

## MICROPOLLUANTS DANS PLUSIEURS ESPECES DE POISSONS DU LÉMAN

### MICROPOLLUTANTS IN FISH SPECIES FROM LAKE GENEVA

CAMPAGNE 2012

PAR

**Patrick EDDER et Didier ORTELLI**

SERVICE DE LA CONSOMMATION ET DES AFFAIRES VÉTÉRINAIRES (SCAV)  
CP 76, CH - 1211 GENÈVE 4 Plainpalais

**Audrey KLEIN**

SECRÉTARIAT DE LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN  
ACW - Changins - Bâtiment DC, CP 1080, CH - 1260 NYON 1

#### RÉSUMÉ

*Des campagnes d'analyses ont été réalisées pour évaluer l'état de contamination en micropolluants de poissons du Léman. La campagne menée en 2012 a permis le prélèvement de poissons de six espèces : omble chevalier, corégone, brochet, truite lacustre, perche, lotte. Les substances recherchées ont été le mercure, les Polychlorobiphényles indicateurs et de type dioxine (PCBi et PCBdl), les dioxines et furanes (PCDD et PCDF), les Polybromodiphényles Ethers (PBDE), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH), les substances perfluorées (PFOS), l'hexachlorobenzène (HCB) et l'hexachlorobutadiène (HCBd), ainsi que trois pesticides organochlorés (dicofol, heptachlore et époxyde d'heptachlore).*

*Les teneurs en mercure dans les poissons demeurent faibles et sont conformes aux exigences requises pour la consommation. Comme en 2008, les analyses de PCB et dioxines ont montré des concentrations élevées de PCB de types dioxines dans les ombles chevaliers. Les valeurs limites maximales de résidus, ainsi que les facteurs en équivalent toxique dioxine (TEQ), ayant été modifiés par la réglementation européenne en 2011, la question de la taille maximale autorisée de 39 cm pour la commercialisation des ombles chevaliers est actuellement réévaluée par l'Agence nationale française de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Les analyses ont également montré la présence de résidus de PBDE et PFOS, mais les valeurs mesurées n'ont pas révélé d'augmentation significative par rapport à la campagne menée en 2008. De faibles traces de HAP, HCB et HCBd ont également été mises en évidence, mais la situation est jugée très satisfaisante.*

#### ABSTRACT

*A survey was conducted in 2012 to assess the level of micropollutants in six different species of fish found in Lake Geneva: charr, whitefish, pike, lake trout, perch, and burbot. The substances tested for were mercury, dioxins, furans and polychlorinated biphenyl indicators and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB-Is and PCB DLs), polybrominated ethers (PBDEs), perfluorinated substances (PFOS), polyaromatic hydrocarbons (PAHs), hexachlorobenzene (HCB), and hexachlorobutadiene (HCBd), plus three organochlorine pesticides (dicofol, heptachlor and heptachlor epoxide).*

*Mercury levels in fish remained low and complied fully with food safety requirements. As in 2008, the analysis of PCBs and dioxins identified high concentrations of dioxin-like PCB type compounds in charr. The maximum acceptable residues and the dioxin toxic equivalent factors were modified by European regulations in 2011, and so the question of the maximum size of 39 cm for commercially fished charr is currently being re-assessed by the French Food Safety Agency (ANSES). Tests for polybrominated diphenyl flame retardants (PBDEs) and*

*perfluorinated substances (such as PFOS) revealed significant levels of contamination, but the concentrations measured remained similar to those found during the sampling campaign of 2008. Traces of HAPs, HCBs and HCBDs were also detected, but the situation was assessed as being very satisfactory for all of them.*

## 1. INTRODUCTION

Parmi la multitude de contaminants présents dans le milieu, des molécules susceptibles de s'accumuler dans les organismes vivants ont été choisies pour caractériser leur niveau de contamination et voir si celles-ci répondent aux exigences légales de consommation humaine et/ou de commercialisation. Ce sont donc prioritairement les espèces de poissons les plus consommées qui ont été sélectionnées. Leur place dans les réseaux trophiques a aussi été prise en compte, car il est connu que les espèces situées en haut de la chaîne alimentaire et à fort taux lipidique sont particulièrement impactées par les polluants organiques persistants (POP). Parmi ceux-ci, les substances recherchées ont été le mercure, les dioxines, furanes et polychlorobiphényles (PCB), les polybromodiphényles éthers (PBDE), les substances perfluorées (PFOS) ainsi que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Le programme de surveillance 2012 a également été étoffé, conformément au projet de Directive 2011/0429 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau, en incluant la recherche de trois pesticides organochlorés (le dicofol, l'heptachlore et l'époxyde d'heptachlore), l'hexachlorobenzène (HCB) et l'hexachlorobutadiène (HCBD). Pour les PCB, suite à la modification de la législation européenne en la matière, la recherche a porté sur les PCB indicateurs ainsi que sur les PCB de type dioxine.

## 2. ÉCHANTILLONNAGE

Les poissons ont été pêchés dans le Grand Lac au large de Thonon et devant Meillerie pour les ombles (zone où se trouve un des sites importants de fraie) par des pêcheurs professionnels ou de loisir, sous la responsabilité des services officiels français de la pêche (Haute-Savoie). Suite aux résultats de la campagne 2008 (ORTELLI 2009) qui n'ont pas révélés d'influence de la zone de pêche sur la contamination des poissons, toutes les pêches ont été effectuées au large de Thonon, sauf en ce qui concerne les truites lacustres pêchées dans le lac du côté de la rive vaudoise.

Les ombles chevaliers ont été pêchés au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine du mois de janvier 2012, les truites lacustres durant le mois de mars 2012 et les autres espèces de poissons durant la dernière semaine du mois de mars 2012.

### Espèces, nombre d'échantillons

- omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), 20 échantillons, 20 spécimens de 29 à 45 cm ;
- corégone (*Coregonus lavaretus*), 5 échantillons, 5 spécimens de 36.5 à 42 cm ;
- brochet (*Esox lucius*), 5 échantillons, 5 spécimens de 56 à 71 cm;
- truite lacustre (*Salmo trutta lacustris*), 2 échantillons, 2 spécimens de 57 à 66 cm;
- perche (*Perca fluviatilis*), 5 échantillons composites de 9-12 spécimens de taille entre 16,5 à 20,5 cm ;
- lotte (*Lotta lotta*), 5 échantillons composites de 3-8 spécimens de taille entre 22 à 36 cm.

### 3. MÉTHODOLOGIE

La taille, le poids et le sexe des poissons ont été déterminés. Ils ont ensuite été préparés sous forme de filets sans peau, broyés et finalement congelés préalablement à l'envoi dans plusieurs laboratoires. La quantité nécessaire par échantillon est d'environ 200 g de chair.

Le laboratoire d'étude des résidus et contaminants dans les aliments (LABERCA) à Nantes s'est chargé des analyses de polychlorobiphényles indicateurs et de type dioxine ( $PCB_i$  et  $PCB_{DL}$ ), dioxines et furanes (PCDD/F), polybromodiphényléthers (PBDE), l'hexachlorobenzène (HCB) et l'hexachlorobutadiène (HCBd), ainsi que des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) par chromatographie gazeuse couplée à une détection par spectrométrie de masse haute résolution (GC-HRMS). Les analyses de composés perfluorés par chromatographie liquide avec détection par spectrométrie de masse en mode tandem (LC-MSMS), du mercure par absorption atomique FIMS (Flow Injection Mercury System) et du dosage des pesticides organochlorés par GC-MS ont été confiées au service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV) à Genève.

Les résultats des PCB indicateurs et de type dioxine ont été exprimés selon les exigences du règlement européen UE/2059/2011 concernant les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autres que ceux de type dioxine des denrées alimentaires. Selon ce nouveau règlement européen, le calcul des équivalents-toxiques (TEF) a été modifié et les valeurs maximales de résidus pour les dioxines et PCB de type dioxine est passée de 8  $\mu\text{g/g}$  à 6.5  $\mu\text{g/g}$ . De plus, il existe désormais une norme pour les PCB indicateurs fixée à 125  $\text{ng/g}$  pour les poissons d'eau douce sauvages.

### 4. RÉSULTATS

#### 4.1 Polychlorobiphényles (PCB) et dioxines (PCDD/F)

Les PCB sont des substances chimiques synthétiques constituant une famille de 209 substances congénères qui se distinguent par le nombre et la position d'atomes de chlore sur deux cycles phényle (cf. figure 1). Dans le passé, ils ont largement été utilisés comme lubrifiant dans la construction, la fabrication de transformateurs électriques, de condensateurs ou comme isolateurs dans des environnements à très haute tension (THT) en raison de leur relative inflammabilité et de leurs excellentes caractéristiques diélectriques. Ils ont également été utilisés dans les moteurs de pompe, pour les fours à micro-ondes, comme additifs d'huiles ou de produits de soudures, dans certains adhésifs, peintures et jusque dans des papiers autocollants. Sur les 209 congénères, 12 présentent des caractéristiques toxicologiques comparables à celles de la dioxine et sont généralement appelés PCB de type dioxine (PCBDL ou PCB dioxin like).

Les polychlorodibenzo-para-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzo-furanes (PCDF) sont deux familles de composés aromatiques organochlorés présentant des propriétés physico-chimiques semblables aux PCB. Le terme générique dioxines est généralement utilisé pour désigner les PCDD et les PCDF, abrégé sous la forme PCDD/F. Ceux-ci ne sont pas des produits de synthèse, mais des composés issus des activités humaines, industrielles et domestiques. Elles sont produites notamment dans les incinérateurs des usines de traitement de déchets mais aussi sous toutes les formes de combustion, de la cigarette au barbecue. Il existe 210 dioxines et furanes mais seuls 17 congénères sont reconnus comme toxiques.

Chacun des 17 congénères des dioxines et des 12 PCBDL est affecté d'un facteur de toxicité (TEF, Toxic Equivalent Factor) édicté par l'OMS, correspondant à un facteur d'équivalent toxique par rapport à la 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxine, congénère le plus toxique.

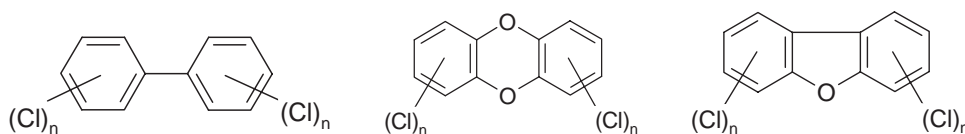


Figure 1 : Structure chimique des PCB, PCDD et PCDF

Figure 1 : Chemical structure of PCB, PCDD and PCDF

Selon la nouvelle réglementation européenne UE/1259/2011, les teneurs maximales autorisées dans la chair musculaire des poissons à l'état frais sont de 3,5 pg TEQ/g pour la somme PCDD/F et de 6,5 pg TEQ/g pour la somme PCB<sub>DL</sub> + PCDD/F. Ces valeurs sont exprimées en équivalents toxiques de l'OMS (TEQ).

Les résultats (voir tableau 1) montrent que la contamination en dioxines est relativement faible quelle que soit l'espèce considérée et qu'elle est principalement due aux PCB<sub>DL</sub>. Pour les PCB<sub>DL</sub>, une contamination plus importante a été identifiée et touche plus particulièrement les ombles chevaliers et les truites lacustres, mais pas les autres espèces (brochets, corégones, perches, lottes). Les PCB ayant la particularité de s'accumuler dans la matière grasse, les poissons sont d'autant plus contaminés qu'ils sont âgés et gras.

Or, l'omble chevalier est un poisson situé tout en haut de la chaîne trophique et très gras. Le brochet est un poisson peu gras, ce qui explique les faibles concentrations mesurées pour cette espèce bien qu'elle se situe en haut de la chaîne alimentaire. Pour rappel en 2008, les chimistes cantonaux de Vaud, Valais et Genève ainsi que le Préfet de Haute-Savoie ont prononcé une interdiction de commercialisation des ombles chevaliers pêchés dans le Léman et dont la taille est supérieure à 39 cm. La taille de 39 cm avait été déterminée statistiquement par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Alimentaire (AFSSA) et symbolisait la taille pour laquelle on peut attendre des concentrations en PCB<sub>DL</sub> + PCDD/F inférieures à la teneur maximale autorisée. Considérant que de tels poissons représentent une faible part de la pêche professionnelle, cette interdiction était proportionnée et apte à protéger les consommateurs sans nuire gravement aux intérêts économiques des pêcheurs professionnels.

La figure 2 représente les niveaux de contamination en PCDD/DF + PCB<sub>DL</sub> pour les ombles chevaliers, les corégones, les brochets et les truites lacustres en fonction de la taille et montrent que 6 ombles chevaliers dépassent la norme de 6.5 pg/g, dont 3 avec une taille inférieure à 39 cm. Cette nouvelle situation est essentiellement une conséquence du changement législatif de 2011 avec l'entrée en vigueur du règlement UE/1259/2011. En effet, les résultats de la campagne 2008 ont été convertis suivant le nouveau règlement en vigueur, de manière à pouvoir les comparer aux résultats 2012 et cette analyse a montré que la situation, soit la contamination du milieu naturel et des poissons, ne s'est pas détériorée (voir figure 3).

En novembre 2012, les autorités d'exécution du droit alimentaire suisses et françaises se sont à nouveau réunies sous l'égide de la CIPEL afin d'appréhender ces nouveaux résultats. Comme les résultats des 2 campagnes 2008 et 2012 traduisent une fluctuation statistique, il a été décidé de solliciter officiellement l'ANSES comme en 2008 pour pouvoir disposer d'une expertise scientifique sur les résultats obtenus. La conclusion de cette expertise est attendue pour juin 2013. Dans l'attente de ces résultats, il a été également décidé de ne pas prendre de mesures supplémentaires, car les risques pour le consommateur sont très faibles, sachant que la fréquence de consommation d'ombles chevaliers reste très modérée. Il n'est pas fréquent de consommer plus de 2 ou 3 ombles et quand bien même l'on consommerait régulièrement des ombles avec les teneurs que l'on connaît, la dose de PCB absorbée reste inférieure à 6.5 pg/g.

Les teneurs mesurées dans la chair de 2 truites lacustres interpellent davantage dans la mesure où cette situation n'avait pas été mise en évidence en 2008. Toutefois, ces 2 truites sont particulièrement grandes et pas forcément représentatives de la taille moyenne de capture pour cette espèce de poisson. La CIPEL a décidé de faire une étude complémentaire sur la truite lacustre en constituant un échantillon de 20 individus, répartis selon leur taille entre 35 cm (taille minimale de capture) et plus de 60 cm.

### TOTAL-TEQ<sub>2005</sub> (PCDD/F + PCB DL) dans la chair des poissons du Léman résultats 2012

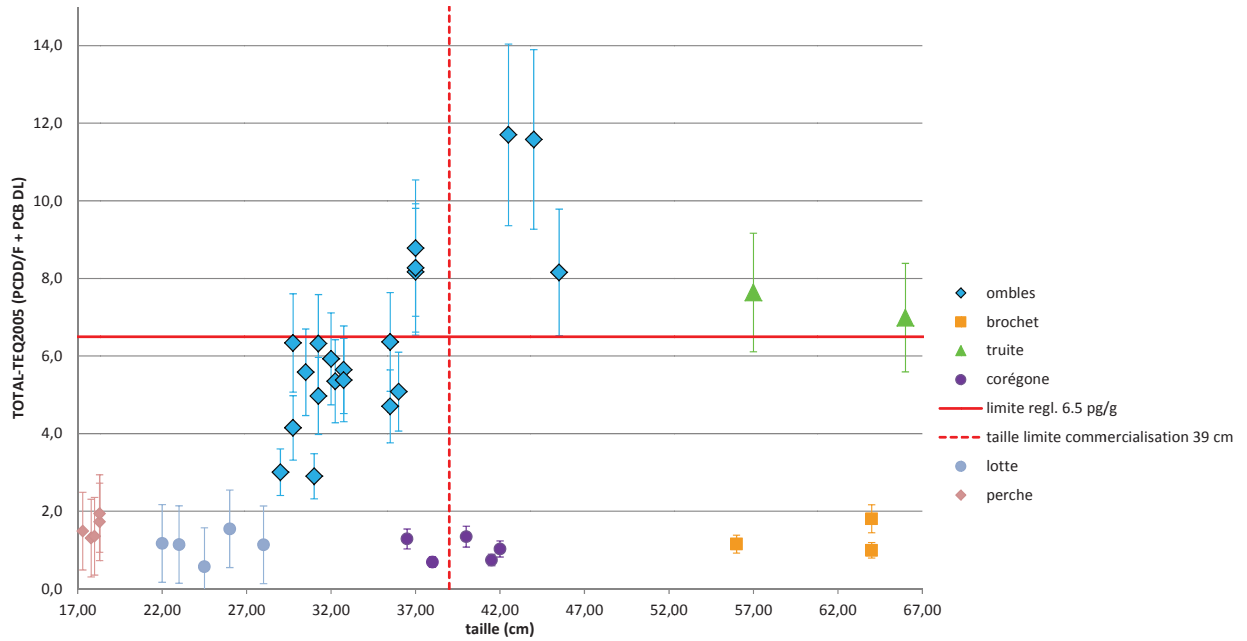


Figure 2 : Résultats en TEQ PCDD/F + PCBdl par espèce en fonction de la taille du poisson.  
 Figure 2 : TEQ PCDD/F + PCBdl results according to fish species and size.

### TOTAL-TEQ(PCDD/F + PCB DL) dans la chair des ombles du Léman Evolution 2008 - 2012

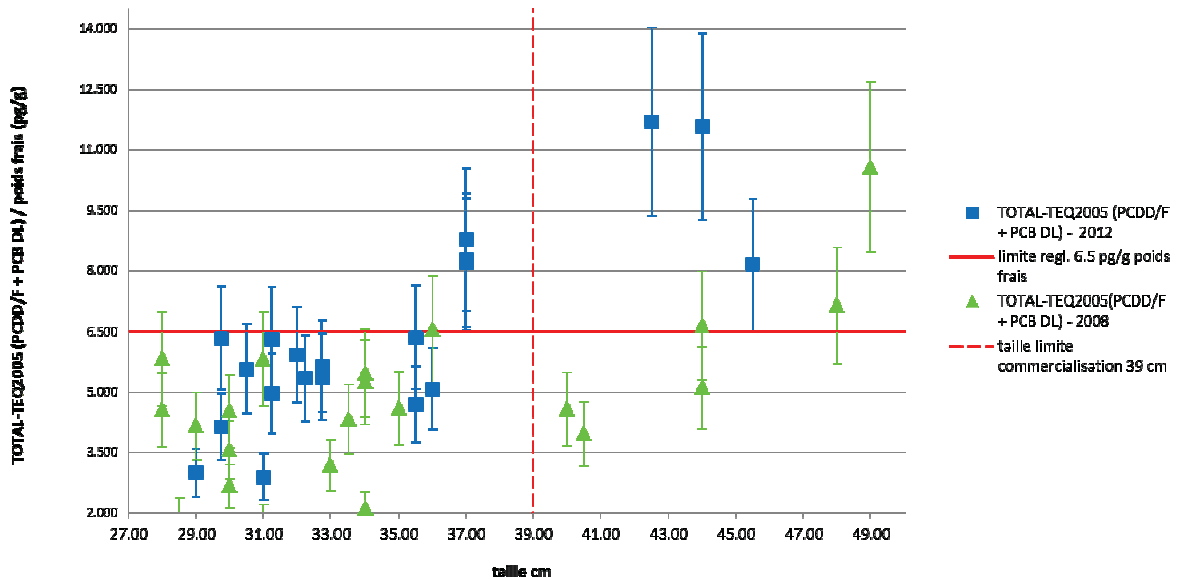


Figure 3 : Résultats 2008 et 2012 en TEQ PCDD/F + PCBdl pour les ombles chevaliers en fonction de la taille du poisson.  
 Figure 3 : TEQ PCDD/F + PCBdl results 2008 and 2012 according to charr depending of the fish size.

Le tableau 1 et la figure 4 présentent les résultats pour les PCB indicateurs. Ces derniers doivent donner une estimation de la pollution et contamination en PCB totaux, et non pas seulement en PCB de type dioxine. L'évolution des contaminations au cours des dernières années est difficile à évaluer pour les PCB en raison d'un changement méthodologique. Jusqu'en 2004, les dosages mesuraient le taux de contamination sur les PCB totaux alors qu'aujourd'hui, les mesures déterminent spécifiquement 7 PCB indicateurs (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180). Toutefois, selon un avis de l'AFSSA (AFSSA 2002), la concentration en PCB indicateur correspondrait à environ 50% de la concentration en PCB totaux. Sur cette base, il ne semble pas y avoir de baisse significative de ces polluants par rapport aux dernières mesures dans les poissons réalisées en 2004 (CORVI et al. 2005).

Les résultats d'analyses sur la somme des 7 PCB indicateurs ne montrent pas de problème particulier, car en tenant compte des incertitudes de mesure tous les échantillons respectent la valeur maximale de 125 ng/kg pour la somme des 7 PCB indicateurs nouvellement introduite par le règlement UE/1259/2011.

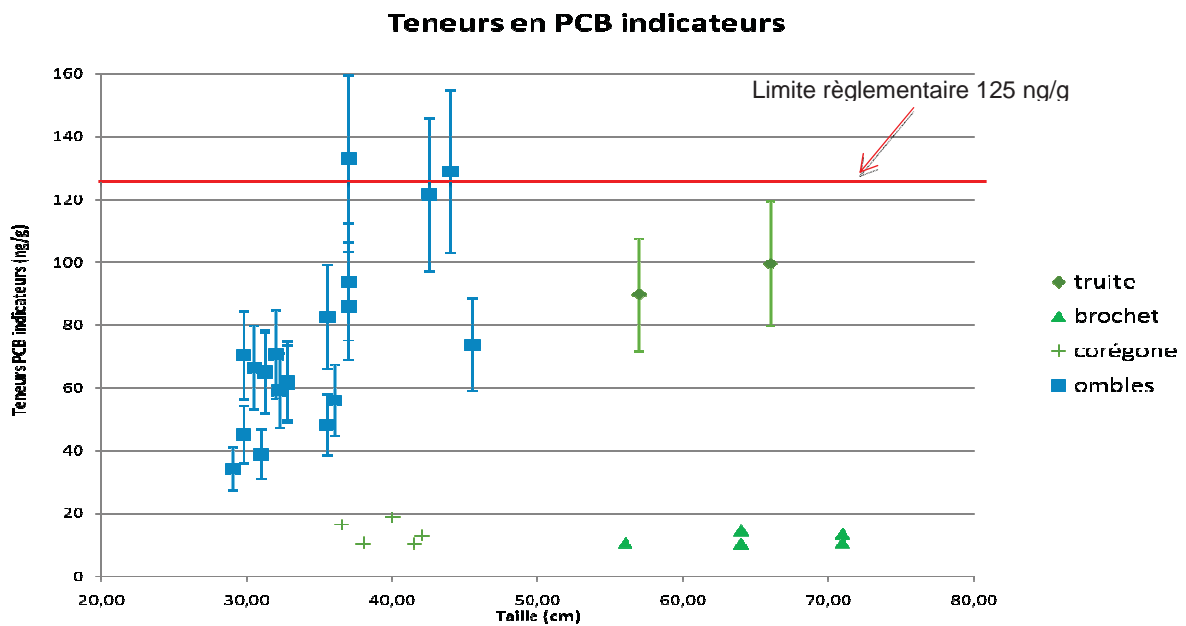


Figure 4 : Résultats en PCB indicateurs en fonction des espèces de poissons et de leur taille.  
Figure 4 : PCBis results according to fish species and size.

#### 4.2 Retardateurs de flamme polybromés (PBDE)

Les polybromodiphényléthers (PBDE) sont des substances chimiques d'origine humaine ajoutées à divers produits de consommation tels que plastiques, équipements électriques et électroniques ou encore dans le mobilier pour les rendre moins susceptibles de s'enflammer. Les PBDE peuvent être libérés lentement de ces produits, mais de manière continue, lors de leur fabrication, de leur utilisation ou après leur élimination. Des PBDE ont été détectés dans l'environnement en faibles concentrations mais en raison de leur lipophilicité, peuvent se retrouver en concentration plus élevée dans les graisses animales comme les poissons. Ces substances se comportent en fait de manière très similaire aux PCB.

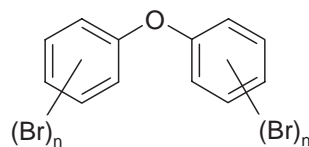


Figure 5 : Structure chimique des PBDE  
Figure 5 : Chemical structure of PBDE

Les analyses des PBDE ont été effectuées sur 5 corégones, 5 ombles chevaliers, 2 truites lacustres, 5 lots de perches et 5 lots de lottes. 7 PBDE indicateurs ont été mesurés (voir tableau 2 et figure 6). Tout comme pour les PCB, les ombles chevaliers sont les plus contaminés avec des valeurs comprises entre 2,3 et 6,5 ng/g pour la somme des PBDE indicateurs. Ces valeurs sont dans le même ordre de grandeur, voire un peu inférieures, à celles observées en 2008 (Ortelli et al, 2009) ce qui montre que la situation ne s'est pas dégradée dans cet intervalle.

Pour les autres espèces, la valeur maximale a été trouvée dans les deux truites lacustres avec des valeurs de 4,0 et 4,8 ng/g. Le niveau de contamination en PBDE dans les poissons du Léman est du même ordre de grandeur à ce qui a pu être mesuré dans les autres lacs Suisses et en Europe (Zenneg 2003, AFSSA 2005). Le profil de contamination observé est indépendant du seuil de contamination, de l'espèce, ou de l'âge. Le 2,2',4,4'-tétrabromodiphényléther (PBDE-47) et le 2,2',4,4',5-pentabromodiphényléther (PBDE-99) représentent à eux seuls plus de 80% de la contamination globale.

### Teneurs en PBDE dans la chair des poissons en fonction de la taille

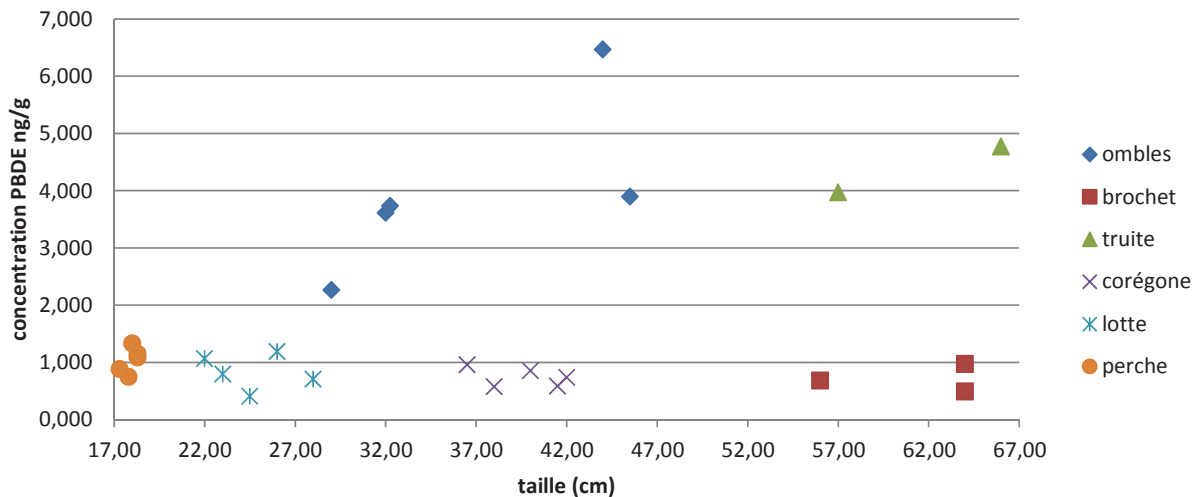


Figure 6 : Somme des PBDE par espèces en fonction de la taille du poisson.

Figure 6 : Sum of PBDE according to fish species and size.

Bien qu'il n'existe pas encore de normes légales définissant les valeurs maximales autorisées de PBDE dans les poissons, les premiers résultats montrent que la problématique des PBDE est présente dans le Léman. La persistance de ces composés dans l'environnement et leur accumulation dans les organismes, analogue à celle des PCB, doivent continuer d'être surveillées mais pour l'heure ne semble pas présenter de risque sanitaire. En effet, il n'y a pas eu d'évaluation du risque ou d'études toxicologiques nouvelles modifiant l'appréciation qui avait été faite lors de la campagne de 2008 (Ortelli et al, 2009).

### 4.3 Perfluorooctane sulfonate (PFOS)

Le perfluorooctane sulfonate (PFOS) est le représentant principal de la famille des composés perfluorés. De nombreux autres composés existent et sont caractérisés par la longueur de la chaîne carbonée et par le groupement fonctionnel en fin de chaîne. On distingue deux groupes principaux qui sont les sulfonates et les acides dont les structures de base sont indiquées ci-dessous. Les abréviations employées commencent par PF pour perfluorés suivies de l'abréviation de la longueur de la chaîne (P pour penta, Hx pour hexa, O pour octa etc...) puis finalement S ou A en fonction du groupement fonctionnel.

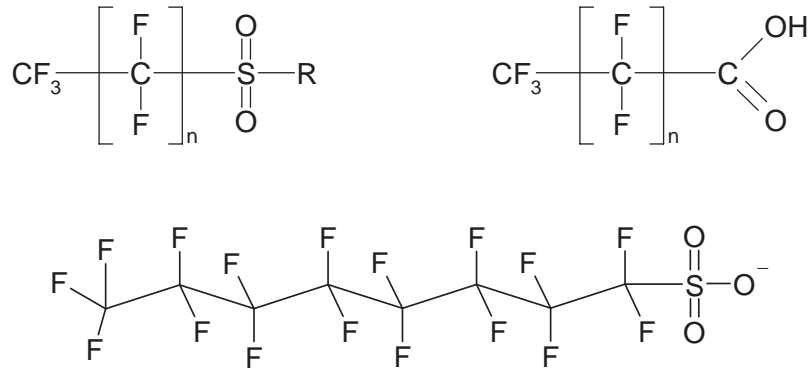


Figure 7 : Structure chimique des perfluoroalkyle sulfonates, d'acide perfluoroalkyle et du PFOS.  
Figure 7 : Chemical structure of perfluoroalkyle sulfonates, acidic perfluoroalkyle and PFOS.

Le PFOS et ses précurseurs servent principalement dans les produits hydrofuges, anti-taches et imperméables aux graisses qui sont appliqués sur le papier, les moquettes, les tissus et les emballages alimentaires, de même que dans certaines applications chimiques spécialisées, comme les mousses extinctrices, les fluides hydrauliques ou comme agents tensio-actifs. La plupart des perfluoroalkyl sulfonates est susceptible de se dégrader en PFOS dans l'environnement. Le PFOS est une substance très persistante dans l'environnement (demi-vie estimée à 41 ans) et se bioaccumule facilement dans certains organismes.

Les composés perfluorés avaient été recherchés pour la première fois dans la chair des poissons du Léman en 2008 (Ortelli et al, 2009). Une contamination des poissons allant de 8 à 95 ng/g avait été mise en évidence. Contrairement aux PCB, PCDD/F et PBDE qui se bioaccumulent dans les graisses, aucune corrélation ne peut être faite entre la contamination en PFOS et la taille, le poids ou le pourcentage de matière grasse. L'espèce n'est pas non plus un critère significatif puisque l'on avait constaté que toutes les espèces étaient concernées et qu'à l'intérieur d'une même espèce, il y avait une très grande dispersion des résultats.

Les analyses 2012 ont porté sur l'ensemble des poissons prélevés, soit les 20 ombles chevaliers, 5 corégones, 2 truites lacustres, 5 lots de perches et 5 lots de lottes. Les résultats pour le PFOS, seul composé perfluoré qui a été détecté, sont présentés dans la figure 8. Seuls 5 échantillons se sont révélés exempts de PFOS. Pour les autres des valeurs comprises entre 11 et 140 ng/g ont été mesurées avec une valeur médiane à 35 ng/g.

Ces résultats montrent que la problématique des perfluorés est importante dans le Léman. A l'heure actuelle, il n'existe pas de valeurs maximales autorisées. Selon les dernières recommandations de l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) (EFSA 2008a), la dose journalière admissible (TDI, tolerable daily intake) pour le PFOS est de 0.15 µg de poids corporel. Ainsi, pour une personne d'un poids moyen de 70 kg, la dose journalière admissible en PFOS est de 10.5 µg et ainsi un adulte devrait consommer quotidiennement 74g du poisson le plus contaminé pour s'en approcher. Les derniers recensements montrent que le consommateur suisse ne mange en moyenne que 342 g de poisson de lac par année. Par conséquent, les teneurs retrouvées ne représentent pas un danger pour le consommateur moyen, mais pourraient représenter un problème pour des pêcheurs amateurs qui consommeraient de grandes quantités de leurs captures.



Il faut noter qu'aucun des composés perfluorés à chaîne courte (censé être les seuls utilisés actuellement par les entreprises en raison de leur non accumulation dans l'organisme) n'a été retrouvé en concentration significative (> limite de quantification de 10 µg/kg). Les résultats montrent en revanche que le perfluorooctane sulfonate à chaîne longue (C8) est bien présent dans le lac Léman.

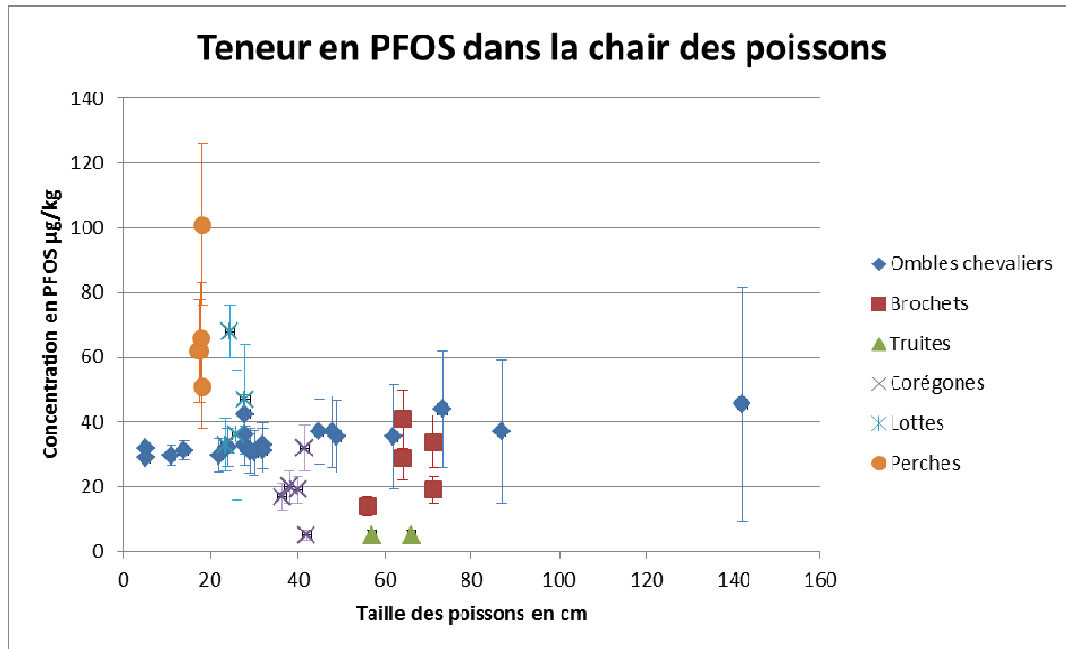


Figure 8 : Teneurs en PFOS par espèces en fonction de la taille du poisson.  
Figure 8 : PFOS concentration according to fish species and size.

#### 4.4 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) forment une classe de substances organiques contenant un ou plusieurs noyaux aromatiques. Plus d'une centaine de ces composés peuvent être formés et libérés par divers procédés de combustion ou de pyrolyse et contaminer notre environnement. Les PAHs sont maintenant reconnus comme étant des contaminants de l'environnement persistants.

Du fait de cette grande diversité, seuls certains HAPs sont analysés : benzo[a]pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[j]fluoranthène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène, dibenzo[a,h]anthracène, benzo[g,h,i]perylène, dibenzo[a,l]pyrène, dibenzo[a,e]pyrène, dibenzo[a,i]pyrène, dibenzo[a,h]pyrène, cyclopenta[c,d]pyrène, 5-Methylchrysène, benzo[c]fluorène, phenanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène.

Un certain nombre de ces HAPs ont été démontrés comme carcinogènes et génotoxiques (EFSA, 2008b) alors que pour d'autres les données toxicologiques sont contradictoires ou équivoques et n'ont pas permis de statuer quant à leur danger. D'autres encore comme l'anthracène, benzo[b]fluorene, naphtalène et pyrène ne le sont clairement pas.

Les analyses ont été effectuées sur 5 corégones, 5 ombles chevaliers, 2 truites lacustres, 5 lots de perches, 5 de lottes.

Dans tous les poissons analysés, aucun HAP ayant une toxicité significative n'a été détecté. Seules de faibles teneurs en anthracène 0,3-2,0 ng/g, en phénanthrène 0,9-4,3 ng/g, en pyrène 0,3-1,4 ng/g ont été mises en évidence.

A titre de comparaison, la valeur maximale autorisée pour le benzo[a]pyrène est de 5,0 ng/g. Cependant cette norme n'est applicable qu'aux poissons fumés. Le règlement européen UE/835/2011 entré en force en septembre 2012 introduit une valeur maximale supplémentaire de 30 ng/g relative à la somme de quatre HAP les plus toxiques, nommés les HAP4 (somme des benzo(a)pyrène, benzo[a]anthracène,

benzo[b]fluoranthène et chrysène]. Cette nouvelle réglementation européenne n'a toutefois pas été reprise par la Suisse. Les autres HAP, et plus particulièrement ceux présents dans l'environnement ne sont à ce jour pas réglementés mais il est probable qu'à terme ils le soient afin de suivre les recommandations des experts toxicologues. On peut toutefois estimer que la contamination environnementale des poissons du Léman en HAP est faible et ne représente pas un problème particulier.

#### 4.5 Mercure (Hg)

Le mercure fait depuis longtemps l'objet d'un suivi dans les poissons du Léman et il était donc intéressant de le rechercher pour avoir un point de comparaison avec le passé. Les teneurs mesurées en 2012 en mercure dans les poissons sont comprises entre 34 et 367  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Les valeurs moyennes étaient de 47, 77, 43 et 47  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour les ombles chevaliers, les perches, les corégones et les lottes respectivement. L'ordre de grandeur des concentrations en mercure est stable et correspond aux résultats des années précédentes (CORVI et al., 2001, 2005; ORTELLI et al., 2009) (cf. figure 9). Des valeurs plus élevées ont été constatées pour les brochets avec une teneur moyenne de 250  $\mu\text{g}/\text{kg}$  et une valeur maximale à 367  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Ces résultats se situent en dessous de la teneur maximale autorisée de 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Pour les perches, on note une légère augmentation de la valeur moyenne en 2012, qui est due principalement à une valeur individuelle élevée avec un échantillon mesuré à 151  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Si cette valeur est exclue, on obtient une moyenne de 59  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , très similaire à ce qui a été constaté lors des précédentes campagnes.

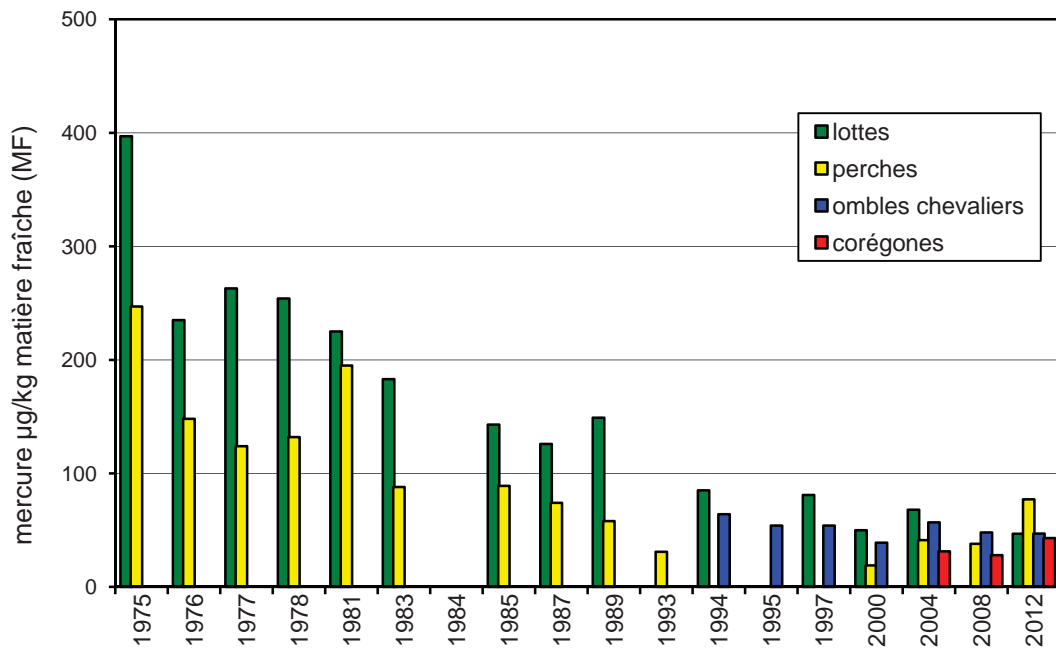


Figure 9 : Evolution de la teneur en mercure dans les poissons du Léman de 1975 à 2012.

Figure 9 : Evolution of mercury concentration in European fish from 1975 to 2012.

#### 4.6 Autres micropolluants

Tous les échantillons, soit les 5 corégones, 5 ombles chevaliers, 2 truites lacustres, 5 lots de perches, 5 de lottes se sont révélés exempts des trois pesticides organochlorés qui ont été recherchés, à savoir le dicofol, l'heptachlore et l'époxyde d'heptachlore ainsi que d'hexachlorobutadiène.

De faibles teneurs en hexachlorobenzène ont par-contre été mesurées dans la plupart des poissons avec une valeur maximale proche de 2 ng/g (cf. figure 10). L'hexachlorobenzène compte parmi les douze polluants organiques persistants (POP) de la Convention de Stockholm (2000) qui vise à réduire et/ou éliminer les rejets de ces substances dans l'environnement. L'hexachlorobenzène est interdit en France depuis 1988. En Europe, il n'est plus ni produit intentionnellement, ni commercialisé depuis 1993. Il peut être produit de façon involontaire au cours de certaines fabrications, principalement dans l'industrie du chlore et des solvants chlorés ou de l'incinération des déchets.

L'hexachlorobenzène est classé cancérigène de catégorie 2 et de par ses propriétés physico-chimiques, l'hexachlorobenzène peut s'accumuler dans de très grandes variétés d'organismes vivants, mais il n'existe aucune valeur maximale relative à sa présence dans les aliments et plus particulièrement les poissons destinés à être consommés. Toutefois, L'OMS propose une TDI de 0,17  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  pour une exposition chronique par voie orale à l'hexachlorobenzène (INERIS, 2011). Pour une personne de 60 kg ingérant 200 g de poisson contaminé à 2 ng/g, cela représenterait 0,007  $\mu\text{g/kg}$  de poids corporel, très largement au-dessous de la TDI de l'OMS.

### Teneurs en HCB/HCBD dans la chair des poissons en fonction de la taille

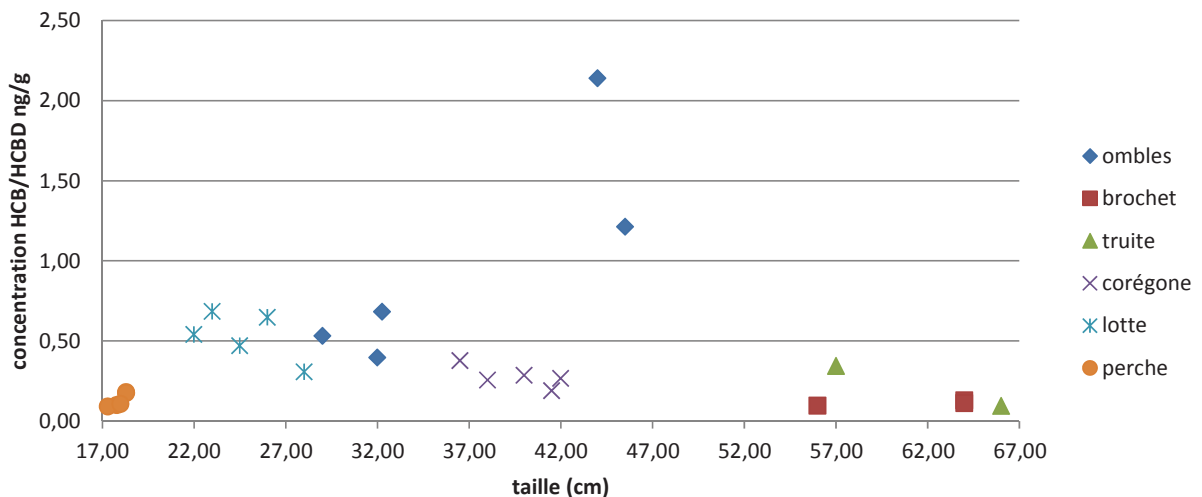


Figure 10 : Teneur en HCB en fonction des espèces de poissons et de leur taille.

Figure 10 : HCB concentrations according to fish species and size.

## 5. CONCLUSIONS

Les teneurs mesurées en mercure, PAH, PBDE, PFOS, HCB, HCBD et pesticides organochlorés de la chair des poissons du Léman lors de cette campagne demeurent basses et bien inférieures aux exigences requises pour les denrées alimentaires. Toutefois, il est à noter que de nombreux micropolluants persistants sont bel et bien détectables et présents dans les poissons sauvages du Léman, et touchent pour certains d'entre eux toutes les espèces, y compris celles pauvres en matières grasses. Les connaissances actuelles ne permettent pas de savoir si ce cumul de substances persistantes dans les organismes piscicoles est problématique pour la santé des poissons ou pourrait avoir une influence sur leur reproduction. Quoiqu'il en soit, une protection du milieu naturel en regard de ces substances est par conséquent absolument nécessaire pour garantir des taux de contamination aussi bas que possible et assurer une consommation sans risques des poissons nobles du Léman.

Les teneurs mesurées en PCBdl se montrent toujours élevées pour les ombles chevaliers avec un certain nombre de poissons qui dépassent la valeur maximale autorisée de la nouvelle réglementation, même pour des tailles inférieures à 39 cm. Par conséquent, les autorités de sécurité alimentaire vont réévaluer si les mesures actuelles prises en 2008, à savoir la fixation d'une taille maximale de 39 cm pour la commercialisation des ombles chevalier, restent suffisantes pour protéger la santé des consommateurs. Cependant, il n'y a pas d'observation de dégradation de la situation ou d'augmentation de la contamination des poissons.

## BIBLIOGRAPHIE

AFSSA 2002 - Afssa – Saisine n°2002-SA-0149

AFSSA 2005 - Afssa – Saisine n° 2005-SA-0090

CORVI C., KHIM-HEANG S. et ZIMMERLI P. (2001) : Métaux et micropolluants organiques dans les poissons et les moules du Léman, Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2000, 145-159.

CORVI C., ZIMMERLI P., ORTELLI D., KHIM-HEANG S. et BECKER VAN SLOOTEN K. (2005) : Métaux et micropolluants organiques dans les eaux, les moules et les poissons du Léman, Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2004, 55-78.

EFSA 2008a, Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain : [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753816\\_1211902012410.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753816_1211902012410.htm)

EFSA 2008b, Findings of the EFSA data collection on polycyclic aromatic hydrocarbons in food, European Food Safety Authority, Parma, Italy

INERIS 2011, Chlorobenzène – fiche de données toxicologiques et environnementales de substances chimiques

ORTELLI D., EDDER P., RAPIN F. (2009). Micropolluants dans les poissons et des écrevisses du Léman, Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2008, 73-83.

ZENNEG M., KOHLER M., GERECKE A. C., SCHMID P. (2003) : Polybrominated diphenyl ethers in whitefish from Swiss lakes and farmed rainbow trout, Chemosphere 51 (2003) 545-553