

## Dioxines, furanes et PCB de type dioxine : Évaluation de l'exposition de la population française Questions/Réponses

En juin 2000, l'Afssa avait rendu publique la première évaluation de l'exposition de la population française aux dioxines et furanes. Cette évaluation s'appuyait sur des données de contamination des denrées alimentaires recueillies entre 1996 et 1998. L'évolution des émissions de dioxines, la prise en compte au niveau international des PCB de type dioxine (PCB-DL) dans l'estimation du risque global à ces contaminants et le développement des programmes de surveillance des denrées pour ces deux types de molécules ont conduit l'Afssa à procéder à une actualisation de l'exposition de la population aux dioxines et aux PCB-DL.

### Q1. Que sont les dioxines et les furanes ?

Le terme de "dioxines" est un nom générique qui désigne deux grandes catégories de composés, les polychlorodibenzodioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF). Les dioxines regroupent 75 molécules différentes. La plus connue est la 2,3,7,8-Tétra-Chloro-Dibenzo *para*-Dioxine (TCDD), dite dioxine de "Seveso" ; elle est aussi la plus toxique. Les furanes regroupent 135 molécules. Chacune de ces molécules ou congénères est définie par la position et le nombre de chlores qui sont associés à leurs cycles aromatiques. Parmi les nombreux congénères de dioxines et furanes, seuls les congénères considérés comme les plus toxiques et les plus présents dans l'environnement et les organismes vivants sont régulièrement dosés : 7 PCDD et 10 PCDF.

### Q2. Que sont les PCB ?

Par le terme "PCB" on désigne les polychlorobiphényles qui sont, comme les dioxines, des composés aromatiques chlorés. Ils représentent une famille de 209 congénères qui ont tous la même structure générique constituée d'un biphényle comportant jusqu'à cinq atomes de chlore sur chaque phényle.

Parmi ces congénères, les plus fortement chlorés présentent, comme les dioxines, une certaine affinité pour un récepteur cellulaire, dit récepteur Ah. De ce fait, ils ont été classés sous l'appellation PCB de type dioxine (PCB dioxin-like ou PCB-DL). Parmi les PCB-DL, seuls 12 congénères, considérés comme les plus toxiques et présents dans l'environnement et les organismes vivants, sont régulièrement dosés.

### Q3. D'où viennent les dioxines ?

Les dioxines n'ont jamais été produites intentionnellement. Elles apparaissent au cours de processus thermiques, accidentels (incendies) ou non (incinération des déchets industriels ou des ordures ménagères) et au cours de processus chimiques (traitement de la pâte à papier d'origine végétale, impuretés dans certains herbicides).

Les sources diffuses (incinération de fond de jardin, combustion du bois, ...) sont susceptibles de contribuer aux émissions de dioxines. Les cendres d'incinération domestiques apparaissent comme une source notable de contamination des œufs de poules élevés en liberté dans certaines fermes (pour plus d'informations voir le rapport "Analyse des déterminants de la contamination des œufs des élevages de particuliers par les dioxines et furanes" sur le site de l'Afssa [www.afssa.fr](http://www.afssa.fr)).

Actuellement, les principales sources d'émission des dioxines sont l'incinération des déchets et la métallurgie (pour plus d'informations, voir le dossier "dioxines" sur le site de l'InVS <http://www.invs.sante.fr>).

Les dioxines présentent une grande stabilité thermique, elles sont insolubles dans l'eau mais très solubles dans les graisses. Elles sont peu biodégradables et du fait de leur forte affinité pour les graisses, elles vont s'accumuler dans les tissus graisseux, essentiellement d'origine animale, où elles peuvent persister très longtemps.

#### **Q4. D'où viennent les PCB ?**

Les PCB sont des mélanges industriels fabriqués et utilisés en agriculture et dans l'industrie à partir des années 30 pour leurs propriétés isolantes (transformateurs électriques) et leur stabilité chimique et physique (huiles de coupe, encres, peinture). Leur présence dans l'environnement provient de ces utilisations, qui, au cours des années 1970, ont été restreintes aux systèmes clos (transformateurs, condensateurs). La production et l'utilisation des PCB sont interdites en France depuis 1987.

En raison de leur grande stabilité chimique et physique et leur faible biodégradabilité, la présence des PCB demeure remarquablement stable dans certains "réservoirs" comme les sédiments marins ou des rivières. La surveillance des milieux marins montre une lente décroissance des contaminations en PCB dans les quinze dernières années.

#### **Q5. Pourquoi retrouve-t-on des dioxines et des PCB dans les aliments ?**

En raison de leur grande stabilité physique et chimique, de leur faible biodégradabilité et leur forte lipophilie, les dioxines comme les PCB s'accumulent dans les tissus graisseux des animaux et ce, tout au long de la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme. On les retrouve particulièrement dans les aliments riches en graisses tels que poissons, crustacés, lait et produits laitiers, œufs. L'alimentation constitue donc la principale voie de contamination de la population générale (plus de 90 % l'exposition totale).

#### **Q6. Que deviennent les dioxines et les PCB dans le corps humain ?**

Dans l'organisme humain, ces molécules s'accumulent préférentiellement dans le foie et le tissu adipeux. Leur élimination se fait par les selles et le lait maternel. Le temps mis par l'organisme pour éliminer 50% des dioxines accumulées (demi-vie) est en moyenne de 7 ans. Pour les PCB-DL, cette demi-vie d'élimination varie selon les congénères de 5,5 à 11 ans. Aussi l'exposition ponctuelle à ces molécules au travers d'un aliment très contaminé aura peu d'impact sur la quantité totale (ou charge corporelle) de ces molécules stockées dans l'organisme.

#### **Q7. Quels sont les effets des dioxines sur la santé humaine ? Sont-elles cancérigènes ?** (Source InVS)

La connaissance des effets des dioxines repose sur les résultats d'études réalisées chez l'animal et les données chez l'homme provenant du suivi épidémiologique des populations exposées par le passé à des niveaux 100 à 1000 fois plus élevés que la population générale d'aujourd'hui (populations exposées à l'agent orange lors de la guerre du Vietnam, accident industriel de Seveso, populations de travailleurs, etc).

Cependant, l'interprétation des études expérimentales chez l'animal et des études épidémiologiques chez l'homme est difficile car :

- L'animal de laboratoire est exposé à des doses de dioxines pures et très élevées. Ces conditions expérimentales sont très éloignées des conditions d'exposition humaine, en dehors de situations accidentelles (type Seveso). Par ailleurs, il existe une très grande variation de sensibilité entre espèces (de 1 à 5000). Ainsi, les données obtenues chez l'animal ne sont pas aisément transposables à l'homme.
- Pour la plupart des effets autres que le cancer, les résultats des études épidémiologiques sont contradictoires. Elles portent généralement sur des populations fortement exposées aux dioxines ou dans des situations où d'autres polluants sont également présents. En cas de faibles expositions, souvent aucune association n'est observée ou les résultats des études sont contradictoires.

Ainsi, les connaissances scientifiques actuelles sur la toxicité des dioxines pour l'homme révèlent les éléments suivants :

- La preuve chez l'homme n'est actuellement avérée que pour les effets dermatologiques (chloracné, affection cutanée observée après une exposition aiguë à forte dose) et les augmentations transitoires des enzymes hépatiques ; des observations sont par ailleurs de plus en plus en faveur d'un risque cardiovasculaire.
- Le risque tératogène (malformations du nouveau-né) est suspecté en cas de forte exposition mais non démontré. On ne retrouve pas de malformation spécifiquement induite par les dioxines ou les PCB.
- De faibles excès de risque pour tous les cancers confondus ont été trouvés dans les études épidémiologiques menées auprès de populations professionnellement exposées aux dioxines. A Seveso, le risque global n'est pas augmenté, bien que tendant à augmenter dans les cinq dernières années de suivi. Les risques pour certains cancers spécifiques (lymphomes, myélomes multiples, sarcomes des tissus mous, cancers du poumon, cancers du foie) sont observés comme étant plus élevés dans certaines études, mais globalement les résultats ne sont pas cohérents d'une étude à l'autre. Seule la dioxine Seveso a été classée, en 1996, parmi les "cancérogènes pour l'homme" par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Les 16 autres molécules de dioxines qualifiées de toxiques ne sont pas classées cancérogènes par manque de preuves. D'autres études épidémiologiques sont cependant nécessaires afin de surmonter la complexité des expositions et la durée du temps de latence avant l'apparition de symptômes liés à une exposition à de faibles doses.
- Les autres risques évoqués par certaines études ne font pas l'objet d'un consensus de la part des experts (troubles du système immunitaire, troubles du système endocrinien, altération de la fonction hépatique, troubles de la reproduction, maladies neurologiques).

#### **Q8. Comment peut-on évaluer le risque des dioxines et des PCB-DL pour la santé humaine ?**

La première approche consiste à évaluer l'exposition d'une population ou d'un groupe de population, puis à la comparer à la valeur toxicologique de référence (VTR).

Une deuxième approche consiste à réaliser des études épidémiologiques (par exemple le suivi d'une population pendant plusieurs années au regard d'un effet suspecté ou l'analyse des antécédents médicaux d'une population). Mais ces études sont longues et difficiles compte tenu des faibles contrastes d'exposition et de la présence souvent associée d'autres contaminants ; elles nécessitent souvent un grand nombre de sujets, notamment dans le cas d'effets survenant après un long temps de latence comme les effets cancérogènes.

Ces deux approches sont complémentaires.

#### **Q9. Qu'est ce qu'une valeur toxicologique de référence (VTR) ?**

Une valeur toxicologique de référence, fixée le plus souvent à partir d'effets toxiques observés chez l'animal de laboratoire, est une quantité maximale d'un contaminant que les experts estiment pouvoir être consommée sans que l'on puisse craindre d'effets néfastes pour la santé humaine durant la vie entière. Les valeurs toxicologiques de référence incluent des marges de sécurité qui tiennent compte de l'extrapolation d'effets observés chez l'animal à d'éventuels effets chez l'homme et des différences entre les individus. Les toxicologues s'accordent sur le fait que pour des toxiques à effets chroniques, une exposition supérieure aux valeurs toxicologiques de référence chroniques pendant de courtes périodes de la vie d'un individu n'induit pas nécessairement un risque significatif pour la santé des personnes. Elle est exprimée en masse du contaminant par kilogramme de poids corporel et par jour (ou par semaine ou par mois).

#### **Q10. Comment peut-on rendre compte de la toxicité d'un mélange complexe de molécules ? Qu'est ce que les TEQ ?**

Pour chacune des 17 molécules de dioxines et des 12 molécules de PCB-DL considérés comme les plus toxiques, des facteurs d'équivalence toxique (TEF) ont été définis par rapport une molécule de référence : la 2,3,7,8-TCDD dites dioxine de Seveso. Le produit "TEF x masse du constituant" permet de calculer pour chaque constituant un équivalent toxique (TEQ). Les équivalents toxiques de tous les

constituants du mélange sont ensuite additionnés et définissent en TEQ, la toxicité relative du mélange.

Une 1<sup>ère</sup> liste, dite TEF<sub>OTAN</sub>, ne concernait que les dioxines (les émissions atmosphériques de dioxines sont encore exprimées en TEQ<sub>OTAN</sub>). Une seconde liste, publiée par l'OMS, inclut les TEF pour 12 PCB-DL et modifie certaines valeurs des TEF<sub>OTAN</sub> pour les dioxines. Les données de contamination pour les dioxines et les PCB-DL sont maintenant exprimées en TEQ<sub>OMS</sub>.

#### **Q11. Quelle est la valeur toxicologique de référence pour les dioxines et les PCB-DL ?**

Depuis 15 ans, la valeur toxicologique de référence a évolué. En 1990, l'OMS avait fixé une dose journalière tolérable (DJT) de 10 picogramme par kilogramme de poids corporel et par jour (10 pg/kg p.c./j) qui ne concernait que les dioxines. [1 pg = 10<sup>-12</sup>g ou 1 millième de milliardième de g].

En 1998, l'OMS a fixé une DJT de 1-4 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./j qui comprenait les dioxines et les PCB-DL.

Depuis 2001, la valeur de référence est une dose mensuelle tolérable de 70 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./mois (soit 2,33 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./j).

#### **Q12. Qu'est ce que veut dire "exposition d'une population" ?**

L'exposition est la dose de contaminant avec laquelle une personne entre en contact. On parle d'exposition alimentaire pour qualifier la dose consommée via les aliments et l'eau de boisson. L'exposition par voie alimentaire est donc le cumul de tous les apports d'un contaminant ou d'une famille de contaminants donné par tous les aliments pouvant en contenir. Dans le cas des dioxines et des PCB-DL, les études ont montré que l'apport par l'eau de boisson était négligeable, voire nul. Pour les travailleurs, il peut exister d'autres voies d'exposition comme la voie aérienne ou la voie cutanée.

#### **Q13. Quelle est l'exposition de la population française métropolitaine aux dioxines et PCB-DL ?**

L'exposition moyenne chez les adultes est estimée à 53,7 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./mois, soit 1,8 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./j et chez les enfants, à 82,7 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./mois, soit 2,8 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./j (médiane à 2,4 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./j). Ce niveau plus important pour les enfants de 3-14 ans est à mettre en rapport avec le niveau de consommation alimentaire plus important proportionnellement au poids corporel.

Les niveaux d'exposition alimentaire calculés pour les dioxines et les PCB-DL pris ensemble pour la vie entière sont inférieurs à la dose mensuelle tolérable de 70 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./mois pour la moyenne de la population. Cependant, 28 % de la population ont une exposition supérieure à la DMTP, rapportée à la vie entière.

#### **Q14. Quels sont les niveaux d'exposition dans les autres pays ?**

Les niveaux moyens atteints pour les adultes sont 3,2 pg TEQ/kg p.c./j en Espagne, 1,5 pg TEQ/kg p.c./j en Finlande, 0,9 pg TEQ/kg p.c./j au Royaume-Uni et un niveau médian de 1,2 pg TEQ/kg p.c./j aux Pays-Bas. En dépit des différences méthodologiques d'évaluation, l'estimation de l'exposition moyenne de la population française de 1,8 pg TEQ/kg p.c./j pour les adultes est donc du même ordre de grandeur que celles de ces quatre pays.

#### **Q15. Quels sont les aliments les plus contributeurs à l'exposition ?**

D'une façon générale, les poissons et autres produits de la mer sont plus contaminés que les produits animaux terrestres mais la variabilité de la contamination entre les différents échantillons est particulièrement importante pour les produits de la pêche.

**Q16. Pourquoi l'Afssa ne recommande-t-elle pas aux consommateurs français de limiter leur consommation de saumons, susceptibles d'être contaminés par les dioxines et les PCB-DL, comme l'a fait par exemple l'administration suédoise de l'alimentation pour certains groupes de population et pour les poissons gras de la mer Baltique (hareng, saumon) ?**

Le rapport de l'Afssa ne met pas en évidence une sur-contamination des saumons mis sur le marché français par rapport aux autres espèces de poissons gras. La contamination des poissons d'élevage marins n'apparaît pas non plus supérieure à celle des poissons sauvages pour un même niveau de matière grasse. Comme les dioxines et PCB-DL sont lipophiles, c'est le taux de matière grasse des espèces de poissons qui est corrélé positivement à la contamination moyenne exprimée en poids frais. Or les poissons gras sont aussi intéressants à consommer en raison de leurs apports en acides gras de la lignée omega3. Il faut aussi souligner que la contamination des truites d'élevage apparaît modérée et plus faible que celle des poissons gras marins, ce qui montre que les techniques d'élevage peuvent permettre de contrôler la contamination des poissons. Malgré sa consommation croissante, le saumon ne contribue en moyenne qu'à 8% des apports en dioxines et PCB-DL pour les adultes et à 6% pour les enfants. Il n'est donc pas possible de modifier significativement l'exposition de la population française aux dioxines et PCB-DL en incitant les consommateurs à restreindre leur seule consommation de saumon. L'Afssa soutient l'approche communautaire d'une limite maximale de contamination appliquée à tous les poissons et produits de la mer et la définition de valeurs cibles qui soient compatibles avec le respect des valeurs toxicologiques de référence pour les dioxines et PCB-DL.

**Q16. Y-a t-il une évolution depuis 2000 ?**

Les mesures prises pour réduire les émissions de dioxines dans l'atmosphère et la fixation de teneurs maximales dans les denrées ont eu un impact surtout sur la contamination des produits terrestres qui est fortement réduite alors que celle des produits de la mer, en contact avec des réservoirs comme les sédiments, n'est pratiquement pas modifiée.

L'étude d'exposition alimentaire publiée en 2000 ne portait que sur les dioxines avec des données de contamination recueillies entre 1994 et 1998. Cette exposition avait été estimée en 2000 pour la population entière (3 ans et plus) à 1,31 pg TEQ<sub>OTAN</sub>/kg p.c./j.

Après prise en compte des différences méthodologiques entre les deux estimations (TEQ<sub>OTAN</sub> versus TEQ<sub>OMS</sub>) et des modifications de comportement alimentaire, en 2005, il est estimé que l'exposition de la population française métropolitaine aux dioxines a diminué d'environ 60 % (59,2 %) par rapport à 2000.

**Q17. Quelles sont les limites pour les dioxines dans les aliments ?**

En 2001, la Commission européenne a fixé des **teneurs maximales** en dioxines dans les aliments : viande : 1-3 pg TEQ<sub>OMS</sub>/g de matière grasse (MG), foie et abats : 6 TEQ<sub>OMS</sub>/g MG, œuf : 3 TEQ<sub>OMS</sub>/g MG, lait et produits laitiers : 3 TEQ<sub>OMS</sub>/g MG, huile et matière grasse : 0,75-3 TEQ<sub>OMS</sub>/g MG, poisson : 4 TEQ<sub>OMS</sub>/g produit frais.

Des **niveaux d'intervention** ont également été fixés, correspondant à des valeurs inférieures aux teneurs maximales. Ils doivent constituer un instrument pour les gestionnaires et les exploitants pour déterminer la source de contamination et prendre des mesures pour la réduire ou l'éliminer. Pour les fruits, les légumes et les céréales, le niveau d'intervention en dioxines a été fixé à 0,4 ng TEQ<sub>OMS</sub>/kg de produit ( ou 0,4 pg TEQ<sub>OMS</sub>/g de produit).

Des **niveaux cibles**, correspondant à des valeurs qui garantissent que l'exposition du consommateur sera inférieure à la dose tolérable, doivent également être fixés.

Des teneurs maximales incluant les PCB-DL et des niveaux d'intervention pour les dioxines et les PCB-DL doivent être prochainement publiées par la Commission européenne.