 [5].
- Un plan de contrôle, devant contribuer à une première estimation de l'exposition de la population française aux dioxines par l'alimentation a été réalisé par la DGAL entre le 1^{er} mai et le 30 juin 1998 [6]. Il portait sur une quarantaine d'échantillons prélevés dans deux départements.
- En se fondant sur les résultats du précédent plan de contrôle, le CSHPF a fait une première estimation de l'exposition de la population française aux dioxines à partir de données de consommation fournies par l'OCA. Ce travail a permis de définir des groupes d'aliments à analyser en priorité pour valider les données actuelles et de vérifier la contribution réelle de ces denrées à l'exposition. Un second plan de contrôle est venu compléter le précédent par une série de prélèvements entre le 15 et le 30 décembre 1998 dans 15 départements par la DGAL [7]. D'autres prélèvements (fruits et légumes) ont été effectués dans 4 départements entre en octobre 1998 et février 1999 par la DGCCRF. L'ensemble de ces prélèvements représentaient 176 échantillons de produits carnés, poissons de mer et d'eau douce, crustacés et coquillages, œufs, pain et céréales, fruits et légumes, matières grasses végétales et animales.

Pour les deux plans de la DGAL, les échantillons étaient prélevés sur l'ensemble du territoire français, à la distribution, dans leur emballage d'origine, (exceptés pour les coquillages prélevés dans les centres d'expédition). Les poissons de mer frais ont été choisis parmi les provenances les plus fréquentes (françaises ou étrangères). Dans le cas de la DGCCRF, les échantillons ont été prélevés à la production, sur des

³ DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

⁴ DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes

légumes récoltés de préférence dans des zones maraîchères périurbaines connues pour être habituellement productrices de végétaux.

- Une étude a été réalisée en 1998 à la demande de l'inter-profession laitière. Le plan d'échantillonnage, le traitement des données et l'interprétation des résultats ont été confiés au CNEVA⁵ [8]. Les prélèvements, effectués par les services vétérinaires de la DGAL, portaient sur 148 échantillons de laits demi-écrémés prélevés dans 24 départements entre avril et juin 1998⁶. Le plan d'échantillonnage a été réalisé selon un sondage aléatoire sur le lait produit par les principales usines françaises de façon à ce que les résultats de l'enquête soient représentatifs du lait de consommation. Afin de prendre en compte les différences importantes de quantité de lait produites selon les usines, le nombre de prélèvements a été pondéré en fonction de la production annuelle de l'usine.

3.2.2 Données fournies par la profession agroalimentaire

Les données fournies par le CNIEL⁷, Alliance⁷ et le CIV⁸ ont porté sur 80 échantillons de produits carnés et laitiers, prélevés au cours de l'année 1998 ainsi que sur 27 échantillons de produits pour nourrissons et enfants en bas âge.

3.2.3 Etude effectuée sur le lait maternel

Cette étude, réalisée en partenariat par l'InVS⁹ et le CAREPS¹⁰, a porté sur 244 échantillons de lait maternel recueillis dans 17 lactariums français et provenant de 20 régions, entre fin 1998 et juillet 1999. Dans le présent rapport, cette étude n'est prise en compte que pour ses données de contamination du lait maternel [9].

3.2.4 Répartition des prélèvements

L'ensemble des prélèvements représente donc 444 échantillons concernant des aliments courants (voir annexe 2), 27 échantillons concernant des aliments spécifiques du nourrisson et de l'enfant en bas-âge (moins de 2 ans) et 244 échantillons de lait maternel (InVS/CAREPS). Les échantillons prélevés sur des aliments courants se répartissent comme suit :

• Produits carnés :	53	échantillons
• Poissons et produits de la mer :	58	échantillons
• Matières grasses (sauf beurre) :	7	échantillons
• Laits demi-écrémés :	144	échantillons
• Autres produits laitiers :	119	échantillons
• Œufs et dérivés :	14	échantillons

⁵ CNEVA : Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires.

⁶ Le choix de cette période, la plus défavorable en matière d'exposition (vaches laitières mises à l'herbe), a été fait de façon à refléter un niveau maximal de contamination des laits.

⁷ CNIEL : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière.

⁸ CIV : Centre d'Information sur les Viandes.

⁹ InVS : Institut de Veille Sanitaire (étude réalisée à la demande du Ministère chargé de la Santé).

¹⁰ CAREPS : Centre Rhône-Alpes d'Épidémiologie et de Prévention Sanitaire (étude réalisée à la demande de l'ADEME [Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie]).

- Produits céréaliers : 8 échantillons
- Fruits et légumes : 41 échantillons

- Laits infantiles : 17 échantillons
- Lait maternel : 244 échantillons
- Petits pots légumes/viandes ou poissons: 7 échantillons
- Céréales infantiles : 3 échantillons

3.3 Analyses

L'ensemble des analyses de dioxines (PCDD + PCDF) a été effectué dans le même laboratoire (laboratoire Carso, à Lyon, accrédité pour ce type d'analyse), hormis 7 échantillons de viande bovine, analysés au laboratoire Ergo, en Allemagne.

La méthode retenue pour le calcul des équivalents-toxiques (TEQ) des 17 congénères des PCDD et PCDF est la méthode OTAN. Lors de ce calcul, on a considéré comme nulle la contribution au TEQ des congénères qui n'étaient pas détectés à l'analyse ("lower bound" selon la terminologie anglaise). Les résultats sont exprimés en picogrammes de TEQ par gramme de matière grasse (pg TEQ / g MG), à l'exception des analyses effectuées sur les aliments d'origine végétale, très peu gras, pour lesquels le résultat s'exprime en pg TEQ / g de poids frais.

4. RESULTATS

Le nombre important d'échantillons analysés (444 pour les aliments courants et 271 pour les aliments spécifiques du nourrisson et de l'enfant en bas âge), ainsi que la couverture de l'ensemble des principaux aliments vecteurs de dioxines, permet d'obtenir une bonne estimation de l'exposition générale de la population. Il faut souligner que ces données n'avaient, en revanche, pas pour objectif de définir des valeurs représentatives pour chaque catégorie d'aliment (sauf pour l'étude sur le lait demi-écrémé). A cette fin, un plan d'échantillonnage adapté (tirage aléatoire systématique des aliments analysés, large échantillon national pour chaque aliment...) devrait être appliqué.

4.1 Résultats des analyses de laboratoire.

Le tableau 1 résume les contaminations moyennes de chaque catégorie d'aliments. Les résultats détaillés figurent à l'annexe 2.

**Tableau 1 : Résultats des contaminations moyennes
pour chaque catégorie d'aliments**

Catégories d'aliments	Dioxines en TEQ (OTAN)		nombre d'échantillons
	pg/g MG	pg/g Poids Frais	
Viande de bœuf	0,80		13
Abats	3,32		6
Viande d'agneau et veau	0,61		8
Viande de porc	0,16		6
Charcuterie	0,25		14
Volailles et gibier	0,60		6
Produits à base de viande	assimilé au bœuf		
Poissons d'eau douce	7,46		6
Poissons de mer (y compris saumon)	5,23		40
Petits crustacés	1,80		5
Grands crustacés	51,04		2
Coquillages	50,31		5
Lait (entier, demi-écrémé)	0,65		148
Fromages à pâte pressée cuite	0,64		19
Autres fromages	0,77		55
Crème fraîche	0,68		6
Ultra frais laitier autre que 0% MG	1,16		19
Beurre	0,92		16
Autres graisses animales	0,88		4
Oeufs et dérivés	1,51		14
Pâtes, riz et céréales		0,012	4
Pain et viennoiseries		0,010	4
Biscuits et gâteaux	assimilé aux pâtes		
Graisses végétales	0,04		3
Fruits		0,010	5
Légumes feuillus		0,055	16
Légumes racines		0,010	13
Autres légumes		0,032	7
Laits infantiles	0,46		17
Lait maternel	16,47		244
Petits pots légumes / viandes ou poissons	0,88		7
Céréales infantiles	0,82		3
Autres produits solides	non pris en compte		
Autres produits liquides	non pris en compte		

Parmi les contaminations moyennes mentionnées dans le tableau 1, il convient de citer deux catégories d'aliments pour lesquelles une subdivision a été nécessaire afin de prendre en compte des disparités significatives de contamination et de consommation. Cette subdivision a permis de réduire la variabilité des données de contamination au sein des catégories d'aliments¹¹.

¹¹ Pour certaines catégories d'aliments tels que les abats, les œufs, les fruits ou les légumes, les coefficients de variation de la contamination (écart-type/moyenne) restent supérieur à 1. Nous n'avons pas pu réduire cette variabilité par redécoupage des catégories. Cependant cette forte variabilité n'a pas d'impact sur les expositions moyennes. Il faut par ailleurs souligner qu'en dehors des poissons de mer, la variabilité des contaminations est moindre pour des groupes d'aliments qui contribuent le plus à l'exposition (lait et produits laitiers, viandes, crustacés et coquillages).

- *Les poissons de mer*

Cette catégorie comprend les poissons de mer proprement dits (colin, cabillaud, lieu, thon, sardine ...), ainsi que les saumons. Le calcul statistique sur l'ensemble des échantillons de cette catégorie donne les résultats suivants :

Données en pg TEQ/g MG	Nombre d'échantillons	40
	Moyenne des résultats	4,78
	Ecart-Type	5,72
	Médiane des résultats	3,68
	Résultats maxi	34,16

Cependant, l'écart-type observé sur ces échantillons est important, et les données de consommation montrent que certains de ces poissons (saumon, cabillaud ...) sont plus fortement consommés que d'autres. De façon à évaluer plus précisément la contribution de cette catégorie d'aliments à l'exposition de la population, il a été décidé de calculer pour cette catégorie une contamination moyenne pondérée selon la consommation des différentes espèces :

Moyenne pondérée des résultats = 5,23 pg TEQ / g MG

Parmi les espèces de poissons précédemment citées, les saumons diffèrent des autres par le fait qu'ils font l'objet d'un élevage et qu'ils sont présents en rivière une partie de leur vie (donc exposition aux dioxines de nature différente). Cette différence ressort lorsque l'on fait apparaître les résultats de saumons parmi l'ensemble des données "poissons de mer" (figure 1) :

Données en pg TEQ/g MG		Autres poissons de mer	Saumons
	Nombre d'échantillons	29	11
	Moyenne des résultats	4,64	5,15
	Ecart-Type	6,67	1,63
	Médiane des résultats	3,18	5,14
Résultats maxi	34,16	7,65	

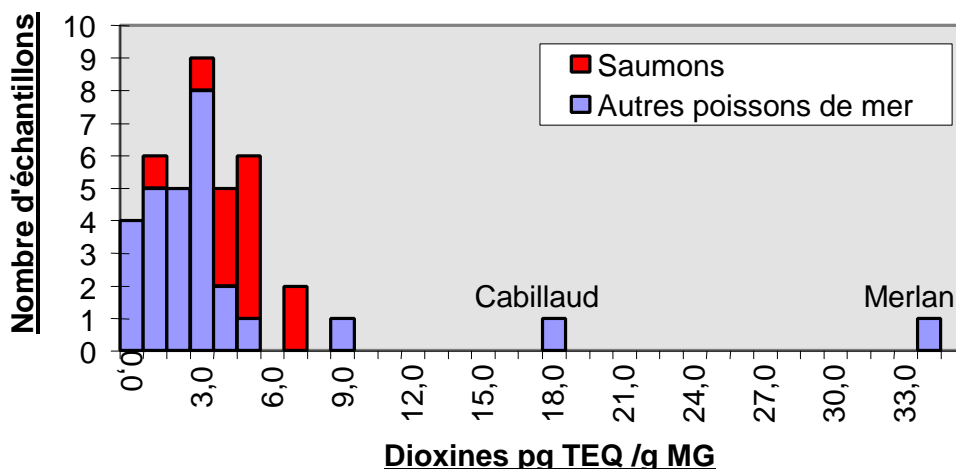


Figure 1 : Comparaison des teneurs en dioxines exprimées en pg TEQ/g MG entre les saumons et les autres poissons de mer

- *Les crustacés*

Dans cette catégorie d'aliments, deux espèces ont été analysées : les crevettes et les tourteaux. Ces deux espèces diffèrent par leur taille (petits et grands crustacés) et leur durée de vie ; ceci peut expliquer les différences importantes de contamination qui ont été observées (sur un nombre d'échantillons cependant insuffisant pour en tirer des conclusions définitives).

Les crevettes (petits crustacés) étant consommés en quantités nettement plus importantes que les tourteaux et autres grands crustacés, il a été décidé de distinguer ces deux classes de crustacés, afin d'obtenir une meilleure évaluation de leur contribution à l'exposition humaine (figure 2).

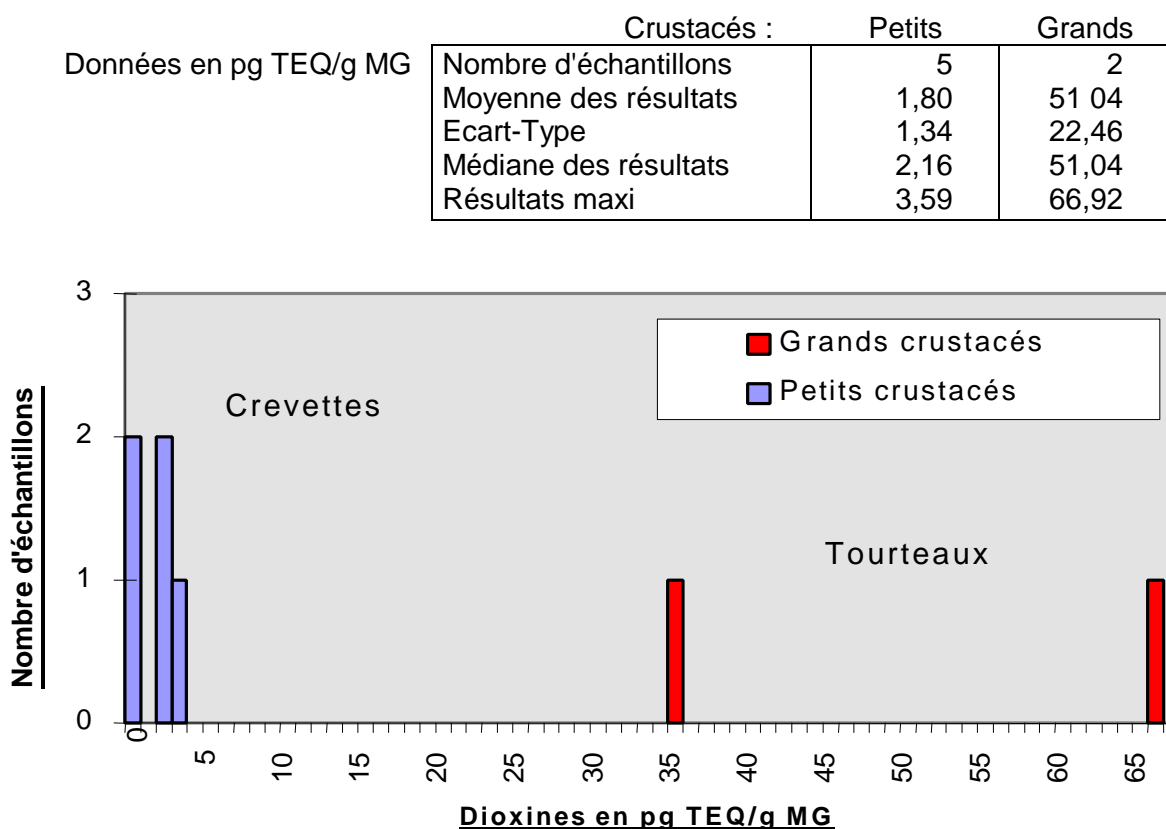


Figure 2 : Comparaison des teneurs en dioxines exprimées en pg TEQ/g MG entre les grands et les petits crustacés

Hormis les données de contamination en dioxines obtenues sur des aliments d'origine végétale (fruits, légumes, céréales et produits céréaliers), qui s'expriment en pg TEQ de dioxines par gramme de poids frais, dans leur majorité, les résultats s'expriment par gramme de matière grasse.

Le graphique ci-dessous qui, compte tenu de la dispersion des contaminations observées, est réalisé en échelle semi-logarithmique, permet de mieux visualiser la synthèse de ces données (figure 3).

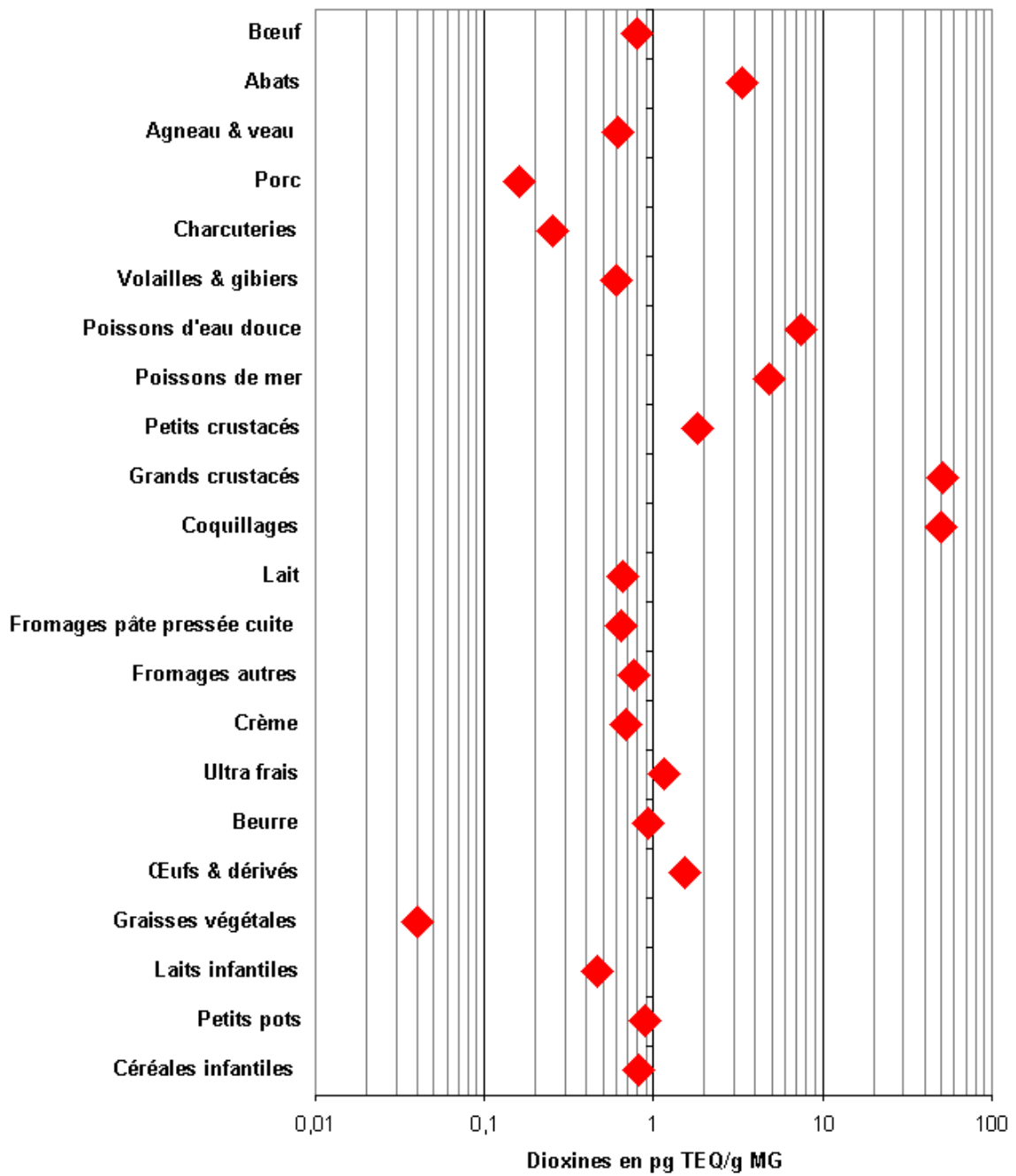


Figure 3 : Teneurs en dioxines exprimées en pg TEQ/g de matière grasse des échantillons analysés

4.2 Conséquences sur l'exposition de la population française

La dernière étape de ce travail a consisté à évaluer les conséquences des contaminations moyennes précédemment citées sur l'exposition des différentes classes de la population française, en fonction des données de consommation relevées dans les études ASPCC et Alliance7-Sofres-CHU/Dijon.

4.2.1 Nourrissons et enfants en bas-âge (moins de 2 ans)

L'exposition a été calculée sur trois sous-classes d'âge de la population infantile :

- les nourrissons âgés de 0 à 3 mois (67 individus), dont l'alimentation est exclusivement lactée (lait maternel ou lait infantile),
- les nourrissons âgés de 7 mois (61 individus), âge d'introduction des viandes dans une alimentation où les produits laitiers "courants" ont pris une place importante,
- les enfants en bas âge, âgés de 13 à 18 mois (78 individus), dont l'alimentation est déjà nettement plus diversifiée (viandes, poissons, œufs ...).

A Nourrissons alimentés à l'aide de laits infantiles

Dans un premier temps, les calculs ont été effectués pour des nourrissons alimentés à l'aide de laits infantiles.

Le tableau 2 mentionne pour chacune de ces trois sous-classes :

- l'effectif considéré et le poids corporel moyen,
- l'apport lipidique moyen (en g/kg de poids corporel/jour), ainsi que la contribution de chaque type d'aliment à cet apport,
- le niveau moyen de contamination en dioxines de chaque type d'aliment (en pg TEQ/g MG)¹², et l'exposition aux dioxines due à sa consommation (en pg TEQ/kg de poids corporel/jour),
- la contribution à l'exposition de chacun de ces types d'aliments.

Les niveaux d'exposition constatés dans ces trois sous-classes d'âges restent fortement liés à la consommation de produits laitiers, qu'ils soient spécifiques à l'alimentation infantile ou que ce soient des produits laitiers "courants". Ce n'est que dans la classe 13 - 18 mois, que la consommation d'autres aliments, les poissons, a une incidence significative sur l'exposition.

¹² Dans le cas des contaminations de laits infantiles, les catégories de laits étant clairement identifiées dans l'étude Alliance 7 (laits 1^{er} âge, laits 2^{ème} âge, laits de croissance), ce sont les contaminations moyennes en dioxines des laits entrant dans chacune de ces catégories qui ont été utilisées.

Ces valeurs se situent toutes à un niveau intermédiaire entre l'objectif d'exposition humaine fixé à 1 pg / kg de poids corporel / jour, et le seuil maximal d'exposition de 4 pg / kg de poids corporel / jour, recommandés par l'O.M.S.

Tableau 2 : Calcul de l'exposition aux dioxines exprimée en pg TEQ/kg de poids corporel/jour des enfants alimentés aux laits infantiles en fonction de la classe d'âge.

AGE	1 à 3 mois				7 mois				13 à 18 mois			
Effectif :	67				61				78			
Poids moyen (kg)	5,03				7,94				10,64			
Lipides (g/kg/j)	5,25				3,3				3,4			
	Dioxines Exposition (pg/g MG)				Dioxines Exposition (pg/g MG)				Dioxines Exposition (pg/g MG)			
<u>Apport lipidique</u>	%				%				%			
Laits infantiles	96,2				48,7				1,4			
Laitages bébé	0,1				5,8				5,1			
Total laitages infantiles	96,3	0,41	2,05	97%	54,5	0,35	0,63	39%	6,5	0,92	0,20	8%
		1er age				2ème age				croissance		
Petits pots viandes/lég.	0,2	0,88	0,01	0%	4,7	0,88	0,14	9%	1,7	0,88	0,05	2%
Céréales infantiles	0,3	0,82	0,01	1%	1,1	0,82	0,03	2%	0,6	0,82	0,02	1%
Laitages	1,1	0,65	0,04	2%	21,3	0,65	0,46	28%	30,6	0,65	0,68	27%
Fromages					1,2	0,77	0,03	2%	9	0,77	0,24	9%
Viandes					2,1	0,80	0,06	3%	5,7	0,80	0,16	6%
Charcuteries					0,7	0,25	0,01	0%	5	0,25	0,04	2%
Poissons					0,2	5,32	0,04	2%	2,3	5,32	0,42	17%
Œufs					1,4	1,51	0,07	4%	2,9	1,51	0,15	6%
Beurre					5,1	0,92	0,15	10%	17,8	0,92	0,56	22%
Exposition (en pg TEQ/kg p.c./j)	2,11				1,60				2,50			

B Nourrissons alimentés au lait maternel

Dans un deuxième temps, les données de contamination du lait de femme issues de l'enquête InVS/CAREPS [9] ont été utilisées afin de pouvoir obtenir une estimation du niveau d'exposition aux dioxines des nourrissons allaités.

Les calculs ont été effectués en considérant que le lait de femme devait fournir à ces nourrissons un apport lipidique identique à celui fourni par les laits infantiles.

Le niveau moyen de contamination en dioxines du lait de femme est de 16,47 pg TEQ/g MG dans l'étude effectuée par l'InVS et le CAREPS à partir de l'analyse de 244 laits de femmes françaises.

Les résultats de cette estimation figurent dans le tableau 3.

Ces résultats indiquent donc que l'allaitement induirait, au cours de la première année de la vie du nourrisson, une exposition supérieure au seuil maximal d'exposition de 4 pg / kg de poids corporel/jour, recommandés par l'O.M.S. Il est utile de rappeler, comme le souligne le rapport InVS/CAREPS [9], que cette valeur de l'O.M.S. correspond à une exposition chronique (apport journalier pendant toute la vie) d'un adulte pesant 70 kg. La dose quotidienne absorbée par un nourrisson pendant les 6 ou 7 premiers mois de sa vie représente moins de 4% de la dose quotidienne absorbée durant sa vie entière. Compte tenu de la très faible toxicité aiguë des dioxines chez l'homme, cette surexposition transitoire du nourrisson par le lait maternel, doit être appréciée dans le contexte des effets bénéfiques de l'allaitement [10].

Tableau 3 : Calcul de l'exposition aux dioxines exprimée en pg TEQ/kg de poids corporel/jour des enfants alimentés au lait maternel en fonction de la classe d'âge

AGE	1 à 3 mois				7 mois				13 à 18 mois			
Effectif :	67				61				78			
Poids moyen	5,03				7,94				10,64			
Lipides (g/kg/j)	5,25				3,3				3,4			
	Dioxines Exposition (pg/g MG)				Dioxines Exposition (pg/g MG)				Dioxines Exposition (pg/g MG)			
Apport lipidique	%				%				%			
Lait maternel	96,2	16,47	83,182	100%	48,7	16,47	26,469	96%	1,4	16,47	0,784	25%
Laitages bébé	0,1	0,46	0,002	0%	5,8	0,46	0,088	0%	5,1	0,46	0,080	3%
Petits pots viandes/lég, Céréales infantiles	0,2	0,88	0,009	0%	4,7	0,88	0,136	0%	1,7	0,88	0,051	2%
	0,3	0,82	0,013	0%	1,1	0,82	0,030	0%	0,6	0,82	0,017	1%
Laitages	1,1	0,65	0,038	0%	21,3	0,65	0,457	2%	30,6	0,65	0,676	21%
Fromages					1,2	0,77	0,030	0%	9	0,77	0,236	7%
Viandes					2,1	0,80	0,055	0%	5,7	0,80	0,155	5%
Charcuteries					0,7	0,25	0,006	0%	5	0,25	0,043	1%
Poissons					0,2	5,32	0,035	0%	2,3	5,32	0,416	13%
Œufs					1,4	1,51	0,070	0%	2,9	1,51	0,149	5%
Beurre					5,1	0,92	0,155	1%	17,8	0,92	0,557	18%
Exposition (en pg TEQ/kg p.c./j.)	83,24				27,53				3,16			

4.2.2 Population générale (plus de 2 ans)

A Exposition de la population générale

L'exposition moyenne de la population (hors enfants de moins de 2 ans) a été calculée à partir :

- des consommations des 1161 personnes "normo-évaluantes" de l'enquête ASPCC,
- des données de contamination obtenues sur les 444 échantillons d'aliments courants.

Les résultats de ces calculs figurent dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Evaluation de l'exposition globale de la population générale aux dioxines, exprimée en pg TEQ / kg de poids corporel / jour (ensemble de la population de 2 ans et plus, n = 1161)

Produits	Consommation alimentaire moyenne (en g/pers./jour)	Teneur en matière grasse du produit (en %)	Teneur en dioxines (en pg/g de MG, sauf (*) en pg/g poids frais)	Exposition moyenne aux dioxines (en pg/pers./jour)	Exposition moyenne aux dioxines (en pg/kg p.c./jour)	Contribution à l'exposition aux dioxines (en %)
Viande de bœuf + produits base viande	53,08	10,4	0,80	4,42	0,09	6,7%
Viande d'agneau et de veau	12,75	11,7	0,61	0,91	0,02	1,4%
Viande de porc	13,51	14,9	0,16	0,32	0,01	0,5%
Abats	3,85	8,5	3,32	1,09	0,02	1,7%
Charcuterie	39,76	19,3	0,25	1,92	0,04	2,9%
Volailles et gibiers	30,95	6,3	0,60	1,17	0,02	1,8%
Total produits carnés	153,9	-	-	9,83	0,20	15,0%
Poissons eau douce	1,51	3,8	7,46	0,43	0,01	0,7%
Poissons d'eau de mer	24,25	7,0	5,23	8,88	0,17	13,5%
Petits crustacés (Crevettes)	2,28	2,4	1,80	0,10	0,00	0,2%
Grands crustacés (Tourteaux).....	0,60	2,4	51,04	0,74	0,01	1,1%
Coquillages	3,70	3,8	50,31	7,07	0,13	10,8%
Total produits de la mer (a)	32,34	-	-	17,22	0,32	26,2%
Graisses animales (sauf beurre)	0,24	83,5	0,88	0,18	0,00	0,3%
Graisses végétales	9,02	94,8	0,04	0,34	0,01	0,5%
Total matières grasses.....	9,26	-	-	0,52	0,01	0,8%
Lait	131,99	2,6	0,65	2,32	0,06	3,5%
Beurre.....	17,51	79,3	0,92	12,77	0,25	19,4%
Fromages pâte pressée cuite.....	10,98	28,8	0,64	2,02	0,04	3,1%
Autres fromages.....	22,36	25,3	0,77	4,36	0,08	6,6%
Crème fraîche	3,97	33,1	0,68	0,89	0,02	1,4%
Ultra frais laitier autre que 0% MG	90,14	3,3	1,16	3,45	0,08	5,2%
Total produits laitiers	276,95	-	-	25,81	0,53	39,2%
Oeufs et dérivés	21,41	12,5	1,51	4,04	0,08	6,1%
Pâtes, riz, céréales.....	60,55		0,012 (*)	0,73	0,02	1,1%
Pain, viennoiseries	108,36		0,010 (*)	1,08	0,02	1,6%
Biscuits, gâteaux	33,18		0,012 (*)	0,40	0,01	0,6%
Total produits céréaliers	202,09			2,21	0,05	3,4%
Fruits	112,77		0,010 (*)	1,13	0,02	1,7%
Légumes feuilles	34,65		0,055 (*)	1,91	0,03	2,9%
Légumes racines.....	74,75		0,010 (*)	0,73	0,01	1,1%
Autres légumes	78,22		0,032 (*)	2,35	0,04	3,6%
Total fruits et légumes	300,39			6,12	0,1	9,3%
Autres produits liquides	753,49	0,1	0,000	0,00	0,00	0,0%
Autres produits solides	411,18	2,8	0,000	0,00	0,00	0,0%
Ensemble.....	2161,02	-	-	65,73	1,31	100,0%

(a) les poissons d'eau douce (contributeurs mineurs à l'exposition) sont cependant inclus dans cette catégorie

L'évaluation de l'exposition théorique aux dioxines pour l'ensemble de la population a été estimée à 66 pg / jour / personne, soit 1,3 pg TEQ / kg de poids corporel / jour sur la base de l'ensemble des données de contamination aux dioxines, c'est à dire un niveau proche de l'objectif de qualité de 1 pg TEQ / kg de poids corporel / jour, recommandé par l'O.M.S. Cet ordre de grandeur est confirmé par l'étude réalisée par Leblanc et Verger dans le cadre de la tâche de coopération scientifique européenne Scoop 3.2.5 (voir annexe 2 [11])

Tableau 5 : Consommation théorique de dioxines à travers l'alimentation pour l'ensemble de la population (2 ans et plus , n = 1161)

	Exposition moyenne aux dioxines	
	en pg/pers/jour	en pg/kg p.c./jour
Moyenne *	65,7 [64,1-67,3]	1,3 [1,25-1,35]
Ecart type	28,5	0,7
1 ^{er} quartile (Q1)	46,8	0,8
Médiane	59,1	1,1
3 ^{ème} quartile (Q3)	77,4	1,5
95 ^{ème} percentile (P95)	112,1	2,5

Source : Enquête ASPCC 1994- Traitement OCA

* Pour la moyenne, on a fait figurer l'intervalle de confiance au seuil de 95%.

Cette étude met également en évidence l'importance significative de certaines catégories d'aliments dans l'exposition globale : beurre et autres produits laitiers, produits de la mer et produits carnés (figure 4).

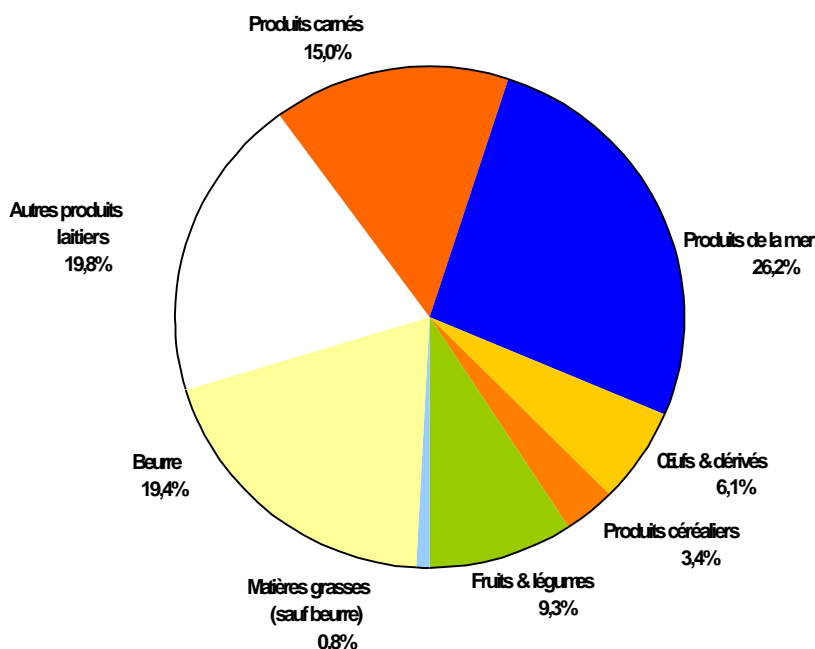


Figure 4 : Importance relative des différentes catégories d'aliments dans l'exposition globale

Cette première estimation serait cependant à valider avec des données en nombre plus important pour certains aliments qui ont une incidence significative sur l'exposition (tels que beurre, crustacés, coquillages).

B Exposition des enfants et adolescents entre 2 et 14 ans

En complément de ce calcul sur la population générale, l'exposition de deux sous-classes de population a été plus spécifiquement étudiée, du fait des particularités de leur régime alimentaire : les enfants (âgés de 2 à 9 ans) et les adolescents (âgés de 10 à 14 ans).

Enfin, pour chacune de ces classes de population (population générale, enfants, adolescents), le niveau d'exposition au 95^{ème} percentile a également été calculé. L'ensemble de ces résultats, ainsi que la contribution des différentes catégories d'aliments à cette exposition, sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Exposition des enfants entre 2 et 14 ans exprimée en pg TEQ / kg de poids corporel / jour comparée à celle de la population générale en fonction des catégories d'aliments

	Population générale n = 1161	Enfants (2-9 ans) n = 139	Ados (10-14ans) n = 93
Exposition moyenne (pg TEQ/kg p.c./j)	1,31	2,28	1,49
Exposition 95 ^{ème} percentile	2,52	3,88	2,52
Contribution à l'exposition (%)			
Produits de la mer	26	18	26
Produits laitiers (hors beurre)	20	28	21
Beurre	19	20	20
Produits carnés	15	15	15
Fruits et légumes	9	8	7
Œufs et dérivés	6	6	6
Produits céréaliers	3	4	4
Matières grasses (hors beurre)	1	1	1

Ces résultats montrent que le niveau d'exposition des enfants de 2 à 9 ans est plus élevé que celui de la population générale ; il reste cependant en dessous du seuil maximal recommandé par l'OMS (4 pg / kg p.c. / j). Le niveau d'exposition des adolescents est très proche de celui des adultes.

Dans le cas des enfants, c'est la consommation de produits laitiers (autres que le beurre) qui contribue à l'accroissement de l'exposition par rapport à celle de la population générale, bien que leur niveau de contamination soit peu élevé. Cependant, ceci ne doit raisonnablement pas remettre en cause la consommation de ces produits, essentiels en période de croissance.

L'information essentielle qui figure dans le tableau 6 est cependant que, tant dans la population générale, que dans la population des enfants ou des adolescents, même les 5% d'individus les plus fortement exposés aux dioxines du fait de leur schéma de consommation ne dépassent pas le seuil maximal d'exposition de 4 pg TEQ/kg de poids corporel/jour recommandé par l'O.M.S.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis une première estimation du niveau d'exposition aux dioxines (PCDD et PCDF) de la population générale française à partir :

- de données de consommation basées sur deux études (665 personnes + 1161 personnes) couvrant le régime alimentaire des diverses classes d'individus ;
- de 715 analyses de dioxines (PCDD et PCDF) dans différentes catégories d'aliments incluant les 244 analyses de l'étude InVS/CAREPS.

Les résultats principaux de cette étude sont les suivants :

- l'exposition moyenne de la population (plus de 2ans) peut être estimée à environ 1,3 pg/kg de p.c./jour, ce qui est proche de l'objectif de qualité recommandé par l'O.M.S (1 pg/kg de p.c./jour) ;
- dans chaque sous-classe de population considérée (en dehors des nourrissons allaités au lait de femme), l'exposition ne dépasse pas le seuil maximal d'exposition de 4 pg/kg de p.c./jour, recommandé par l'O.M.S ;
- ce seuil maximal d'exposition de 4 pg/kg de p.c./jour est respecté même pour les 5% d'individus les plus exposés parmi la population de plus de 2 ans (cette donnée n'est pas disponible pour les enfants de moins de 2 ans) ;
- l'exposition estimée pour des nourrissons allaités au lait de femme montre une surexposition sensible mais transitoire (au cours de la première année). Ce résultat doit être apprécié dans le contexte de l'intérêt global de l'allaitement .

Cette évaluation de l'exposition aux dioxines de la population française en 1998 constitue la première donnée nationale publiée dans ce domaine. La répétition d'une telle étude permettra de suivre l'évolution de l'exposition de la population française, et ainsi de vérifier si cette évolution s'inscrit dans la tendance à la décroissance constatée à partir de quelques études de surveillance conduites dans certains pays européens (Rapport SCOOP 3.2.5 [11]).

De nouvelles données de consommation plus récentes telles que l'enquête INCA ¹³ 1999 permettront également d'actualiser cette estimation d'exposition.

Il serait alors utile de compléter de manière plus ciblée le plan d'échantillonnage réalisé, en consolidant les données qui ont une incidence significative sur l'exposition, et pour lesquelles le nombre d'échantillons s'avère trop faible.

¹³ INCA : enquête Institutionnelle et Nationale de Consommation Alimentaire CREDOC-DGAL-AFSSA

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Rapport du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (mai 1991). Polychloro-dibenzodioxines (PCDD) et polychloro-dibenzofuranes (PCDF). Direction Générale de la Santé – Sous-Direction de la prévention générale et environnement.
- [2] *Pour l'enquête de consommation ASPCC* : Rigaud D., Giachetti I., Deheeger M., Borys J.-M., Volatier J.-L. , Lemoine A., Cassuto D.-A. (1997) Enquête Française de Consommation Alimentaire – I Energie et macronutriments. Cahiers de Nutrition et de Diététique 32, 6, pp. 379-388
- [3] *Pour l'enquête de consommation Alliance 7-Sofres-CHU/Dijon* : Boggio V., Grossiord A., Guyon S., Fuchs F., Fantino M. (1999) Consommation alimentaire des nourrissons et des enfants en bas âge en France en 1997 – Archives pédiatriques n° 7.
- [4] Goldberg G.R., Black A.E., Jebb S.A., Ble T.J., Murgatroyd P.R., Coward W.A. and Prentice A.M. (1991). Clinical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology : 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. Eur. J. Clin. Nutr. 45, pp569-581.
- [5] Note de service DGAI/SDHA n°8101 du 28 mai 1997. Résultats du plan de surveillance de la contamination des produits laitiers par les dioxines en1996.
- [6] Lettre circulaire SDHA/FLQ/EC n°1271 du 1er juillet 1999. Plan de surveillance dioxines 1998.
- [7] Bilan du plan de surveillance dioxines 1999. Panier de la ménagère (en cours de rédaction).
- [8] Durand B., Dufour B., Vindel E., Fraisse D. (2000). "A survey of PCDD and PCDF in french long-life half-skimmed drinking milk". Chemosphere. Sous presse.
- [9] Rapport Institut de Veille Sanitaire (InVS) (Mai 2000). Les hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés dans le lait maternel.
- [10] WHO/ECEH (WHO European Centre for Environment and health) (1996). Levels of PCBs, PCDDs, PCDFs in human milk. Second Round of WHO-coordinated exposure study. Environmental health in Europe 3, World health organization, European Centre for Environment and Health, Bilthoven-Nancy-Rome, environmental health in Europe, n°3.
- [11] Experts participating in SCOOP 3.2.5. (2000). Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of EU Member States, Directorate General Health and Consumer Protection.
- [12] Welten D. (2000). National food consumption surveys with nutrient intake data on an individual level from 1985 onwards. EFCOSUM project, TNO.

ANNEXE 1

PRESENTATION GENERALE DES DIOXINES ET FURANES

1. QUE SONT LES DIOXINES/FURANES ?

Les dioxines/furanes sont des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) chlorés qui font partie des produits dénommés "Polluants Organiques Persistants" (POP). Les dioxines/furanes comportent comme éléments de base des atomes d'Hydrogène et d'Oxygène associés à du Carbone (des Hydrocarbures). Leurs atomes de Carbone sont organisés en structures non linéaires, fermées (des cycles dit benzéniques à 6 atomes). Il s'agit donc "d'Hydrocarbures Aromatiques" qui, puisqu'ils contiennent plusieurs cycles sont dits Polycycliques. Par ailleurs, les atomes de Carbone peuvent être substitués, c'est à dire associées à d'autres molécules que l'oxygène ou l'hydrogène, telles que le Chlore ou le Brome qui font partie de la famille des halogènes. Parmi les HAP halogénés par du chlore (HAP chlorés), se trouvent :

- les polychlorodibenzo dioxines (PCDD) ou dioxines,
- les polychlorodibenzo furanes (PCDF) ou furanes,
- les polychlorobiphényles (PCB).

Ces molécules sont très proches et leur similitude de structure est à l'origine de certaines caractéristiques toxicologiques voisines. La dénomination de "dioxines" ne s'applique qu'aux PCDD *stricto sensu* ; cependant, dans ce document, PCDD et PCDF seront regroupés sous la dénomination unique de "dioxines".

PCDD, PCDF et PCB sont donc des classes comprenant chacune des molécules variant par le nombre (8 au maximum) et la position des molécules de chlore qui sont associées à leurs cycles aromatiques : on parle alors de congénères. Les PCDD regroupent 75 molécules différentes dont la 2,3,7,8 -Tétra C hloro-Dibenzo *para*-Dioxine (TCDD) qui est particulièrement connue, à la fois par l'accident de Seveso en 1976 et parce qu'elle est la plus toxique des HAP chlorés. Les PCDF sont au nombre de 135 et la classe des PCB comprend 209 congénères. Ces différents produits présentent également la particularité d'être toujours associés en mélanges complexes ce qui complique leur identification.

2. QUELLE EST LA TOXICITE DES DIOXINES/FURANES ?

2.1 *Les Facteurs d'Equivalence de Toxicité (TEF) et les Equivalents Toxiques (TEQ)*

En raison, d'une part, du grand nombre de molécules différentes en cause et, d'autre part, du fait que l'exposition n'est jamais reliée à une seule molécule mais à un mélange de nombreux congénères, il a fallu, pour pouvoir comparer les risques liés à l'exposition à des mélanges différents, résoudre le problème de l'expression des

résultats des dosages. Pour ce faire, la notion de facteur d'équivalence de toxicité (TEF) à été développée depuis 1976. Le principe est, pour chaque congénère, de multiplier le résultat de son dosage (déterminé par la méthode analytique) par un facteur de conversion qui tient compte de son activité toxique. Ce facteur a été établi par rapport à la 2,3,7,8 TCDD qui est considérée comme la molécule de référence car étant la plus toxique ; la 2,3,7,8 TCDD a donc un TEF de 1.

Plusieurs listes existent actuellement ; la plus utilisée est celle de l'OTAN créée en 1988 qui comprend 17 HAP chlorés dont 7 congénères de PCDD et 10 de PCDF :

- 2,3,7,8 - Tetrachlorodibenzodioxine
- 1,2,3,7,8 - Pentachlorodibenzodioxine
- 1,2,3,4,7,8 - Hexachlorodibenzodioxine
- 1,2,3,6,7,8 - Hexachlorodibenzodioxine
- 1,2,3,7,8,9 - Hexachlorodibenzodioxine
- 1,2,3,4,6,7,8 - Heptachlorodibenzodioxine
- Octachlorodibenzodioxine

- 2,3,7,8 - Tetrachlorodibenzofurane
- 1,2,3,7,8 - Pentachlorodibenzofurane
- 2,3,4,7,8 - Pentachlorodibenzofurane
- 1,2,3,4,7,8 - Hexachlorodibenzofurane
- 1,2,3,6,7,8 - Hexachlorodibenzofurane
- 2,3,4,6,7,8 - Hexachlorodibenzofurane
- 1,2,3,7,8,9 - Hexachlorodibenzofurane
- 1,2,3,4,6,7,8 - Heptachlorodibenzofurane
- 1,2,3,4,7,8,9 - Heptachlorodibenzofurane
- Octachlorodibenzofurane

Ils ont été sélectionnés sur la base de leur toxicité, ils comportent au moins 4 atomes de chlore en position 2, 3, 7 et 8 ; leur toxicité décroît des composés tétra-chlorés vers les octa-chlorés. Les résultats des dosages sont donc exprimés en Equivalents Toxiques (I-TEQ dans le cas de la liste OTAN) qui correspondent à la somme des 17 dosages des différents congénères multipliés chacun par leur facteur d'équivalence.

2.2 Données toxicologiques et épidémiologiques

L'objet de ce rapport n'est pas de présenter une revue exhaustive des nombreuses données disponibles par ailleurs concernant les dioxines/furanes. Les données toxicologiques portent essentiellement sur des études chez l'animal que l'on peut exposer à des congénères purs et à de fortes doses. Les données sont plus difficiles à obtenir chez l'homme car la population générale est exposée à de faibles doses et à des contaminants multiples. De plus, dans le cas d'accidents ou de forte exposition professionnelle, il y a souvent association avec d'autres contaminants (PCBs, pesticides...) qui complique l'interprétation des résultats. Enfin, comme les dioxines sont fortement accumulées dans les graisses, les mécanismes de séquestration et d'excrétion peuvent induire des variations considérables de concentration au niveau des cibles cellulaires, expliquant en partie les variations de sensibilité entre les espèces

Parmi les effets aigus, subaigus et chroniques rapportés chez les animaux, on peut citer la cancérogénicité, les effets sur la reproduction (baisse de la fertilité, rôle de perturbateur endocrinien : anti-oestrogène) et le développement (fœtotoxicité et tératogénicité), une immunotoxicité, une neurotoxicité, des altérations des systèmes enzymatiques hépatiques... Parmi les animaux, certains sont plus sensibles que d'autres puisque par exemple, la dose létale 50 (effet aigu) est environ 10 000 fois plus basse chez le cobaye (0,5 µg/kg) que chez le rat Han Wistar adulte. En ce qui concerne la cancérogénèse (effet chronique), la plus faible dose induisant un effet (Lowest Observed Effect Level : LOEL) est de 100 ng/kg/j chez le rat femelle ; pour l'induction enzymatique (dont la signification n'est pas claire), elle est de 3,5 ng/kg/j pour le même animal et, pour certains effets sur le système immunitaire, elle est de 0,3 ng/kg/j chez le singe ouistiti. Parmi les différents congénères, les hexachloro dioxines mais surtout la 2,3,7,8 TCDD (la dioxine de Seveso) sont cancérogènes pour les rats et souris. Des études expérimentales ont rapportées des cancers du foie, de la thyroïde, de l'oropharynx, des poumons..

Cette activité cancérogène chez l'animal, ainsi qu'un certain nombre d'observations rapportées par des études épidémiologiques (même si celles ci restent discutées) sur l'augmentation du nombre de certains cancers chez des personnes exposées, sont à l'origine du classement de la 2,3,7,8 TCDD en tant que "cancérogène pour l'homme" (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) en 1997. Chez l'homme, si le développement d'une chloracné, consécutive à une exposition aiguë à de fortes doses est certaine, la cancérogénicité et la tératogénicité restent suspectées mais ne sont pas définitivement démontrées. Les nombreuses et importantes enquêtes épidémiologiques en cours permettront peut-être de surmonter les difficultés que constituent, entre autres, la complexité des expositions et la durée du temps de latence nécessaire avant l'apparition de symptômes liés à une exposition à de faibles doses. D'une façon générale, les résultats disponibles actuellement ne plaident pas en faveur d'un fort potentiel cancérogène ou tératogène de ces produits pour l'homme.

A ce jour, aucune des dioxines n'a été trouvée mutagène. Elles agiraient donc comme des cancérogènes incomplets, la 2,3,7,8 TCDD ayant alors chez l'homme un effet "promoteur" qui favoriserait l'effet "initiateur" exercé par une autre molécule qui serait, elle, génotoxique ou mutagène. Une co-exposition serait alors nécessaire pour aboutir au développement ultérieur d'un cancer. La seule organisation à ne pas reconnaître ce caractère de cancérogène incomplet à la 2,3,7,8 TCDD est l'Environmental Protection Agency (EPA) américaine et ceci a des conséquences importantes en ce qui concerne l'établissement des Doses Journalières Tolérables. A l'heure actuelle les recherches portent surtout sur les effets endocriniens touchant les hormones sexuelles et thyroïdiennes, l'effets favorisant du diabète et enfin le développement neuro-comportemental de l'enfant. De plus ces effets semblent découler de l'exposition du fœtus in utéro et donc être liés au taux de contamination des lipides maternels. Cette contamination des graisses maternelles conditionne aussi la teneur en dioxine du lait maternel. C'est donc pour ces raisons principales qu'il apparaît important de continuer à réduire l'exposition de l'homme.

2.3 Notion de Dose Journalière Tolérable (DJT)

Pour un produit présent non intentionnellement dans la nourriture et pour lequel des effets sur la santé ont été rapportés, la DJT correspond à la quantité calculée de ce produit qui peut être ingérée sans risque pour la santé. La DJT est exprimée en Equivalents Toxiques (TEQ) par kilo de poids corporel du sujet et par jour, en prenant en compte une exposition longue (vie entière) de l'ordre de 60 ans. Dans certains cas, un même produit peut avoir plusieurs DJT en fonction de l'identification de groupes dits « à risque » car plus sensibles à l'effet du produit.

L'établissement des DJT est réalisé à partir des données expérimentales des études de toxicité et du type d'effet observé. Deux démarches différentes sont suivies selon que le produit est génotoxique ou non. Pour les produits non génotoxiques cancérigènes qui sont dits "à seuil", le principe est de retenir la plus faible dose pour laquelle un effet cancérigène est obtenu (LOEL) et de la diviser par un facteur dit de "sécurité" (FS) de 1000. Pour les cancérigènes génotoxiques dits sans seuil, une méthode de calcul, par extrapolation linéaire à partir de la plus faible dose donnant un effet, est retenue ; cette méthode est très conservatrice. Pour les produits non génotoxiques non cancérigènes, les FS appliqués à la LOEL sont variables en fonction du type d'effet et des populations en cause. Dans le cas des dioxines, la méthode avec seuil est habituellement appliquée sauf par l'EPA qui prend un modèle sans seuil dont l'application de modèles d'études quantitatives du risque permet de calculer des doses virtuellement sûres (DVS). Lorsqu'une dose sans effet peut être obtenue (No Observed Effect Level : NOEL ou bien : No Observed Adverse Effect Level : NOAEL), les FS utilisés dépendent du type d'effet observé et l'individu chez qui l'effet est observé (par exemple singe ou rat, adulte ou nouveau né). Ces diverses approches aboutissent à des DJT variables.

Ainsi, par exemple, au vu de nouveaux résultats prenant en compte les effets immunologiques et neurologiques chez le singe, l'OMS a abaissé la DJT qu'elle avait fixée précédemment à 10 pg/kg/j sur le fondement de l'effet cancérigène chez le rat. En 1997, l'OMS a donc établi la DJT à 4 pg TEQ /kg /j avec un objectif de 1 pg /kg /j. Le calcul de DVS par l'EPA aboutit à la dose de 0,0006 pg/kg/j. En France, en 1998, le CSHPF a considéré qu'à long terme :

- la dose de 1pg/kg/j exclut a priori tout risque pour la santé publique,
- une exposition supérieure à 10 pg TEQ/kg/j pouvait entraîner des risques d'effets néfastes,
- une exposition entre ces deux valeurs ne semblait pas entraîner de signes avérés de toxicité chez l'homme mais pouvait cependant ne pas représenter une marge de sécurité suffisante pour exclure tout risque pour certains segments de la population particulièrement sensibles.

2.4 Les limites maximales dans les aliments

A partir des DJT et en prenant en compte les données de consommation (en quantité et particularité : régimes, habitudes, cultures..) des différents groupes d'individus d'une population, il est possible de calculer des limites maximales dans les divers aliments constituant leur ration alimentaire. Ces limites sont des concentrations qui ne doivent pas être dépassées dans les diverses catégories d'aliments consommés par un groupe donné sous peine d'induire un dépassement des DJT, elles sont donc très proches, dans leur principe, des Limites Maximales de Résidus (LMR). Des travaux sont en cours au Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) sur ce point. Ainsi, pour le lait et les produits laitiers, une valeur de 5 pg TEQ/g de Matière Grasse (MG) est recommandée comme limite maximale dont le dépassement implique l'interdiction de la commercialisation. De plus, un objectif de "qualité" a été fixé à 1 pg/g MG et enfin la valeur de 3 pg/g MG constitue une valeur dite d'intervention qui représente un signal de contamination devant entraîner une recherche des sources et leur réduction rapide.

3 D'OU VIENNENT LES DIOXINES ?

Contrairement aux PCB qui ont de nombreuses applications industrielles, les PCDD et PCDF ne sont pas préparés industriellement. Elles sont d'abord apparues comme impuretés présentes dans les composés chlorés (PCBs PCPs pesticides...) puis comme liées à l'utilisation de certains traitements chimiques industriels (refonte des métaux, blanchiment de la pâte à papier) et enfin comme contaminants des processus d'incinérations domestiques ou industrielles. Le développement des techniques analytiques, d'une part, et la diminution des sources industrielles, d'autre part, orientent maintenant l'attention vers les sources naturelles. Leur contribution est relativement faible à côté des sources anthropogéniques mais ceci implique qu'il ne peut pas y avoir de niveau nul d'exposition.

Ces produits sont relativement résistants à la chaleur (jusqu'à 1300°) ce qui explique qu'ils ne soient pas détruits dans les Unités d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) voire même qu'ils s'y forment. Sous forme gazeuse ou associés aux « cendres volantes », ils peuvent être transportés dans l'atmosphère et se déposer à distance de leur lieu d'apparition (les différentes normes émises au cours de années 90 ont justement visé à réduire d'un facteur 1000 ces émissions pour les incinérateurs de déchets industriels puis ménagers).

Les dioxines sont peu hydrosolubles, très stables (rémanentes), très peu biodégradables (biopersistantes), elles ont donc un fort potentiel d'accumulation dans les tissus gras et une grande capacité à pénétrer dans les chaînes trophiques (alimentaires). En raison de leur faible hydrosolubilité, les dioxines qui se déposent sur la surface des végétaux n'y sont pratiquement pas transférées, de plus, la captation par les végétaux de ces produits éventuellement contenus dans le sol est très faible. Pour ces raisons, les graisses végétales ont peu de risques d'être contaminées. A l'inverse, les graisses animales sont largement en cause. Le bétail peut être contaminé en mangeant de l'herbe polluée en surface par dépôt ou en ingérant des particules de terre souillée. De ce fait, les produits laitiers et les viandes

riches en graisses, en particulier les abats, ainsi que les œufs, sont susceptibles d'être contaminés. Les produits de la pêche : poissons, mollusques et crustacés, en particulier les plus gras et les plus gros (en raison du phénomène de bio-magnification au long des chaînes trophiques) sont aussi des cibles vulnérables en raison de la constitution de « réservoirs à dioxines » dans les sédiments des sites marins ou d'eau douce contaminés par certaines activités industrielles.

En plus de ces expositions d'origine « environnementale », l'alimentation animale par le biais de l'utilisation de farines animales riches en lipides (ou en argile : cas du kaolin en 1999 pour des vaches, des volailles et des porcs) qui peuvent être chargées en dioxines, ou souillées (cas des poulets en Belgique en 1999), peut également être une source de contamination du bétail, des volailles et des poissons.

D'une façon générale, hors épisode de contamination aiguë accidentelle, on peut considérer que l'exposition humaine par inhalation ou par ingestion de particules contaminées ne représente qu'au maximum 10%, l'alimentation représentant la voie majeure (90%).

ANNEXE 2

RESULTATS ANALYTIQUES DES TENEURS EN DIOXINES PAR CATEGORIE D'ALIMENTS

L'ensemble des résultats analytiques présentés dans cette annexe s'exprime en pg TEQ / g de matière grasse ou de poids frais, calculés sur base de la méthode OTAN.

- **Viande de Bœuf** : prélèvements réalisés dans 9 départements français

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
Nombre d'échantillons : Moyenne des résultats : Ecart-type des résultats : Résultat maxi :			13 0,80 0,39 1,52
01/06/98	Viande de boeuf	BGC	0,75
01/06/98	Viande de boeuf	GGC	0,32
01/06/98	Viande de boeuf	JBGC	0,60
01/06/98	Viande de boeuf	VLGC	0,26
01/06/98	Viande de boeuf	VVGC	1,41
01/06/98	Viande de boeuf	VGC	0,89
01/06/98	Viande de boeuf	SGC	0,61
01/06/98	Viande de boeuf	Beu_446	0,73
01/06/98	Viande de boeuf	Beu_447	1,22
01/06/98	Viande de boeuf	Beu_494	1,00
01/06/98	Viande de boeuf	Beu_495	0,47
17/06/98	Viande de boeuf	n°1	1,52
19/06/98	Viande de boeuf	n°2	0,67

- **Viande de Veau et d'agneau** : prélèvements réalisés dans 4 départements français

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
Nombre d'échantillons : Moyenne des résultats : Ecart-type des résultats : Résultat maxi :			8 0,61 0,44 1,53
29/12/98	Agneau	59.11	0,82
27/04/99	Agneau	VI	1,53
16/12/98	Epaule d'agneau	CHA 8044	0,40
10/12/98	Escalope de veau	9	0,18
27/04/99	Noix de veau	103	0,74
10/12/98	Poitrine d'agneau	5	0,22
16/12/98	Veau	CHA 8022	0,63
29/12/98	Veau	59.10	0,38

- **Abats** : prélèvements réalisés dans 5 départements français

Nombre d'échantillons :			6
Moyenne des résultats :			3,32
Ecart-type des résultats :			3,77
Résultat maxi :			10,36

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
29/12/98	Foie	59.06	10,36
15/12/98	Foie de génisse	FAR 02	4,91
29/12/98	Foie de veau	59.07	0,97
27/04/99	Foie de veau	99	1,31
16/12/98	Gras double	CHA 8028	0,91
10/12/98	Langue de veau	7	1,43

- **Viande de Porc** : prélèvements réalisés dans 5 départements français

Nombre d'échantillons :			6
Moyenne des résultats :			0,16
Ecart-type des résultats :			0,16
Résultat maxi :			0,47

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
27/04/99	Poitrine porc	3	0,06
29/12/98	Porc	59.12	0,47
10/03/99	Porc	n°56-11DI	0,09
27/04/99	Palette porc	1	0,07
15/12/98	Viande de porc	FAR 01	0,11
10/12/98	Sauté de porc	11	0,18

- **Charcuterie** : prélèvements réalisés dans 5 départements français

Nombre d'échantillons :			14
Moyenne des résultats :			0,25
Ecart-type des résultats :			0,22
Résultat maxi :			0,77

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
10/03/99	Jambon	n°56-12DI	0,64
16/12/98	Jambon cuit	CHA 8037	0,77
27/04/99	Jambon cuit	I	0,10
27/04/99	Jambon de Bayonne	III	0,05
16/12/98	Jambon sec	CHA 8043	0,09
16/12/98	Lardons	CHA 8027	0,11
27/04/99	Paté	II	0,35
29/12/98	Paté de campagne	59.04	0,20
29/12/98	Salami	59.05	0,18
16/12/98	Saucisse de Toulouse	CHA 8038	0,11
10/03/99	Saucisses	n°56-13DI	0,08
27/04/99	Saucisses à cuire	IV	0,12
29/12/98	Saucisson	59.03	0,37
15/12/98	Terrine	FAR 03	0,28

- **Viande de Volaille** : prélèvements réalisés dans 5 départements français

Nombre d'échantillons :			6
Moyenne des résultats :			0,60
Ecart-type des résultats :			0,29
Résultat maxi :			1,06

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
10/12/98	Blanc de dinde	6	0,70
27/04/99	Poulet	102	1,06
15/12/98	Poulets entiers	FAR 05	0,20
15/12/98	Poulets entiers	FAR 06	0,43
10/03/99	Dinde	n°56-14DI	0,58
29/12/98	Dindonneau	59.09	0,61

- **Poissons d'eau douce** : prélèvements réalisés dans 3 départements français

Nombre d'échantillons :			6
Moyenne des résultats :			7,46
Ecart-type des résultats :			2,42
Résultat maxi :			10,75

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
01/09/98	Poisson	Beu_444	7,64
01/09/98	Poisson	Beu_448	4,22
01/09/98	Poisson	Albelker	5,17
01/09/98	Poisson	Urmatt	9,01
01/09/98	Truite	APP	10,75
16/12/98	Truite fumée	CHA 8025	7,97

- **Crustacés** : prélèvements réalisés dans 1 département français

		Crustacés :	
		Petits	Grands
Nombre d'échantillons :		5	2
Moyenne des résultats :		1,80	51,04
Ecart-type des résultats :		1,34	22,46
Résultat maxi :		3,59	66,92

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG	
			Petits crustacés	Grands crustacés
15/12/98	Crevettes	FAR 07	3,590	
15/12/98	Crevettes	FAR 08	2,320	
15/12/98	Crevettes	FAR 09	2,160	
15/12/98	Crevettes	FAR 10	0,520	
15/12/98	Crevettes	FAR 11	0,400	
15/12/98	Tourteaux	FAR 12		35,150
15/12/98	Tourteaux	FAR 13		66,920

- **Coquillages** : prélèvements réalisés dans 5 départements français

		Coquillages :	
Nombre d'échantillons :		5	
Moyenne des résultats :		50,31	
Ecart-type des résultats :		6,38	
Résultat maxi :		58,12	

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
17/12/98	Huitres	MOU 54	44,13
17/12/98	Huitres	N°1	50,40
10/12/98	Huitres	Huitres	43,89
10/12/98	Moules	SV 44	58,12
09/12/98	Moules	07759	55,02

- **Beurre** : prélèvements réalisés dans 11 départements français

		Beurre :	
Nombre d'échantillons :		16	
Moyenne des résultats :		0,92	
Ecart-type des résultats :		0,44	
Résultat maxi :		2,10	

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
30/09/96	Beurre		0,62
30/09/96	Beurre		0,51
30/09/96	Beurre		0,69
30/09/96	Beurre		0,86
30/09/96	Beurre		0,91
30/09/96	Beurre		0,87
30/09/96	Beurre		1,55
30/09/96	Beurre		2,10
30/09/98	Beurre		0,58
30/09/98	Beurre		0,53
30/09/98	Beurre		0,56
30/09/98	Beurre		0,78
30/09/98	Beurre		0,57
30/09/98	Beurre		0,96
30/09/98	Beurre		1,35
30/09/98	Beurre		1,21

- **Autres graisses animales** : prélèvements réalisés dans 2 départements français

Nombre d'échantillons :			4
Moyenne des résultats :			0,88
Ecart-type des résultats :			0,40
Résultat maxi :			1,40

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
01/09/98	Graisse	Beu_494	0,94
01/09/98	Graisse	Beu_495	0,46
17/06/98	Graisse	n°1	1,40
19/06/98	Graisse	n°2	0,71

- **Graisses végétales** : prélèvements réalisés dans 3 départements français

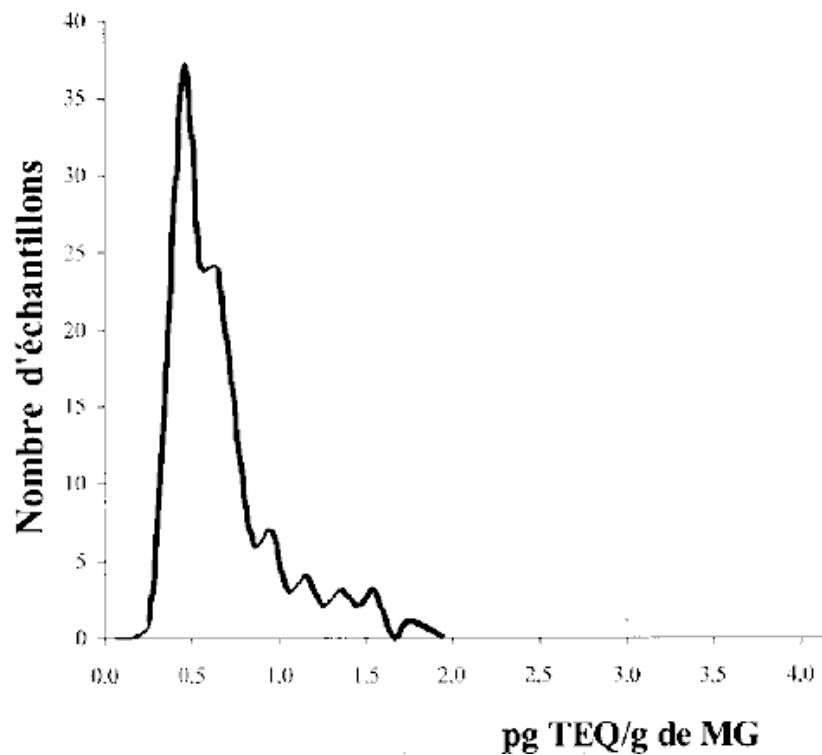
Nombre d'échantillons :			3
Moyenne des résultats :			0,04
Ecart-type des résultats :			0,01
Résultat maxi :			0,04

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
23/02/99	Huile d'arachide	Huile d'arachide	0,03
10/12/98	Huile d'olives	1	0,04
10/03/99	Margarine	n°56-10DI	0,04

- **Lait** : résultats issus d'une enquête représentative sur des laits d emi-écrémés de consommation réalisée en France en 1998

Nombre d'échantillons :	148
Moyenne des résultats :	0,65
Ecart-type des résultats :	0,29
Résultat maxi :	1,75

Nombre d'échantillons	Dioxines (pg TEQ/g MG)
0	0,00 - 0,05
0	0,05 - 0,15
0	0,15 - 0,25
7	0,25 - 0,35
29	0,35 - 0,45
27	0,45 - 0,55
35	0,55 - 0,65
13	0,65 - 0,75
9	0,75 - 0,85
7	0,85 - 0,95
6	0,95 - 1,05
3	1,05 - 1,15
3	1,15 - 1,25
1	1,25 - 1,35
3	1,35 - 1,45
2	1,45 - 1,55
2	1,55 - 1,65
0	1,65 - 1,75
1	1,75 - 1,85
0	1,85 - 1,95
0	1,95 - 2,05



- **Crème** : prélèvements réalisés dans 6 départements français

Nombre d'échantillons : Moyenne des résultats : Ecart-type des résultats : Résultat maxi :		6 0,68 0,18 0,93	
Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
30/09/96	Crème		0,80
30/09/96	Crème		0,93
30/09/98	Crème fraîche		0,71
30/09/98	Crème fraîche		0,67
30/09/98	Crème UHT entière		0,48
30/09/98	Crème UHT entière		0,47

- **Fromages à pâte pressée cuite** : prélèvements réalisés dans 8 départements français

Nombre d'échantillons :		19	
Moyenne des résultats :		0,64	
Ecart-type des résultats :		0,37	
Résultat maxi :		1,44	

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
30/09/96	Fromage à pâte pressée cuite		0,99
30/09/96	Fromage à pâte pressée cuite		0,81
30/09/96	Fromage à pâte pressée cuite		1,39
30/09/96	Fromage à pâte pressée cuite		1,14
30/09/96	Fromage à pâte pressée cuite		0,95
30/09/96	Fromage à pâte pressée cuite		1,44
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,44
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,42
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,55
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,45
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,41
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,40
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,36
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,40
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,37
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,39
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,56
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,30
30/09/98	Fromage à pâte pressée cuite		0,34

Une différence significative entre les données de 1996 et celles de 1998 ($p < 0,001$ test de Wilcoxon) peut s'expliquer par l'absence d'un plan d'échantillonnage aléatoire ou par une évolution des contaminations.

Cette différence entre 1996 et 1998 est aussi significative pour les données relatives aux autres fromages ($p < 0,001$).

Si on tient compte des données les plus élevées, l'exposition moyenne n'est pas significativement augmentée : 1,4 pg/kg p.c./j au lieu de 1,3 pg/kg p.c./j.

- **Autres fromages** : prélèvements réalisés dans 27 départements français

Nombre d'échantillons :	55
Moyenne des résultats :	0,77
Ecart-type des résultats :	0,36
Résultat maxi :	1,75

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
30/09/96	Fromage		1,09
30/09/96	Fromage		0,76
30/09/96	Fromage		1,21
30/09/96	Fromage		1,35
30/09/96	Fromage		1,01
30/09/96	Fromage		1,16
30/09/96	Fromage		1,29
30/09/96	Fromage		1,39
30/09/96	Fromage		1,21
30/09/96	Fromage		1,02
30/09/96	Fromage		0,98
30/09/98	Fromage à pâte molle		1,05
30/09/98	Fromage à pâte molle		0,69
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,76
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,46
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,64
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,89
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,63
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,50
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,68
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,61
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,53
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,71
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,49
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,57
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,66
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,95
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte fleurie		0,48
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte lavée		0,51
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte lavée		0,44
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte lavée		1,08
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte lavée		0,62
30/09/98	Fromage à pâte molle croûte lavée		0,62
30/09/98	Fromage à pâte persillée		0,24
30/09/98	Fromage à pâte persillée		0,28
30/09/98	Fromage à pâte persillée		0,42
30/09/98	Fromage à pâte persillée		0,36
30/09/96	Fromage à pâte pressée demi-cuite		0,64
30/09/96	Fromage à pâte pressée demi-cuite		1,39
30/09/96	Fromage à pâte pressée demi-cuite		0,97
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,44
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,41
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,33
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,27
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,51
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,72
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,34
30/09/98	Fromage à pâte pressée non cuite		0,64
30/09/98	Fromage de chèvre		0,80
30/09/98	Fromage frais		1,04
30/09/98	Fromage frais		1,75
30/09/98	Fromage frais		1,29
30/09/98	Fromage frais		0,72
30/09/98	Fromage frais		1,38
30/09/98	Fromage frais		0,31

- **Ultra-frais laitier (non 0% MG) :** prélèvements réalisés dans 14 départements français

		Nombre d'échantillons : Moyenne des résultats : Ecart-type des résultats : Résultat maxi :	
			19
			1,16
			0,67
			3,15

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		1,51
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		1,94
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		1,17
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		0,78
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		0,89
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		1,16
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		1,00
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		3,15
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		0,80
30/09/96	Produit lacté ultra-frais		1,96
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		0,98
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		0,19
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		0,58
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		0,53
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		1,40
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		0,65
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		1,47
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		0,56
30/09/98	Produit lacté ultra-frais		1,27

- **Œufs et ovoproduits :** prélèvements réalisés dans 7 départements français

		Nombre d'échantillons : Moyenne des résultats : Ecart-type des résultats : Résultat maxi :	
			14
			1,51
			1,70
			5,68

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g MG
01/06/98	Œufs	Beu_440	2,16
01/06/98	Œufs	Beu_441	0,59
01/06/98	Œufs	Beu_442	5,68
01/06/98	Œufs	Beu_443	2,99
01/06/98	Œufs	Beu_449	4,09
01/06/98	Œufs	Erstein	0,36
01/06/98	Œufs	Schmitt	0,32
01/06/98	Œufs	Trimback	0,47
01/06/98	Œufs	Urbeis	2,22
10/12/98	Œufs	12	0,37
15/12/98	Œufs	FAR 04	0,69
16/12/98	Œufs	CHA 8019	0,38
29/12/98	Œufs	59.13	0,35
27/04/99	Œufs	BN°7950478	0,45

- **Pâtes, riz et céréales** : prélèvements réalisés dans 3 départements français

Données exprimées en pg TEQ / g de poids frais

Nombre d'échantillons :			4
Moyenne des résultats :			0,012
Ecart-type des résultats :			0,005
Résultat maxi :			0,016
Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g Frais
23/02/99	Céréales	Céréales	0,015
29/12/98	Pâtes	59.01	0,016
10/12/98	Riz long	3	0,010
10/12/98	Spaghettis	8	0,005

- **Pain et viennoiseries** : prélèvements réalisés dans 4 départements français

Données exprimées en pg TEQ / g de poids frais

Nombre d'échantillons :			4
Moyenne des résultats :			0,010
Ecart-type des résultats :			0,003
Résultat maxi :			0,014
Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g Frais
10/12/98	Pain	4	0,008
16/12/98	Pain	CHA 8033	0,011
29/12/98	Pain	59.02	0,014
23/02/99	Pain	Pain	0,007

- **Fruits** : prélèvements réalisés dans 2 départements français

Données exprimées en pg TEQ / g de poids frais

Nombre d'échantillons :			5
Moyenne des résultats :			0,010
Ecart-type des résultats :			0,011
Résultat maxi :			0,029
Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g Frais
15/12/98	Compote de pommes	FAR 14	0,011
16/12/98	Oranges	CHA 8017	0,010
16/12/98	Pommes	CHA 8018	0,001
16/12/98	Bananes	CHA 8035	0,0002
16/12/98	Raisin	CHA 8031	0,029

- **Légumes feuilles** : prélèvements réalisés dans 6 départements français

Données exprimées en pg TEQ / g de poids frais

Nombre d'échantillons :	16
Moyenne des résultats :	0,055
Ecart-type des résultats :	0,065
Résultat maxi :	0,230

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g Frais
22/10/98	Chou vert	201	0,005
01/06/98	Laitue	Beu_475	0,008
22/10/98	Laitues	301	0,015
22/10/98	Salades	319	0,015
01/06/98	Laitue	Andres	0,020
01/06/98	Laitue	Beu_476	0,022
16/12/98	Chou fleur	CHA 8040	0,022
22/10/98	Epinard	155	0,024
22/10/98	Salade laitue	156	0,029
01/06/98	Laitue	Charamberger	0,036
01/06/98	Laitue	Nussbaumer	0,038
22/10/98	Laitues	296	0,045
16/12/98	Endives	CHA 8034	0,067
01/06/98	Laitue	Beu_445	0,151
01/06/98	Laitue	Metz	0,155
22/10/98	Salade	203	0,230

- **Légumes racines** : prélèvements réalisés dans 4 départements français

Données exprimées en pg TEQ / g de poids frais

Nombre d'échantillons :	14
Moyenne des résultats :	0,010
Ecart-type des résultats :	0,004
Résultat maxi :	0,015

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g Frais
22/10/98	Pommes de terre Mona Lisa	199	0,004
22/10/98	Pommes de terre Turbo	198	0,005
22/10/98	Carottes	304	0,006
22/10/98	Radis noir	202	0,007
22/10/98	Pommes de terre Mona Lisa	157	0,007
22/10/98	Carottes	422	0,008
22/10/98	Pommes de terre	328	0,009
22/10/98	Carottes	158	0,010
22/10/98	Pommes de terre	317	0,011
22/10/98	Pommes de terre	323	0,014
22/10/98	Carottes	200	0,015
22/10/98	Pommes de terre Mona Lisa	159	0,015
22/10/98	Pommes de terre	318	0,015

- **Autres légumes** : prélèvements réalisés dans 4 départements français

Données exprimées en pg TEQ / g de poids frais

Nombre d'échantillons :	7
Moyenne des résultats :	0,032
Ecart-type des résultats :	0,036
Résultat maxi :	0,102

Date de prélèvement	Nature de l'échantillon	Identification du lot	Dioxines en pg TEQ/g Frais
16/12/98	Tomates	CHA 8026	0,001
10/03/99	Haricots verts	n°56-8DI	0,003
23/02/99	Petits-pois		0,012
10/12/98	Lentille	2	0,020
16/12/98	Tomates (Maroc)	CHA 8016	0,035
16/12/98	Courgettes	CHA 8029	0,050
16/12/98	Poireaux	CHA 8030	0,102

ANNEXE 3

COMPARABILITE AVEC D'AUTRES CALCULS D'EXPOSITION AUX DIOXINES EN FRANCE ET DANS D'AUTRES PAYS : LA TACHE DE COOPERATION SCIENTIFIQUE EUROPEENNE SCOOP 3.2.5

Contexte

Les tâches de coopération scientifique européenne SCOOP [2] ont été établies en 1993 par la directive européenne 93/5/CEE pour permettre aux Etats Membres de mobiliser leurs forces scientifiques de façon coordonnée sur des problèmes posés dans le domaine de l'alimentation. Ces travaux scientifiques sont réalisés par des groupes d'experts nommés par les autorités nationales en charge de la coopération scientifique (pour la France, le Centre National d'Etude et de Recommandation sur la Nutrition et l'Alimentation, CNERNA jusqu'en 1999, puis l'AFSSA).

La tâche SCOOP 3.2.5. sur l'exposition aux dioxines et PCB a débuté en 1998. Elle est pilotée par l'Institut National Néerlandais de Santé Publique et de l'Environnement (RIVM) et par l'Administration Suédoise de l'Alimentation. Dix pays européens ont participé à ce travail, dont la France.

Résultats pour la France

Le calcul d'exposition pour la France réalisé par J-Ch Leblanc (INA-PG) et Ph Verger (INRA) aboutit à une exposition moyenne de 1,45 pg /kg p.c./ j pour les adultes de 18 ans et plus.

Cette valeur est légèrement supérieure à celle calculée par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France et l'AFSSA dans le présent rapport (1,31 pg/kg p.c./j). La différence entre ces résultats a plusieurs origines.

- En premier lieu, la mise en œuvre d'une nomenclature de produits alimentaires différente dans la tâche SCOOP conduit à des différences dans l'affectation des valeurs de contaminations aux données de consommation.
- L'utilisation d'une enquête de consommation alimentaire différente (enquête INCA réalisée par le CREDOC en 1998-99) est une seconde explication.
- Les données de contamination sont pour l'essentiel identiques (plans de surveillance de la DGAL et de la DGCCRF, enquête CNIEL pour le lait) mais la prise en compte par la tâche SCOOP de certaines données de contamination complémentaires pour les poissons peut expliquer une partie de la différence constatée ainsi qu'un traitement différent des valeurs de contamination manquantes, en dessous de la limite de détection.

Par conséquent, la comparaison de ces deux résultats montre que l'exposition moyenne de la population française aux dioxines (PCDD/PCDF) en 1999 doit plutôt

être approchée par une fourchette entre 1,2 et 1,5 pg/kg p.c./j et non par une seule valeur, pour tenir compte à la fois des intervalles de confiance statistiques et des écarts liés aux méthodologies de calcul.

Comparabilité avec les autres pays européens ayant participé à la tâche SCOOP dioxines

Les auteurs du rapport SCOOP n'ont pas comparé entre eux les résultats d'exposition moyenne des adultes obtenus pour les huit pays européens ayant fourni des données. L'existence de marges d'incertitudes liées à l'échantillonnage et aux méthodes de calcul justifient cette prudence. Les experts mentionnent que pour la période postérieure à 1995, l'exposition moyenne aux dioxines des adultes s'inscrit dans une fourchette entre 0,4 et 1,5 pg/kg p.c./j.

La fourchette de la valeur moyenne d'exposition pour la France figure donc plutôt parmi les valeurs hautes. Ce positionnement est cohérent avec celui des résultats de l'étude de l'InVS sur le lait maternel.

Il faut prendre en compte l'existence de différences méthodologiques entre les calculs réalisés dans chacun des pays. En particulier, les valeurs plus ou moins élevées obtenues par les différents pays dépendent en grande partie de la disponibilité des données de contamination pour les catégories de produits. Quand il n'existait pas de valeurs de teneurs en dioxines, des valeurs nulles ont été appliquées. L'étude française figurant parmi les études les plus complètes, il est logique qu'elle aboutisse à un résultat plutôt élevé.

ANNEXE 4

LISTE DES MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL "CONTAMINANTS ET PHYTOSANITAIRES"

NARBONNE Jean-François	(Président) Université de Bordeaux I
ANDRE Bernard	Ministère des Finances - Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes
BOISSET Michel	Conservatoire Nationale des Arts et Métiers
BUYS Marc	Union des Industries de la Protection des Plantes
CASTEGNARO Marcel	Centre International de Recherche sur le Cancer
DECLERCQ Bernard	Laboratoire Interrégional de Paris-Massy
DUCOM Patrice	Laboratoire des Denrées Stockées de Cenon
GARNIER Robert	Centre Anti-Poison de Paris
GEIGER Philippe	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
GERMONNEAU Philippe	Institut National de Veille Sanitaire
HEINTZ Jean-Marc	Nestlé France
JANIN Geneviève	AFSSA
KECK Gérard	Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon
KENIGSWALD Hugues	L'Alliance 7
KOLF-CLAUW Martine	Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort
LAFFORGUE Hervé	Association Nationale des Industries Agro-alimentaires
LE QUERREC Frédérique	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche – Direction Générale de l'Alimentation
LOREAL Henri	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
MANCHON Philippe	Expert
MILHAUD Guy	Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort
MOULIN-WRIGHT Vincent	Confédération Française de la Coopération Agricole
NOURRY Linda	Ministère de la Santé – Direction Générale de la Santé
PASCAL Gérard	Institut National de la Recherche Agronomique
PERIQUET Alain	Université Paul Sabatier de Toulouse
PICOT André	Centre National de la Recherche Scientifique
RABACHE Maurice	Conservatoire Nationale des Arts et Métiers
VOLATIER Jean-Luc	Observatoire des Consommations Alimentaires - AFSSA