Dioxines et PCB dans les aliments

1. Introduction

Les dioxines et les PCB (polychlorobiphényles) sont des hydrocarbures aromatiques halogénés chlorés (*Figure 1*). Ce sont des polluants organiques persistants (POP) qui se fixent dans les graisses et polluent la chaîne alimentaire. Ils peuvent être rejetés lors de certains procédés industriels ou être issus d'activités de combustion. En raison de leur grande stabilité, ces substances persistent pendant de longues périodes dans l'environnement et peuvent s'accumuler progressivement dans la chaîne alimentaire (2, 8).

Le terme « dioxines » regroupe principalement les polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD, 75 congénères) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF, 135 congénères[1]) (*Figure 1*).

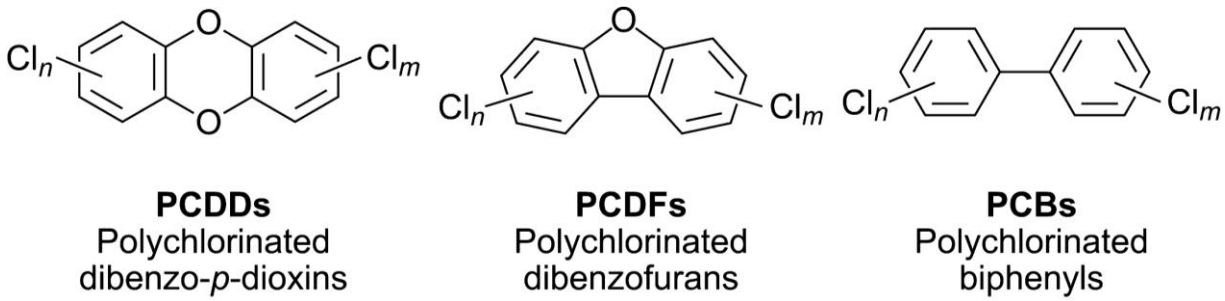


Figure 1 : Structures chimiques simplifiées des principales familles de contaminants apparentés aux dioxines : les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD), les polychlorodibenzofuranes (PCDF) et les polychlorobiphényles (PCB).

Les PCB constituent une autre famille de composés chimiques. Au total, 209 formes différentes de PCB ont été identifiées (5). Certains PCB possèdent une structure chimique et un mode d'action proches de ceux des dioxines. Ils sont appelés PCB de type dioxine (PCB-DL, pour *dioxin-like PCBs*) et sont évalués conjointement avec les dioxines lors des évaluations de risque. D'autres PCB, appelés PCB non de type dioxine (PCB-NDL), agissent différemment dans l'organisme. Bien qu'ils ne produisent pas les mêmes effets biologiques que les dioxines, ils peuvent également présenter des risques pour la santé et font donc l'objet d'une surveillance réglementaire spécifique.

Les dioxines sont principalement formées de manière involontaire lors de certains processus de combustion et de certaines activités industrielles et n'ont pas d'utilisation technologique ou d'autre usage

[1] En chimie, les congénères sont des composés chimiques qui appartiennent à la même famille et partagent une structure moléculaire de base similaire, mais diffèrent par le nombre ou la position d'atomes spécifiques, comme les atomes de chlore pour les dioxines et les PCB.

en soi. Les PCB, quant à eux, ont été fabriqués intentionnellement pendant plusieurs décennies pour diverses applications industrielles, notamment comme fluides isolants dans les transformateurs et les condensateurs, fluides hydrauliques ou plastifiants. Bien que leur production ait été progressivement interdite à partir des années 1980, leur grande stabilité fait qu'ils sont encore présents aujourd'hui dans l'environnement.

Les dioxines et les PCB peuvent contaminer les sols, les sédiments, l'eau ou les aliments destinés aux animaux (12). Ils ont également tendance à s'accumuler dans les tissus gras des êtres vivants. C'est pourquoi ils sont principalement retrouvés dans les aliments d'origine animale tels que les poissons et produits de la pêche, les viandes, les œufs, le lait et les produits laitiers (9).

2. Quels sont les risques pour la santé ?

Les dioxines et les PCB de type dioxine sont principalement préoccupants en raison de leur capacité à s'accumuler dans l'organisme au fil du temps. Des études scientifiques ont montré qu'une exposition excessive et prolongée peut avoir des effets sur différents organes, notamment le foie, ainsi que sur le système immunitaire, le développement de l'enfant à naître et certaines fonctions hormonales (9).

Les dioxines et les PCB de type dioxine agissent en se fixant sur une protéine intracellulaire appelée récepteur AhR (*Aryl hydrocarbon Receptor*). Cette liaison persistante perturbe l'expression de nombreux gènes, altérant l'équilibre hormonal, le système immunitaire et le développement cellulaire, ce qui provoque une toxicité à long terme (5). Certaines dioxines, PCB et PCB de type dioxine sont classées comme cancérogènes pour l'être humain (6, 7, 10, 11).

Toutefois, dans le cadre de l'alimentation courante, le principal enjeu sanitaire reste l'exposition chronique à de faibles quantités pendant de longues périodes. Bien que les niveaux habituellement rencontrés dans l'alimentation soient généralement faibles, ces effets potentiels justifient la mise en place de contrôles réguliers et de normes strictes afin de protéger la santé des consommateurs (3).

Les effets sanitaires ne sont généralement pas liés à une exposition ponctuelle, mais à une exposition répétée pendant plusieurs années. Les évaluations scientifiques réalisées par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) indiquent que l'exposition au cours des premières phases de la vie peut avoir des effets sur le développement du système reproducteur masculin (9). D'autres effets potentiels ont également été étudiés pour différents systèmes biologiques.

La présence occasionnelle de dioxines dans un aliment ne signifie pas nécessairement qu'il existe un risque immédiat pour la santé. Ce sont surtout les apports cumulés sur le long terme qui sont pris en compte dans l'évaluation du risque. C'est pourquoi les autorités sanitaires surveillent l'exposition globale des consommateurs plutôt que la consommation isolée d'un aliment particulier.

3. Comment mesure-t-on la toxicité des dioxines et des PCB ?

Toutes les dioxines et tous les PCB de type dioxine ne présentent pas le même niveau de toxicité. Certaines substances sont plus nocives que d'autres. Pour pouvoir évaluer l'effet global d'un mélange de dioxines et de PCB présents dans un aliment, les gestionnaires de risques utilisent un système appelé facteur d'équivalence toxique ou TEF (*Toxic Equivalency Factor*).

Ce système repose sur une substance de référence : la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine (TCDD), souvent appelée simplement « dioxine ». Cette molécule est considérée comme la substance de référence la plus toxique au sein de la famille des dioxines. Elle est également extrêmement stable et peut persister pendant de nombreuses années dans l'environnement ainsi que dans l'organisme après son absorption.

Par convention, la TCDD s'est vu attribuer une valeur TEF égale à 1 (12). Les autres dioxines et PCB de type dioxine reçoivent un facteur TEF compris entre 0 et 1 en fonction de leur toxicité relative par rapport à la TCDD.

Dans les laboratoires, les concentrations des différents composés sont mesurées séparément. Chaque concentration est ensuite multipliée par le facteur TEF correspondant. Les résultats obtenus sont additionnés afin de calculer une valeur unique appelée équivalent toxique ou TEQ (*Toxic Equivalent*) (*Figure 2*).

$$TEQ = \sum_{i=1}^{n} C_i \times TEF_i$$

Figure 2 : Principe de calcul de l'équivalent toxique (TEQ) utilisé pour évaluer la toxicité globale d'un mélange de dioxines et de PCB de type dioxine. Chaque substance contribue au résultat final en fonction de sa concentration (C) et de sa toxicité relative (TEF).

Le TEQ représente donc la toxicité globale du mélange de dioxines et de PCB de type dioxine présent dans un aliment. Cette valeur simplifie l'évaluation du risque et permet de comparer directement les résultats analytiques aux limites réglementaires fixées par l'Union européenne pour protéger la santé des consommateurs (3).

4. Pourquoi parle-t-on aujourd'hui de nouvelles valeurs TEF ?

En 2022, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a actualisé les facteurs d'équivalence toxique utilisés pour certaines dioxines et certains PCB de type dioxine. À la demande de la Commission européenne, l'EFSA a réévalué les risques en utilisant ces nouvelles valeurs. Cette réévaluation a montré que les niveaux d'exposition exprimés en équivalents toxiques sont en moyenne inférieurs de 27 à 35 % à ceux calculés avec les anciens facteurs de 2005 (9).

Cette diminution ne signifie toutefois pas que les aliments contiennent moins de contaminants qu'auparavant. Les concentrations mesurées dans les denrées alimentaires restent identiques. Ce qui change est uniquement la manière dont la toxicité globale est calculée à partir de ces concentrations.

À l'heure actuelle, les teneurs maximales prévues par le règlement (UE) 2023/915 sont toujours basées sur les facteurs TEF de l'OMS de 2005. Toute modification des teneurs maximales nécessiterait une révision de la législation européenne. Les nouvelles valeurs TEF publiées par l'OMS en 2022 ont été utilisées par l'EFSA dans le cadre de son évaluation scientifique, mais elles n'ont pas encore été intégrées dans la législation européenne relative aux teneurs maximales.

5. Comment les autorités gèrent-elles le risque ?

La gestion du risque repose sur un système de contrôle mis en place à l'échelle européenne. Des laboratoires spécialisés analysent les denrées alimentaires sur demande des autorités compétentes nationales afin de mesurer les concentrations de dioxines et de PCB. À partir de ces résultats, la valeur TEQ est calculée qui est ensuite comparée aux teneurs maximales fixées dans le règlement (UE) 2023/915.

Si la teneur mesurée est inférieure à la limite réglementaire, le produit est considéré comme conforme. En revanche, lorsqu'une denrée dépasse la teneur maximale autorisée, elle est considérée comme non conforme et ne peut pas être mise sur le marché. Les autorités peuvent alors mener des investigations afin d'identifier la source de la contamination et prendre les mesures nécessaires pour protéger les consommateurs.

Au-delà de la vérification de la conformité réglementaire, les autorités compétentes peuvent également réaliser une évaluation du risque pour la santé du consommateur. Celle-ci repose notamment sur les données de contamination observées, les habitudes de consommation et une valeur de référence appelée dose hebdomadaire tolérable (*TWI, pour Tolerable Weekly Intake*).

La TWI représente la quantité de dioxines et de PCB de type dioxine qu'une personne peut ingérer chaque semaine pendant toute sa vie sans qu'un effet néfaste pour la santé ne soit attendu. Elle constitue un outil utilisé par les scientifiques pour évaluer les risques liés à l'exposition à long terme de la population à ces contaminants.

Le saviez-vous ?

En 1999, la Belgique a été confrontée à une importante contamination de la chaîne alimentaire par des PCB et des dioxines. L'origine de l'incident a été attribuée à l'utilisation d'huile contaminée dans la fabrication d'aliments destinés aux animaux d'élevage (1). Par mesure de précaution, de nombreux produits alimentaires, notamment des œufs, de la volaille et des produits dérivés, ont été retirés du marché.

Cet événement a marqué un tournant dans la gestion des risques alimentaires en Europe. Il a contribué au renforcement des systèmes de traçabilité, des contrôles officiels et des mécanismes d'alerte rapide aujourd'hui utilisés dans l'ensemble de l'Union européenne (4). Les programmes de surveillance actuels visent précisément à détecter rapidement ce type de situation et à protéger efficacement les consommateurs.

Dans son avis scientifique le plus récent, l'EFSA a revu à la baisse la TWI applicable aux dioxines et aux PCB de type dioxine. Cette valeur est passée de 2 à 0,6 picogramme par kilogramme de poids corporel et par semaine (9). Un picogramme correspond à un milliardième de milliardième de gramme (10^{-12} gramme), ce qui illustre que ces substances sont prises en compte à des niveaux extrêmement faibles lors des évaluations de risque.

Les autorités s'appuient ainsi sur deux approches complémentaires : les teneurs maximales réglementaires permettent de vérifier la conformité des aliments mis sur le marché, tandis que la TWI sert à évaluer les risques potentiels liés à l'exposition à long terme des consommateurs.

6. Conclusion

Les dioxines, les PCB de type dioxine et les PCB non de type dioxine sont des contaminants environnementaux qui font l'objet d'une surveillance rigoureuse dans l'Union européenne. Leur présence dans certains aliments est suivie au moyen de méthodes analytiques très sensibles et de limites réglementaires strictes. L'objectif est de réduire autant que possible l'exposition des consommateurs et de garantir un niveau élevé de protection de la santé publique.

Une alimentation équilibrée et variée peut contribuer à réduire le risque d'exposition aux contaminants. Inclure une grande variété d'aliments dans son alimentation peut permettre de réduire l'apport de ces contaminants provenant des sources individuelles.

7. Perspectives

L'ALVA renforce dans le cadre de ses programmes de contrôle officiels, des analyses de PCB non de type dioxine (PCB-NDL) ainsi que des analyses des dioxines et des PCB de type dioxine (PCB-DL) visés par le règlement (UE) 2023/915. Cette approche permettra d'évaluer la présence de ces contaminants dans les denrées alimentaires commercialisées au Luxembourg.

Ces analyses permettront de disposer de données supplémentaires sur la présence de ces contaminants dans les denrées alimentaires commercialisées au Luxembourg et de suivre l'évolution des niveaux de contamination au fil du temps. Les résultats contribueront également à renforcer les connaissances disponibles au niveau national et européen en matière de sécurité alimentaire.

Il convient de rappeler que les dioxines et les PCB sont présents à l'état de traces dans l'environnement à l'échelle mondiale et que leur surveillance régulière fait partie des missions habituelles des autorités sanitaires. Les contrôles réalisés à travers l'Union européenne visent précisément à détecter rapidement toute situation susceptible de présenter un risque et à garantir que les aliments mis sur le marché respectent les exigences de sécurité en vigueur.

L'ALVA continuera à suivre attentivement les évolutions scientifiques et réglementaires dans ce domaine et adaptera, si nécessaire, ses programmes de surveillance afin de maintenir un niveau élevé de protection des consommateurs tout en assurant une information transparente du public.

8. Références

1. A. Bernard, S. Fierens, The Belgian PCB/Dioxin Incident: A Critical Review of Health Risks Evaluations. *International Journal of Toxicology* **21**, (5), 333-340 (2002).
2. L. S. Birnbaum, M. J. DeVito, Use of toxic equivalency factors for risk assessment for dioxins and related compounds. *Toxicology* **105**, (2-3), 391-401 (1995).
3. Commission Européenne, Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006, http://data.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj
4. A. Covaci, S. Voorspoels, P. Schepens, P. Jorens, R. Blust, H. Neels, The Belgian PCB/dioxin crisis-8 years later An overview. *Environ Toxicol Pharmacol* **25**, (2), 164-170 (2008).
5. B. Hens, L. Hens, Persistent Threats by Persistent Pollutants: Chemical Nature, Concerns and Future Policy Regarding PCBs-What Are We Heading For? *Toxics* **6**, (1), (2017).
6. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Polychlorinated Dibenzo-para-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans, Volume 69, 1997. https://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Polychlorinated-Dibenzo--Em-Para-Em--Dioxins-And-Polychlorinated-Dibenzofurans-1997
7. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls, Volume 107, 2015. https://publications.iarc.who.int/131
8. J. Jin *et al.*, Dioxin-like and non-dioxin-like PCBs differentially regulate the hepatic proteome and modify diet-induced nonalcoholic fatty liver disease severity. *Med Chem Res* **29**, 1247-1263 (2020).
9. H. K. Knutsen *et al.*, Update of the risk assessment on dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal* **24**, (6), (2026).
10. D. B. McGregor, C. Partensky, J. Wilbourn, J. M. Rice, An IARC evaluation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans as risk factors in human carcinogenesis. *Environ Health Perspect* **106 Suppl 2**, (Suppl 2), 755-760 (1998).
11. K. Steenland, P. Bertazzi, A. Baccarelli, M. Kogevinas, Dioxin revisited: developments since the 1997 IARC classification of dioxin as a human carcinogen. *Environ Health Perspect* **112**, (13), 1265-1268 (2004).
12. R. Weber, C. Herold, H. Hollert, J. Kamphues, M. Blepp, K. Ballschmiter, Reviewing the relevance of dioxin and PCB sources for food from animal origin and the need for their inventory, control and management. *Environ Sci Eur* **30**, (1), 42 (2018).

Cette fiche se base sur les dernières connaissances scientifiques connues au moment de sa création. En cas de litige, la règlementation alimentaire fait foi.